

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年12月28日(28.12.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/248733 A1

(51) 国際特許分類:

H02J 50/80 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)
H02J 7/00 (2006.01) H02J 50/60 (2016.01)
H02J 50/10 (2016.01) H02J 50/90 (2016.01)

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所
(SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE);
〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1
号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/020129

(22) 国際出願日: 2023年5月30日(30.05.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-098973 2022年6月20日(20.06.2022) JP
特願 2023-030764 2023年3月1日(01.03.2023) JP

(71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会
社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057
大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).

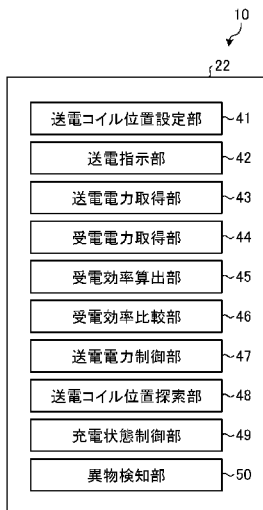
(72) 発明者: 相馬 治(SOMA, Osamu).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,

(54) Title: CHARGING DEVICE

(54) 発明の名称: 充電装置



41 Power-transmitting coil position setting unit
42 Power transmission instruction unit
43 Transmitted power acquisition unit
44 Received power acquisition unit
45 Power reception efficiency calculation unit
46 Power reception efficiency comparison unit
47 Transmitted power control unit
48 Power-transmitting coil position search unit
49 Charging state control unit
50 Abnormality detection unit

(57) Abstract: A charging device according to the present invention subjects a power-receiving coil of a terminal device to contactless charging and comprises: a power-transmitting coil that transmits electric power to the terminal device; a power transmission instruction unit that causes the power-transmitting coil to transmit electric power; a transmitted power acquisition unit that acquires the magnitude of transmitted electric power caused to be transmitted by the power transmission instruction unit; a received power acquisition unit that acquires the magnitude of received electric power received by the power-receiving coil; a calculation unit that calculates the ratio of received electric power to transmitted electric power; and a charging state control unit that limits transmitted electric power if the ratio is less than a threshold value.

(57) 要約: 端末装置の受電コイルに非接触充電を行う充電装置は、端末装置に電力を送電する送電コイルと、送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、送電電力に対する受電電力の比率を演算する演算部と、当該比率が閾値未満である場合に送電電力を制限する充電状態制御部と、を備える。

TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：充電装置

技術分野

[0001] 本開示は、充電装置に関する。

背景技術

[0002] 昨今、スマートフォン等の端末装置に対して非接触充電を行う充電装置が知られている。このような充電装置では、充電台に載置した端末装置に内蔵された受電コイルに、送電コイルに流した交流電流によって発生した磁束を通過させることによって、電磁誘導による誘導起電力を発生させる。そして、受電コイルに発生した誘導起電力によって、端末装置に充電を行っている。

[0003] このような充電装置では、充電器側の送電電力とレシーバ側の受電電力との差分値が、所定の閾値を上回った場合に、充電器とレシーバとの間に異物が存在すると判断して、送電電力を遮断もしくは制限している（例えば、特許文献１）。

[0004] また、レシーバ側からの受電電力の通信が途絶えた際に、レシーバの位置がずれたと判断して、レシーバの位置を補正する充電装置も知られている（例えば、特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：米国特許第８０３９９９５号明細書

特許文献２：国際公開第２０１２／１７３１２８号

発明の概要

[0006] 特許文献１に開示された充電装置にあっては、送電電力と受電電力との関係から算出される電力損失が、異物によるものか、レシーバの位置ずれによるものかを区別することができないという課題があった。

[0007] また、特許文献２に開示された充電装置にあっては、受電電力の通信が途

絶えない領域ではレシーバの位置ずれの判定ができないという課題があった。更に、受電電力の通信が途絶える領域が異物検知範囲よりも外側にある場合には、レシーバの位置ずれを検知する前に異物検知が働いてしまうため、送信電力が遮断されてしまうという問題があった。

[0008] 本開示は、送電コイルと受電コイルの位置ずれ、または送電コイルと受電コイルの間への異物の挿入が発生しても、充電を極力継続可能な充電装置を提供することを目的とする。

[0009] 本開示に係る充電装置は、無線送信された電力を受電する受電コイルを備える端末装置を充電台に載置して非接触充電を行う充電装置であって、端末装置に電力を送電する送電コイルと、送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、送電電力に対する受電電力の比率を演算する演算部と、比率が閾値未満である場合に送電電力を制限する充電状態制御部と、を備える。

発明の効果

[0010] 本開示に係る充電装置によれば、送電コイルと受電コイルの位置ずれ、または送電コイルと受電コイルの間への異物の挿入が発生しても、充電を極力継続することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、実施形態の充電装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図2]図2は、充電台の概略構造の一例を示す図である。

[図3A]図3Aは、送電コイルと受電コイルの間に異物が存在する場合の電力の伝送状態の一例を示す図である。

[図3B]図3Bは、送電コイルと受電コイルとの間に位置ずれが発生した場合の電力の伝送状態の一例を示す図である。

[図4]図4は、実施形態の充電装置が備える制御部の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

[図5]図5は、受電コイルの位置ずれが発生した場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。

[図6A]図6Aは、図5の時刻 t_7 における受電コイルと送電コイルとの位置関係の一例を示す図である。

[図6B]図6Bは、図5の時刻 t_8 から時刻 t_{13} の間で、充電装置が送電コイルの位置を移動させる様子の一例を示す図である。

[図7]図7は、実施形態の充電装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、受電コイルと送電コイルとの間に金属異物が挿入された場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。

[図9A]図9Aは、図8の時刻 t_4 における受電コイルと送電コイルとの位置関係の一例を示す図である。

[図9B]図9Bは、図5の時刻 t_5 から時刻 t_{10} の間で、充電装置が送電コイルの位置を移動させる様子の一例を示す図である。

[図10]図10は、受電コイルと送電コイルとの間に、最初から金属異物がある場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。

[図11]図11は、受電コイルの効率が元々悪い場合においても充電を継続する、充電装置の動作の一例を示す図である。

[図12]図12は、ユーザが、充電中に端末装置の位置を移動させた場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。

[図13]図13は、実施形態の充電装置の第1の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、実施形態の充電装置の第2の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。

[図15]図15は、実施形態の充電装置の第3の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] (実施形態)

以下、図面を参照しながら、本開示に係る充電装置の実施形態について説明する。

[0013] (充電装置の概略構成)

図1を用いて、充電装置10の概略構成を説明する。図1は、実施形態に係る充電装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[0014] 充電装置10は、端末装置30に対して非接触充電（以下、単に充電と呼ぶ）を行う。端末装置30は、例えばスマートフォン等である。充電装置10は、直流電源11と、DC-DCコンバータ12と、ブリッジ回路13と、電圧検出回路14と、電流検出回路15と、送電コイル16と、移動機構17と、位置検出制御器18と、受電コイル位置検出回路20と、異物検出回路21と、制御部22とを備える。

[0015] 直流電源11は、充電装置10を動作させる直流電力を供給する。

[0016] DC-DCコンバータ12は、直流電源11の直流電圧を、所定の直流電圧に昇圧または降圧する。

[0017] ブリッジ回路13は、DC-DCコンバータ12で昇圧または降圧された直流電圧を、交流電圧に変換する。なお、ブリッジ回路13は、フルブリッジ回路であってもよいし、ハーフブリッジ回路であってもよい。

[0018] 電圧検出回路14は、DC-DCコンバータ12が昇圧または降圧した直流電圧を検出する。

[0019] 電流検出回路15は、ブリッジ回路13の出力電流を検出する。

[0020] 送電コイル16は、ブリッジ回路13から印加された交流電圧に応じて、電磁誘導の原理により磁束を発生する。発生した磁束は、送電コイル16に重なるように載置された端末装置30が備える受電コイル31を通過することによって、受電コイル31に誘導起電力を発生させる。このとき発生した誘導起電力によって、端末装置30の内蔵バッテリーが充電される。即ち、送電コイル16から受電コイル31に対して、電力が送電される。また、受電コイル31から送電コイル16に対して、Qi規格に基づく通信が行われて、例えば、受電コイル31が受信した電力量が送信される。

- [0021] 移動機構 17 は、送電コイル 16 の位置を、コイル面を含む 2 次元座標内で移動させる。移動機構 17 の構造について、詳細は後述する（図 2 参照）。即ち、送電コイル 16 は、移動機構 17 によって位置を変更可能である。そのため、以降の説明において、送電コイル 16 を可動コイルと呼ぶ場合もある。
- [0022] 位置検出制御器 18 は、複数のパターンコイルを備えて、各パターンコイルと接続された図示されないパルス出力回路から出力されたパルスに応じて、複数のパターンコイルと受電コイル 31 との結合状態に応じて変化する反射波を、受電コイル位置検出回路 20 にて検出する。
- [0023] なお、送電コイル 16 と、移動機構 17 と、位置検出制御器 18 とは、充電台 19 に内包されている。充電台 19 の上面は、端末装置 30 を載置可能な平面をなしている。
- [0024] 受電コイル位置検出回路 20 は、位置検出制御器 18 からの反射波を取得して、受電コイル 31 の中心位置を検出する。
- [0025] 異物検出回路 21 は、充電装置 10 が充電を行っていないときに、送電コイル 16 と重なる位置に金属異物があるか否かを検出する。より具体的には、異物検出回路 21 は、ブリッジ回路 13 が送電コイル 16 に、周波数を変更しながら交流電圧を印加した際に、ブリッジ回路 13 と送電コイル 16 との間に直列に接続されたコンデンサ C の容量成分（キャパシタンス）と、送電コイル 16 が有する抵抗成分（インダクタンス）とによる直列共振状態の鋭さ（Q 値）を算出する。そして、異物検出回路 21 は、算出された Q 値が、予想される Q 値よりも低下することを検知することによって、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物があるものと判断する。なお、より詳しい検出方法は、例えば特許文献 2 に開示されている。
- [0026] 制御部 22 は、充電装置 10 による充電状態に係る様々な制御を行う。
- [0027] 制御部 22 は、演算部 22a と、演算結果比較部 22b と、演算結果記憶部 22c と、送電コイル位置制御部 22d とを備える。
- [0028] 演算部 22a は、電圧検出回路 14 が検出した電圧と、電流検出回路 15

が検出した電流とから、送電コイル 16 に対する送電電力を算出する。

[0029] また、演算部 22 a は、送電コイル 16 が受電コイル 31 から受信した通信データに基づいて、受電コイル 31 の受電電力を算出する。

[0030] 更に、演算部 22 a は、同じ時刻 t に算出した送電電力 $P_{out}(t)$ に対する受電電力 $R_p(t)$ の比率、即ち効率 $E(t)$ ($=R_p(t)/P_{out}(t)$) を算出する。なお、演算部 22 a は、同じ時刻 t に算出した送電電力 $P_{out}(t)$ と受電電力 $R_p(t)$ の差分値 ($P_{out}(t) - R_p(t)$) を算出してもよい。

[0031] 演算結果比較部 22 b は、算出した効率 $E(t)$ と、予め設定した閾値 E_{th} とを比較する。また、演算結果比較部 22 b は、DC-DC コンバータ 12 とブリッジ回路 13 とに対して、充電の開始、終了を指示する。また、演算結果比較部 22 b は、DC-DC コンバータ 12 とブリッジ回路 13 とに対して、通常電力での充電の継続、または制限電力での充電の継続を指示する。また、演算結果比較部 22 b は、送電コイル位置制御部 22 d に対して、送電コイル 16 の位置の移動を指示する。

[0032] 演算結果記憶部 22 c は、演算部 22 a が算出した効率 $E(t)$ の最大値を逐次更新しながら記憶する。

[0033] 送電コイル位置制御部 22 d は、受電コイル位置検出回路 20 が検出した受電コイル 31 の現在位置と、演算結果比較部 22 b による送電コイル 16 の位置の移動指示とに基づいて、移動機構 17 に対して、送電コイル 16 の移動位置を指示する。

[0034] なお、ここでは、充電台 19 に、位置を変な送電コイル 16 (可動コイル) を備える構成を説明したが、送電コイル 16 は、複数の固定コイルを備える構成としてもよい。送電コイル 16 が複数の固定コイルを備える構成の場合、図 2 における位置検出制御器 18 および受電コイル位置検出回路 20 は不要であり、図 2 における移動機構 17 の代わりに、複数の固定コイルの中から 1 つを選択して通電させる機能を有する通電制御部を備え、送電コイル位置制御部 22 d は、通電制御部に対して、通電させる固定コイルを変更

する指示を与える。

[0035] (充電台の構造)

図2を用いて、充電台19の概略構造を説明する。図2は、充電台の概略構造の一例を示す図である。なお、以下では、充電台19が、位置を可変な送電コイル16を備える場合について説明する。

[0036] 充電台19は、筐体40でパッケージングされており、移動機構17を内包する。移動機構17は、送電コイル16を、充電台19の上面に沿って、X軸方向及びY軸方向に移動させる。移動機構17は、位置制御回路38で制御されるサーボモータ32の動作によって、送電コイル16をX軸およびY軸に沿って移動させる。サーボモータ32は、X軸サーボモータ32aとY軸サーボモータ32bとを備える。X軸サーボモータ32aは、送電コイル16をX軸に沿って移動させるアクチュエータである。Y軸サーボモータ32bは、送電コイル16をY軸に沿って移動させるアクチュエータである。

[0037] X軸サーボモータ32aは、X軸に沿って互いに平行に設置された一対のX軸ネジ棒33aを回転駆動する。一対のX軸ネジ棒33aは、両端にそれぞれベルト35が架け渡されており、X軸サーボモータ32aの回転方向に応じた向きに、互いに同期して回転する。一対のX軸ネジ棒33aには、それぞれX軸ナット材34aがねじ込まれている。また、X軸ナット材34aには、一対のX軸ネジ棒33aにそれぞれ平行に設置された、X軸ナット材34aのX軸に沿う移動を補助する図2に非図示のガイドロッドが貫通している。一対のX軸ネジ棒33aにねじ込まれたX軸ナット材34a同士は、互いに平行に設置されたY軸ネジ棒33bとガイドロッド36とで連結されている。送電コイル16は、フェライト等の磁性体からなるコア37に線材が巻回された形態で構成されている。送電コイル16には、電源供給回路39から交流電圧が供給される。コア37の裏面側にはY軸ナット材34bが設置されており、Y軸ナット材34bにはY軸ネジ棒33bがねじ込まれている。また、ガイドロッド36は、Y軸ネジ棒33bと平行にコア37を貫

通している。

[0038] X軸サーボモータ32aの回転に伴って、一对のX軸ネジ棒33aが回転すると、一对のX軸ナット材34aは、X軸ネジ棒33aの回転方向に応じた向きに移動する。これに伴い、送電コイル16がX軸に沿って移動する。

[0039] Y軸サーボモータ32bは、一方のX軸ナット材34aに設置されて、Y軸に沿って設置されたY軸ネジ棒33bを回転駆動する。Y軸サーボモータ32bの回転に伴って、Y軸ネジ棒33bが回転すると、Y軸ナット材34bは、Y軸ネジ棒33bの回転方向に応じた向きに移動する。これに伴い、送電コイル16がY軸に沿って移動する。なお、以上は一例であり、送電コイル移動機構は別の構成やX軸、Y軸いずれか一軸のみでも実現可能である。

[0040] なお、充電台19は、送電コイル16を含む移動機構17の代わりに、設置位置が固定された複数の送電コイルを備えた構成であってもよい。

[0041] (送電コイルと受電コイルとの位置関係)

図3A、図3Bを用いて、送電コイル16と受電コイル31との位置関係を説明する。図3Aは、送電コイルと受電コイルの間に異物が存在する場合の電力の伝送状態の一例を示す図である。図3Bは、送電コイルと受電コイルとの間に位置ずれが発生した場合の電力の伝送状態の一例を示す図である。

[0042] 図3Aに示すように、送電コイル16と受電コイル31との間に金属異物90が存在すると、送電コイル16が送電する送電電力と、受電コイル31が受電する受電電力との間に電力損失が発生する。

[0043] 即ち、図3Aの場合、送電コイル16が発生した磁束の一部が、金属異物90を通過し渦電流として消費されるため、送電コイル16と受電コイル31との磁気結合の効率が低下した状態になっている。このとき、送電コイル16で発生した磁束(図3Aの上向きの矢印)のうち一部は、受電コイル31の中心位置に到達しないため、電力伝送の効率 $E(t)$ が低下する。

[0044] 例えば、図3Aにおいて、送電コイル16の送電電力 $P_{out}(t)$ が1

4. 5 Wであって、受電コイル 31 の受電電力 $R_p(t)$ が 10 Wであったとする。また、送電コイル 16 の送電電力 $P_{out}(t)$ と受電コイル 31 の受電電力 $R_p(t)$ との間には、金属異物 90 がない場合であっても、一定の電力損失が発生する。この電力損失を 2 Wとする。すると、充電装置 10 の送電電力は、電力損失によって 2 W失われて、更に、金属異物 90 によって 2.5 W失われることになる。

[0045] 金属異物 90 は、この 2.5 Wの電力を吸収して発熱する。このような金属異物 90 の発熱によって、充電装置 10 や端末装置 30 に触れて火傷を負うおそれや、金属異物 90 の発熱による火傷や、充電装置 10、端末装置 30 の劣化や発火のおそれがあるため、一般に、送電電力の損失が閾値を超えた場合には、充電装置 10 による充電を停止させている。

[0046] 一方、図 3 B は、送電コイル 16 と受電コイル 31 とが互いのコイルの中心位置がずれた状態で充電を行っている様子を示す。

[0047] 図 3 B において、送電コイル 16 の送電電力 $P_{out}(t)$ が 14.5 Wであって、受電コイル 31 の受電電力 $R_p(t)$ が 10 Wであったとする。この場合も、通常の電力損失 2 Wが発生する。そして、図 3 B の場合、送電コイル 16 の中心位置と受電コイル 31 の中心位置とがずれているため、磁気結合の効率が低下した状態、即ち、送電コイル 16 で発生した磁束（図 3 B の上向きの矢印）のうち一部が、受電コイル 31 の中心位置に到達しない状態になっている。そして、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれによって、2.5 Wの電力損失が発生している。

[0048] なお、図 3 B は、受電コイル 31 のコイル面が、送電コイル 16 のコイル面と平行な平面上で移動した場合の例を示しているが、送電コイル 16 のコイル面が、受電コイル 31 のコイル面から離れる方向に移動した場合についても同様である。例えば、充電を行う端末装置 30 に厚手のカバーが装着されている場合、カバーがない場合と比較すると、充電台 19 に載置した際に、送電コイル 16 と受電コイル 31 との距離が離れる。このような場合にも電力損失が発生する。また、端末装置 30 の背面、即ち受電コイル 31 が設

置されている側の面にカメラのレンズが設置されていると、レンズの外枠が端末装置 30 の裏面から突出している場合がある。このような場合、端末装置 30 を充電台 19 に載置すると、レンズの外枠の影響で端末装置 30 が斜めに浮き上がり、送電コイル 16 のコイル面と受電コイル 31 のコイル面との平行性が崩れる。このような場合にも電力損失が発生する。

[0049] 図 3 A と図 3 B とを比較すると、金属異物 90 による電力損失と、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれによる電力損失とが等しくなっている。そして、図 3 B のように送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれによる電力損失が発生している場合は、金属異物 90 の発熱を伴わないため、充電を停止する必要がない。

[0050] 本実施形態の充電装置 10 は、図 3 A のように、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 が存在する場合は、金属異物 90 の発熱を抑えるために、送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で、できる限り充電を継続する。また、図 3 B のように、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれがある場合は、送電コイル 16 の位置を移動させて、または結合状態のより高い送電コイル 16 を選択させて、できる限り充電を継続する。なお、金属異物 90 があることが検出された場合は、送電を停止して、使用者に金属異物 90 の除去を指示してもよい。

[0051] (充電装置の機能構成)

図 4 を用いて、充電装置 10 の機能構成を説明する。図 4 は、実施形態の充電装置が備える制御部の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

[0052] 充電装置 10 の制御部 22 は、図 4 に示す各機能部位を備える。即ち、制御部 22 は、送電コイル位置設定部 41 と、送電指示部 42 と、送電電力取得部 43 と、受電電力取得部 44 と、受電効率算出部 45 と、受電効率比較部 46 と、送電電力制御部 47 と、送電コイル位置探索部 48 と、充電状態制御部 49 と、異物検知部 50 と備える。

[0053] これらの各機能部位は、制御プログラムとして制御部 22 にインストールされたソフトウェアで実現されてもよいし、専用ハードウェアで実現されて

もよい。また、ソフトウェアと専用ハードウェアとのハイブリッド構成で実現されてもよい。

[0054] 送電コイル位置設定部41は、充電台19に端末装置30が載置されると、受電コイル31と位置ずれがない位置に送電コイル16の位置を設定する。充電装置10が、位置を可変な送電コイル16（可動コイル）を備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部41は、受電コイル位置検出回路20が検出した受電コイル31の位置に基づいて、送電コイル16の位置を受電コイル31と対向する位置に設定する。そして、送電コイル16は、移動機構17によって、送電コイル位置設定部41で設定された位置に移動される。一方、充電装置10が、送電コイル16として複数の固定コイルを備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部41は、各固定コイルに順次通電しながら、受電効率が最も良い固定コイルの位置を送電コイル16の位置に設定する。

[0055] 送電指示部42は、後述する送電電力制御部47および／または充電状態制御部49の指示に基づいて、DC-DCコンバータ12およびブリッジ回路13の制御を行う。これにより、送電コイル16に電力が供給される。具体的には、送電指示部42は、DC-DCコンバータ12およびブリッジ回路13に通電を指示することによって、送電コイル16に磁束を発生させることで、送電コイル16に電力を送電させる。送電コイル16で発生した磁束が受電コイル31に誘導起電力を発生させて、端末装置30が充電される。

[0056] 送電電力取得部43は、送電指示部42が送電コイル16に送電させた送電電力 $P_{out}(t)$ の大きさを取得する。なお、送電電力取得部43は、同じ時刻 t に電圧検出回路14が検出した電圧と、電流検出回路15が検出した電流と、の積算によって、送電電力 $P_{out}(t)$ の大きさを取得する。

[0057] 受電電力取得部44は、端末装置30から、時刻 t において受電コイル31が受電した受電電力 $R_p(t)$ の大きさを取得する。より具体的には、受

電電力取得部44は、端末装置30からパケット通信によって送られる受電電力 $R_p(t)$ や受電電力目標値等を含む情報を受信する。そして、受電電力取得部44は、受信した情報を復調することによって、受電電力 $R_p(t)$ を取得する。

[0058] 受電効率算出部45は、送電電力 $P_{out}(t)$ に対する受電電力 $R_p(t)$ の効率 $E(t)$ を演算する。なお、効率 $E(t)$ は、本開示における比率の一例である。また、受電効率算出部45は、本開示における演算部の一例である。

[0059] 受電効率比較部46は、充電中に算出された効率 $E(t)$ と、予め設定した閾値 E_{th} とを比較する。受電効率比較部46は、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 未満であるとき、端末装置30の位置ずれが発生したか、または金属異物90が挿入されたものと判定する。また、受電効率比較部46は、送電電力制御部47が送電コイル16への送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態において、送電コイル16が移動した際に、時刻とともに算出される効率 $E(t)$ 同士を比較して、最も高い効率 $E(t)$ を記憶する。また、受電効率比較部46は、充電を開始した際の効率 $E(t)$ と、送電コイル16を移動させた際に取得した最も高い効率 $E(t)$ とを比較する。

[0060] なお、閾値 E_{th} の値は、充電する端末装置30毎に設定できるのが望ましい。例えば、充電装置10を車両に搭載された状態で使用する場合、充電装置10によって充電される端末装置30の種類は、車両の所有者および家族等に限定されるため、充電される端末装置30毎に、効率 $E(t)$ を予め測定して、端末装置30と閾値 E_{th} の値とを関連付けて記憶しておいてもよい。

[0061] 充電装置10に端末装置30を載置して充電を開始した際に、端末装置30から充電装置10に対して、当該端末装置30の機種を識別可能な情報を送信することによって、充電装置10は、載置された端末装置30の機種を特定することができる。そして、充電装置10は、特定された機種に関連付けられた閾値 E_{th} を呼び出して設定してもよい。また、ユーザは、端末装

置 30 を充電装置 10 に載置した際に、図 1 に非図示の操作系を用いて、充電装置 10 に載置した端末装置 30 を特定する識別情報を入力してもよい。そして、充電装置 10 は、入力された識別情報から、端末装置 30 に関連付けられた閾値 E_{th} を呼び出して設定してもよい。

[0062] 送電電力制御部 47 は、送電コイル 16 から受電コイル 31 に対して送電される電力に関する制御を行う。送電電力制御部 47 は、例えば、後述する充電状態制御部 49 の指示に基づいて、送電電力 $P_{out}(t)$ の制限および制限の解除に関する制御を行う。

[0063] 送電コイル位置探索部 48 は、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 未満である場合に、送電電力制御部 47 により送電電力 $P_{out}(t)$ が制限された状態で送電コイル 16 の位置を移動させて、受電効率算出部 45 により演算された効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル 16 の位置を探索する。充電装置 10 が、位置を可変な送電コイル 16（可動コイル）を備える構成の場合においては、送電コイル位置探索部 48 は、移動機構 17 により送電コイル 16 の位置を移動させて、効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル 16 の位置を探索する。充電装置 10 が、送電コイル 16 として複数の固定コイルを備える構成の場合においては、送電コイル位置探索部 48 は、各固定コイルに順次通電しながら、効率 $E(t)$ が最大になる固定コイルを探索する。なお、送電コイル位置探索部 48 は、本開示における送電位置探索部の一例である。

[0064] 充電状態制御部 49 は、送電コイル位置探索部 48 により探索された送電コイル 16 の位置における効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 以上である場合に、送電コイル位置探索部 48 により探索された送電コイル 16 の位置において、送電電力制御部 47 に送電電力 $P_{out}(t)$ の制限を解除させて充電を継続する。

[0065] また、充電状態制御部 49 は、送電コイル位置探索部 48 により探索された送電コイル 16 の位置における効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 未満である場合に、送電コイル 16 への電力の供給を遮断することで充電を停止する。

[0066] また、充電状態制御部 49 は、端末装置 30 が満充電の状態になったかを

判定する。具体的には、充電状態制御部 49 は、端末装置 30 から EPT (End Power Transfer) というパケットを受信した場合や、CEP (Control Error Packet) という受電電力目標値を指示するパケットのある一定期間の平均値が極めて低い場合等に、端末装置 30 が満充電の状態になったと判定する。

[0067] 異物検知部 50 は、充電装置 10 が充電を行っていない状態で、受電コイル 31 を送電コイル 16 とずれがない位置に載置した際の送電コイル 16 と受電コイル 31 との結合状態に基づいて、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 があるかを検知する。

[0068] (充電装置の動作例 (1))

図 5、図 6 A、図 6 B を用いて、充電装置 10 の第 1 の動作例を説明する。図 5 は、受電コイルの位置ずれが発生した場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。図 6 A は、図 5 の時刻 t_7 における受電コイルと送電コイルとの位置関係の一例を示す図である。図 6 B は、図 5 の時刻 t_8 から時刻 t_{13} の間で、充電装置が送電コイルの位置を移動させる様子の一例を示す図である。この第 1 の動作例は、後述する図 7 に示すフローチャートに対応する。

[0069] 図 5 の時刻 $t = t_1$ は、端末装置 30 を充電台 19 に載置したとき、受電コイル 31 と位置ずれがない位置に送電コイル 16 の位置を設定して充電を開始した状態を示す。

[0070] このとき、充電装置 10 は、送電電力 $P_{out}(t_1) = 13.0W$ を送電して、端末装置 30 は、受電電力 $R_p(t_1) = 10.0W$ を受電したものとする。即ち、効率 $E(t_1)$ は 77% になる。以降、充電装置 10 は端末装置 30 への充電を継続する。

[0071] 例えば、充電装置 10 を車載状態で使用した場合、端末装置 30 は充電台 19 に、単に載置されているため、車両の振動によって、端末装置 30 の位置が変化する場合がある。図 5 の例では、時刻 $t = t_4$ から時刻 $t = t_6$ にかけて、端末装置 30 の位置が移動している。このとき、充電装置 10 の送

電電力 $P_{out}(t)$ の損失が大きくなるため、図5に示すように、効率 $E(t)$ が低下する。そして、時刻 $t = t_6$ において、予め設定された効率 $E(t)$ の閾値 E_{th} (例えば70%) を下回ったとする。なお、効率 $E(t)$ が低下した際に、送電指示部42は、所望の受電電力 $R_p(t)$ が得られるように、送電電力 $P_{out}(t)$ を増大させる。そのため、図5に示すように、時刻 $t = t_4$ から時刻 $t = t_6$ にかけて、送電電力 $P_{out}(t)$ が増大している。

[0072] このとき、送電コイル16と受電コイル31との間には、金属異物90が存在している可能性がある。したがって、金属異物90の発熱を抑制するために、充電状態制御部49は、送電電力制御部47に対して、送電コイル16に送電する送電電力 $P_{out}(t)$ を制限させる。なお、送電電力の制限量は、例えば、当初の送電電力 $P_{out}(t)$ の約半分程度に設定されるのが望ましいが、図5の例では、送電電力 $P_{out}(t)$ が8.0Wに制限される。

[0073] なお、時刻 $t = t_7$ において、送電コイル16と受電コイル31（端末装置30）とは、図6Aに示す位置関係にあるとする。即ち、端末装置30は、送電コイル16に対して、アナログ時計の4時半の方向に位置ずれている。

[0074] 時刻 $t = t_7$ において、送電電力 $P_{out}(t)$ が8.0Wに制限されると、受電効率算出部45は、効率 $E(t_7)$ を算出する。算出された効率 $E(t_7)$ は、演算結果記憶部22cに記憶される。

[0075] その後、送電コイル位置探索部48は、送電電力制御部47が送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で送電コイル16の位置を移動させて、受電効率算出部45が演算した効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル16の位置を探索する。

[0076] 送電コイル16の移動パターンは問わないが、図5の例では、時刻 $t = t_7$ における送電コイル16の中心位置である位置P1（図6B参照）を、時刻 $t = t_8$ において、12時の方向に送電コイル16の外縁、即ち位置P2

まで移動させる。その後、時刻 t の経過とともに、送電コイル 16 の中心位置を、時刻 $t = t_7$ における送電コイル 16 の外縁位置に沿って、反時計回りに移動させる。

[0077] 即ち、送電コイル 16 の中心位置は、時刻 $t = t_9$ において位置 P 3 に移動する。また、時刻 $t = t_{10}$ において位置 P 4 に移動し、時刻 $t = t_{11}$ において位置 P 5 に移動する。受電効率算出部 45 は、送電コイル 16 が移動した各位置において、送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で、効率 $E(t)$ を算出する。なお、図 5 に示す効率 $E(t)$ のサンプリング間隔は、端末装置 30 から通知される受電電力パケット間隔による。即ち、送電コイル 16 が移動している間も、効率 $E(t)$ が随時算出される。

[0078] 図 5 の例において、送電コイル位置探索部 48 は、時刻 $t = t_{10}$ における効率 $E(t_{10})$ と、時刻 $t = t_{11}$ における効率 $E(t_{11})$ との間に、効率 $E(t)$ が極大になる位置があることを発見したとする。このとき、送電コイル位置探索部 48 は、時刻 $t = t_{12}$ において、送電コイル 16 を、時刻 $t = t_{10}$ における位置 P 4 と、時刻 $t = t_{11}$ における位置 P 5 との中間地点である、4 時半の位置 P 6 に移動させる。

[0079] 位置 P 6 における効率 $E(t_{12})$ が高い値になったことから、送電コイル位置探索部 48 は、効率 $E(t)$ がより高い位置を探索する。例えば、時刻 $t = t_{13}$ において、送電コイル 16 を、4 時半のより外側の位置 P 7 に移動させる。

[0080] 位置 P 7 における効率 $E(t_{13}) = 78\%$ が、閾値 E_{th} を超える最大値であることから、充電装置 10 は、位置 P 7 が、端末装置 30 がずれた位置であると判断する。そして、充電装置 10 は、効率 $E(t_{13})$ が閾値 E_{th} を超えていることから、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物は存在しないものと判定する。

[0081] 続いて、充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_{14}$ において、送電電力制御部 47 による送電電力 $P_{out}(t)$ の制限を解除して充電を継続する。

[0082] なお、充電装置 10 が、可動式の送電コイル 16 の代わりに、複数の固定

コイルを備える場合は、固定コイルを順に選択して通電することによって、前記したのと同様に受電コイル 31 の位置が探索される。

[0083] (充電装置が行う処理の流れ)

図 7 を用いて、充電装置 10 が行う処理の流れを説明する。図 7 は、実施形態の充電装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 7 に示すフローチャートでは、充電装置 10 は、充電開始後の効率 $E(t)$ を監視し、効率 $E(t)$ が閾値以上であると判定されない場合には、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物が存在する可能性を考慮して送電電力を制限する。そして、送電電力を制限した状態で、送電コイル 16 を移動させて効率 $E(t)$ が閾値以上となる位置を探索することで、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれを解消させる。送電コイル 16 を移動させても効率 $E(t)$ が閾値以上に改善されない場合は、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物が存在する可能性があるため、電力を遮断する。

[0084] 図 7 において、端末装置 30 が充電台 19 に載置されると、充電装置 10 は、端末装置 30 の位置を検出する(ステップ S11)。具体的には、送電コイル位置設定部 41 は、充電台 19 に端末装置 30 が載置されると、受電コイル 31 と位置ずれがない位置に送電コイル 16 の位置を設定する。充電装置 10 が、位置を可変な送電コイル 16 (可動コイル) を備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部 41 は、受電コイル位置検出回路 20 が検出した受電コイル 31 の位置に基づいて、送電コイル 16 の位置を受電コイル 31 と対向する位置に設定する。そして、送電コイル 16 は、移動機構 17 によって、送電コイル位置設定部 41 で設定された位置に移動され、充電装置 10 と端末装置 30 との間で各種認証が行われる。一方、充電装置 10 が、送電コイル 16 として複数の固定コイルを備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部 41 は、各固定コイルに順次通電しながら、受電効率が最も良い固定コイルの位置を送電コイル 16 の位置に設定する。そして、送電コイルの位置が設定されると、充電装置 10 と端末装置 30 との

間で各種認証が行われる。

- [0085] 異物検知部50は、充電を行っていない状態で、送電コイル16と受電コイル31との間に金属異物90があるか否かを検知する（ステップS12）。
- [0086] 異物検知部50は、異物が検知されたか否かを判定する（ステップS13）。異物が検知されたと判定される（ステップS13：Yes）とステップS14に進む。一方、異物が検知されたと判定されない（ステップS13：No）とステップS15に進む。
- [0087] ステップS13において、異物が検知されたと判定されると、充電状態制御部49は、送電コイル16への電力供給を遮断する（ステップS14）。その後、充電装置10は、図7の処理を終了する。なお、このとき、充電装置10は、図1に非図示のインジケータ、モニタ、ブザー、スピーカ等によって、金属異物90が挿入されている可能性があることを報知してもよい。
- [0088] ステップS13において、異物が検知されたと判定されないと、充電状態制御部49は、送電指示部42に対して、端末装置30への充電を開始させる（ステップS15）。
- [0089] 受電効率算出部45は、効率 $E(t)$ を算出する（ステップS18）。具体的には、受電効率算出部45は、送電電力取得部43が取得した送電電力 $P_{out}(t)$ と、受電電力取得部44が取得した受電電力 $R_p(t)$ とから、効率 $E(t)$ を算出する。
- [0090] 受電効率比較部46は、ステップS18で算出された効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であるかを判定する（ステップS19）。効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定される（ステップS19：Yes）とステップS20に進む。一方、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されない（ステップS19：No）とステップS21に進む。
- [0091] ステップS19において、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されると、充電状態制御部49は、端末装置30が満充電の状態になったかを判定する（ステップS20）。端末装置30が満充電の状態になったと判

定される（ステップS20：Yes）と、充電装置10は、図7の処理を終了する。一方、端末装置30が満充電の状態になったと判定されない（ステップS20：No）と、ステップS18に戻る。

[0092] ステップS19において、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されないと、充電状態制御部49は、送電電力制御部47に対して、送電コイル16に送電させる送電電力 $P_{out}(t)$ を制限させる（ステップS21）。

[0093] 受電効率算出部45は、送電電力 $P_{out}(t)$ が制限されたときの効率 $E(t)$ を算出して、演算結果記憶部22cに記憶する。なお、このときに記憶される効率 $E(t)$ を効率 Q とする（ステップS22）。また、このとき、送電コイル16の位置も演算結果記憶部22cに記憶される。

[0094] 続いて、送電コイル位置探索部48は、送電コイルの移動を開始させる（ステップS23）。送電コイル位置探索部48は、効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル16の位置を探索するために、予め決められた規則に基づいて送電コイル16を移動させる。

[0095] 受電効率算出部45は、送電コイル16が移動している際に、所定の時間間隔で効率 $E(t)$ を算出する（ステップS24）。

[0096] 受電効率比較部46は、ステップS24で算出された効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいかを判定する（ステップS25）。効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいと判定される（ステップS25：Yes）とステップS26に進む。一方、効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいと判定されない（ステップS25：No）とステップS27に進む。

[0097] ステップS25において、効率 $E(t)$ が効率 Q よりも大きいと判定されると、受電効率比較部46は、効率 Q を、ステップS24で算出された効率 $E(t)$ で置き換える（ステップS26）。置き換えられた効率 Q の値は、そのときの送電コイル16の位置とともに、演算結果記憶部22cに記憶される。

[0098] 送電コイル位置探索部48は、所定範囲で送電コイル16を移動させたか

を判定する（ステップS 2 7）。所定範囲で送電コイル1 6を移動させたと判定される（ステップS 2 7：Y e s）とステップS 2 8に進む。一方、所定範囲で送電コイル1 6を移動させたと判定されない（ステップS 2 7：N o）とステップS 2 4に戻る。すなわち、ステップS 2 4からステップS 2 6の処理を、所定範囲で送電コイル1 6が移動されるまで繰り返し行う。所定範囲で位置を変えながら送電コイル1 6を移動させて効率 $E(t)$ をモニタするため、充電開始後において受電コイルの位置ずれが生じた場合に、受電コイル位置検出回路2 0による端末装置3 0の位置検出を行わずに、送電コイル1 6と端末装置3 0の受電コイル3 1との位置合わせを行うことができる。

[0099] ステップS 2 7において、所定範囲で送電コイル1 6を移動させたと判定されると、受電効率比較部4 6は、効率 Q がステップS 1 9で使用された閾値 E_{th} 以上であるかを判定する（ステップS 2 8）。効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定される（ステップS 2 8：Y e s）とステップS 2 9に進む。一方、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されない（ステップS 2 8：N o）とステップS 3 1に進む。

[0100] ステップS 2 8において、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されると、送電コイル位置探索部4 8は、送電コイル1 6を、効率 Q が最大の位置に移動させる（ステップS 2 9）。

[0101] 充電状態制御部4 9は、ステップS 2 1で行った送電電力の制限を解除する（ステップS 3 0）。その後、ステップS 1 8に戻る。

[0102] ステップS 2 8において、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されないと、充電状態制御部4 9は、送電コイル1 6への電力供給を遮断する（ステップS 3 1）。その後、充電装置1 0は、図7の処理を終了する。

[0103] なお、図7の全てのステップにおいて、充電装置1 0は、端末装置3 0との間で通信が継続しているかを常に監視している。そして、端末装置3 0との間の通信が途絶したことが検出された場合には、ステップS 1 1に移行して、図7の処理をやり直す。

[0104] (充電装置の動作例(2))

図8、図9A、図9Bを用いて、充電装置10の第2の動作例を説明する。図8は、受電コイルと送電コイルとの間に金属異物が挿入された場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。図9Aは、図8の時刻 t_4 における受電コイルと送電コイルとの位置関係の一例を示す図である。図9Bは、図8の時刻 t_5 から時刻 t_{10} の間で、充電装置が送電コイルの位置を移動させる様子の一例を示す図である。この第2の動作例は、前述した図7に示すフローチャートに対応する。

[0105] 図8の時刻 $t = t_1$ は、端末装置30を充電台19に載置したとき、受電コイル31と位置ずれがない位置に送電コイル16の位置を設定して充電を開始した状態を示す。

[0106] このとき、充電状態制御部49は、送電電力 $P_{out}(t_1) = 13.0$ Wを送電して、端末装置30は、受電電力 $R_p(t_1) = 10.0$ Wを受電したものとする。即ち、効率 $E(t_1)$ は77%になる。以降、充電状態制御部49は、端末装置30への充電を継続する。

[0107] 例えば、充電装置10を車載状態で使用した場合、端末装置30は充電台19に、単に載置されているため、車両の振動によって、端末装置30と充電台19との間に、コインやガムの包み紙(アルミ箔)等の金属異物が挿入される場合がある。図8の例では、時刻 $t = t_4$ において、金属異物90が挿入されたとする。このとき、充電装置10の送電電力 $P_{out}(t)$ の損失が大きくなるため、図8に示すように、効率 $E(t)$ が低下する。ここで、効率 $E(t)$ が低下した際に、送電指示部42は、所望の受電電力 $R_p(t)$ が得られるように、送電電力 $P_{out}(t)$ を増大させる。そのため、図8に示すように、時刻 $t = t_4$ において、送電電力 $P_{out}(t)$ が増大している。

[0108] そして、時刻 $t = t_4$ において、効率 $E(t_4)$ が、予め設定された効率 $E(t)$ の閾値 E_{th} (例えば70%)を下回ったとする。このとき、送電コイル16と受電コイル31の間には、金属異物90が存在している可能

性がある。または、送電コイル16と受電コイル31との位置関係がずれた可能性がある。したがって、金属異物90の発熱を抑制するために、充電状態制御部49は、送電電力制御部47に対して、送電コイル16に送電する送電電力 $P_{out}(t)$ を制限させる。なお、送電電力の制限量は、例えば、当初の送電電力 $P_{out}(t)$ の約半分に設定されるのが望ましいが、図8の例では、送電電力 $P_{out}(t)$ が8.0Wに制限される。

[0109] 時刻 $t = t_5$ において、送電電力 $P_{out}(t)$ が8.0Wに制限されると、受電効率算出部45は、効率 $E(t_5)$ を算出する。算出された効率 $E(t_5)$ は、演算結果記憶部22cに記憶される。

[0110] その後、送電コイル位置探索部48は、送電電力制御部47が送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で送電コイル16の位置を移動させて、受電効率算出部45が演算した効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル16の位置を探索する。

[0111] 送電コイル16の移動パターンは問わないが、図8の例では、時刻 $t = t_5$ における送電コイル16の中心位置である位置P11（図9B参照）を、時刻 $t = t_6$ において、12時の方向に送電コイル16の外縁、即ち位置P12まで移動させる。その後、時刻 t の経過とともに、送電コイル16の中心位置を、時刻 $t = t_5$ における送電コイル16の外縁位置に沿って、反時計回りに移動させる。

[0112] 即ち、送電コイル16の中心位置は、時刻 $t = t_7$ において位置P13に移動する。また、時刻 $t = t_8$ において位置P14に移動し、時刻 $t = t_9$ において位置P15に移動する。受電効率算出部45は、送電コイル16が移動した各位置において、送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で、効率 $E(t)$ を算出する。なお、図8に示す効率 $E(t)$ のサンプリング間隔は、端末装置30から通知される受電電力パケット間隔による。即ち、送電コイル16が移動している間も、効率 $E(t)$ が随時算出される。

[0113] 図8の例において、送電コイル位置探索部48は、時刻 $t = t_6$ における効率 $E(t_6)$ と、時刻 $t = t_7$ における効率 $E(t_7)$ との間に、効率 E

(t) が極大になる位置があることを発見したとする。このとき、送電コイル位置探索部 48 は、時刻 $t = t_{10}$ において、送電コイル 16 を、時刻 $t = t_6$ における位置 P12 と、時刻 $t = t_7$ における位置 P13 との中間地点である、10時半の位置 P16 に移動させる。

[0114] 送電コイル位置探索部 48 は、更に、位置 P16 の近傍において、効率 $E(t)$ がより高い位置を探索する。その結果、時刻 $t = t_{11}$ において、効率 $E(t_{11})$ の最大値 (65%) が得られたとする。

[0115] 充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_{11}$ における効率 $E(t_{11})$ と、時刻 $t = t_5$ における効率 $E(t_5)$ とが等しいことから、効率 $E(t)$ が改善されないと判断する。即ち、充電装置 10 は、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれが発生したのではなく、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 が挿入されたものと判断する。

[0116] そして、充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_{12}$ において、送電コイル 16 への電力供給を遮断する。なお、このとき、充電装置 10 は、金属異物が挿入されている可能性があるため、電力供給を遮断したことを報知してもよい。

[0117] なお、充電装置 10 が、可動式の送電コイル 16 の代わりに、複数の固定コイルを備える場合は、固定コイルを順に選択して通電することによって、前記したのと同様に受電コイル 31 の位置が探索される。

[0118] (充電装置の動作例 (3))

図 10 を用いて、充電装置 10 の第 3 の動作例を説明する。図 10 は、受電コイルと送電コイルとの間に、最初から金属異物がある場合の、充電装置の動作の一例を示す図である。この第 3 の動作例は、前述した図 7 に示すフローチャートに対応する。

[0119] 図 10 の時刻 $t = t_1$ は、端末装置 30 を充電台 19 に載置したとき、受電コイル 31 と位置ずれがない位置に送電コイル 16 の位置を設定して充電を開始した状態を示す。時刻 $t = t_1$ において、受電効率算出部 45 が算出した効率 $E(t_1)$ は、閾値 E_{th} (例えば 70%) 未満の値になっている

。

[0120] 効率 $E(t_1)$ が、閾値 E_{th} 未満であることから、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間には、金属異物 90 が存在している可能性があるとして判定されて、充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_2$ において、送電電力制御部 47 に対して、送電コイル 16 に送電する送電電力 $P_{out}(t)$ を 8.0W に制限させる。

[0121] 時刻 $t = t_2$ において、送電電力 $P_{out}(t)$ が 8.0W に制限されると、受電効率算出部 45 は、効率 $E(t_2)$ を算出する。算出された効率 $E(t_2)$ は、演算結果記憶部 22c に記憶される。

[0122] その後、送電コイル位置探索部 48 は、送電電力制御部 47 が送電電力 $P_{out}(t)$ を制限した状態で送電コイル 16 の位置を移動させて、受電効率算出部 45 が演算した効率 $E(t)$ が最大になる送電コイル 16 の位置を探索する。

[0123] 送電コイル 16 の移動パターンは問わないが、図 10 の例では、時刻 $t = t_2$ における送電コイル 16 の中心位置を、時刻 $t = t_3$ において、12時の方向に送電コイル 16 の外縁まで移動させる。その後、時刻 t の経過とともに、送電コイル 16 の中心位置を、時刻 $t = t_2$ における送電コイル 16 の外縁位置に沿って、反時計回りに移動させる。受電効率算出部 45 は、時刻とともに変化する効率 $E(t)$ を随時算出する。

[0124] 時刻 $t = t_3$ から時刻 $t = t_6$ にかけて取得された効率 $E(t)$ は、時刻 $t = t_2$ で算出された効率 $E(t_2)$ を上回らないことがわかったため、充電状態制御部 49 は、受電コイル 31 と送電コイル 16 との間に、最初から金属異物 90 があったものと判断して、時刻 $t = t_7$ において、送電コイル 16 への電力供給を遮断する。

[0125] このとき、充電装置 10 は、受電コイル 31 と送電コイル 16 との間に金属異物 90 がある可能性がある旨を報知するのが望ましい。

[0126] なお、端末装置 30 が備える受電コイル 31 の効率が元々悪い場合にも、図 10 と同様の効率 $E(t)$ の遷移が観測される。即ち、本実施形態にあつ

ては、受電コイル 31 と送電コイル 16 との間に、最初から金属異物 90 がある場合と、受電コイル 31 の効率が元々悪い場合とを識別することはできない。以下に示す充電装置 10 の動作例は、受電コイル 31 の効率が元々悪い場合であっても、充電を継続することが可能な例である。

[0127] (充電装置の動作例 (4))

図 11 を用いて、充電装置 10 の第 4 の動作例を説明する。図 7 に示したフローチャートにおいて、送電コイル 16 を移動させても効率が改善されない場合は、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物がある可能性を考慮して電力を遮断するとしたが、電力を遮断せずに、送電電力を更に制限して充電を継続しても良い。すなわち、図 7 に示したフローチャートにおいて、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されない場合に (ステップ S28 : No)、充電状態制御部 49 は、送電コイル 16 への送電電力を更に制限して充電を継続させるとしても良い。また、効率が最大となる送電コイル 16 の位置で充電を継続させても良い。図 11 は、送電コイル 16 と受電コイル 31 の電力効率が元々悪い場合において、効率 $E(t_1)$ が改善されないため、さらに送電電力を制限して充電を継続する、充電装置の動作の一例を示す図である。

[0128] 図 11 の時刻 $t = t_1$ は、端末装置 30 を充電台 19 に載置したとき、受電コイル 31 と位置ずれがない位置に送電コイル 16 の位置を設定して充電を開始した状態を示す。時刻 $t = t_1$ において、受電効率算出部 45 が算出した効率 $E(t_1)$ は、閾値 E_{th} (例えば 70%) 未満の値になっている。

[0129] 効率 $E(t_1)$ が、閾値 E_{th} 未満であることから、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間には、金属異物 90 が存在している可能性があるとして判定されて、充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_2$ において、送電電力制御部 47 に対して、送電コイル 16 に送電させる送電電力 $P_{out}(t)$ を 8.0 W に制限させる。

[0130] その後、送電コイル位置探索部 48 は、送電電力制御部 47 が送電電力 P

out (t) を制限した状態で送電コイル 16 の位置を移動させて、受電効率算出部 45 が演算した効率 E (t) が最大になる送電コイル 16 の位置を探索する。探索方法は、図 10 で説明したのと同様である。

[0131] 時刻 $t = t_3$ から時刻 $t = t_6$ にかけて取得された効率 E (t) は、時刻 $t = t_2$ で算出された効率 E (t_2) 以上にならないことがわかったため、充電状態制御部 49 は、時刻 $t = t_7$ において、送電電力制御部 47 に対して、送電コイル 16 に送電する送電電力 Pout (t) を 4.0W に制限させる。

[0132] 時刻 $t = t_8$ において、送電コイル位置探索部 48 は、送電コイル 16 を効率 E (t) が最大であった時刻 $t = t_2$ の位置に戻す。そして、充電状態制御部 49 は、送電電力 Pout (t) を 4.0W に制限した状態で充電を継続する。なお、図 11 において、時刻 $t = t_2$ 以外に効率 E (t) が最大になる位置が発見された場合は、送電コイル 16 を、効率 E (t) が最大になる位置に戻して、送電電力 Pout (t) を 4.0W に制限した状態で充電を継続する。

[0133] このように、送電電力 Pout (t) を更に制限することによって、受電コイル 31 の効率が元々悪い場合であっても、制限された送電電力 Pout (t) で充電を継続することができる。また、受電コイル 31 と送電コイル 16 との間に、最初から金属異物 90 があった場合であっても、送電電力 Pout (t) を 4.0W に制限しているため、金属異物 90 の過剰な発熱（例えば 60℃ 以上）を抑制することができる。なお、送電電力制御部 47 は、送電電力 Pout (t) を制限してもよいし、送電電力 Pout (t) と受電電力 Rp (t) との電力差 ΔW を制限してもよい。

[0134] なお、このとき、充電装置 10 は、送電電力 Pout (t) が制限された状態で充電を行っている旨を報知するのが望ましい。

[0135] (充電装置の動作例 (5))

図 12 を用いて、充電装置 10 の第 5 の動作例を説明する。図 12 は、ユーザが、充電中に端末装置の位置を移動させた場合の、充電装置の動作の一

例を示す図である。この第5の動作例は、後述する図14に示すフローチャートに対応する。

[0136] 時刻 $t = t_1$ から時刻 $t = t_7$ までの動作は、図5と同様であるため、説明を省略する。

[0137] 時刻 $t = t_8$ 以降、送電電力 $P_{out}(t)$ が制限された状態で充電が継続される。

[0138] 時刻 $t = t_{10}$ から時刻 $t = t_{11}$ にかけて、ユーザが端末装置30の位置を移動させたとする。このとき、効率 $E(t_{10})$ 、効率 $E(t_{11})$ が改善されて、閾値 $E_{th}(=70\%)$ を上回る。

[0139] 時刻 $t = t_{12}$ において、充電状態制御部49は、送電電力制御部47による送電電力 $P_{out}(t)$ の制限を解除して、即ち、送電電力 $P_{out}(t)$ を元の状態に戻して、充電を継続する。

[0140] このように、ユーザによる端末装置30の位置補正によって効率 $E(t)$ が改善した場合に、充電状態制御部49は、送電電力制御部47による送電電力 $P_{out}(t)$ の制限を解除して、充電を継続してもよい。特に、端末装置30の載置位置が、送電コイル16の可動範囲の外側にずれてしまった場合や、送電コイル16が複数の固定コイルを備えている場合に、端末装置30の載置位置が固定コイルの外側にずれてしまった場合には、ユーザによる位置補正の操作を有効に活用することができる。

[0141] なお、効率 $E(t)$ が改善しない場合に、充電装置10は、ユーザに端末装置30の載置位置の確認を促す報知を行ってもよい。

[0142] (実施形態の変形例(1))

図13を用いて、充電装置10の第1の変形例を説明する。図13は、実施形態の充電装置の第1の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。

[0143] 本変形例の充電装置10は、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} に満たない場合、充電を一時停止して、充電が一時停止している間に、端末装置30の位置検出と、送電コイル16と受電コイル31との間に金属異物90が存在するか

否かの検知とを行う。以下、図 7 のフローチャートと同様の処理については説明を省略する。

[0144] 端末装置 30 が充電台 19 に載置されると、送電コイル位置設定部 41 は、端末装置 30 の位置を検出する（ステップ S 41）。

[0145] 異物検知部 50 は、充電を行っていない状態で、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 があるか否かを検知する（ステップ S 42）。

[0146] 異物検知部 50 は、異物が検知されたか否かを判定する（ステップ S 43）。異物が検知されたと判定される（ステップ S 43 : Yes）とステップ S 56 に進む。一方、異物が検知されたと判定されない（ステップ S 43 : No）とステップ S 44 に進む。

[0147] ステップ S 43 において、異物が検知されたと判定されると、充電状態制御部 49 は、電力制限状態で充電を開始する（ステップ S 56）。その後、ステップ S 57 に進む。

[0148] 一方、ステップ S 43 において、異物が検知されたと判定されないと、充電状態制御部 49 は、送電指示部 42 に対して、端末装置 30 への充電を開始させる（ステップ S 44）。

[0149] ステップ S 44 に続いて、受電効率算出部 45 は、効率 $E(t)$ を算出する（ステップ S 45）。

[0150] 受電効率比較部 46 は、ステップ S 45 で算出された効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であるかを判定する（ステップ S 46）。効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定される（ステップ S 46 : Yes）とステップ S 47 に進む。一方、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されない（ステップ S 46 : No）とステップ S 48 に進む。

[0151] ステップ S 46 において、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されると、充電状態制御部 49 は、端末装置 30 が満充電の状態になったかを判定する（ステップ S 47）。端末装置 30 が満充電の状態になったと判定される（ステップ S 47 : Yes）と、充電装置 10 は、図 13 の処理を

終了する。一方、端末装置 30 が満充電の状態になったと判定されない（ステップ S 47 : No）と、ステップ S 45 に戻る。

[0152] 一方、ステップ S 46 において、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されないと、充電装置 10 は、端末装置 30 に対して、充電を中断する旨を通知する（ステップ S 48）。端末装置 30 は、当該通知を受信すると、充電装置との通信状態を維持した状態で、充電装置 10 から充電を受けている状態と同様に動作する。続いて、充電状態制御部 49 は、送電コイル 16 への電力供給を遮断する（ステップ S 49）。

[0153] 制御部 22 は、図 13 の処理を、所定時間停止させる（ステップ S 50）。ステップ S 50 で図 13 の処理を所定時間停止させることにより、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 が存在している場合に、金属異物 90 の温度を下げるができる。所定時間として、例えば 5 秒以上停止させることが望ましい。また、例えば、ステップ S 53 の端末装置 30 へ充電の再開を通知することを遅らせることで、同様の時間を確保しても良い。

[0154] 送電コイル位置設定部 41 は、端末装置 30 の位置を検出する（ステップ S 51）。送電コイル位置設定部 41 は、受電コイル 31 と位置ずれがない位置に送電コイル 16 の位置を設定する。充電装置 10 が、位置を可変な送電コイル 16（可動コイル）を備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部 41 は、受電コイル位置検出回路 20 が検出した受電コイル 31 の位置に基づいて、送電コイル 16 の位置を受電コイルと対向する位置に設定する。そして、送電コイル 16 は、移動機構 17 によって、送電コイル位置設定部 41 で設定された位置に移動される。一方、充電装置 10 が送電コイル 16 として複数の固定コイルを備える構成の場合においては、送電コイル位置設定部 41 は、各固定コイルに順次通電しながら、受電効率が最も良い固定コイルの位置を送電コイル 16 の位置に設定する。なお、ステップ S 41 では、充電装置 10 と端末装置 30 との間で充電開始前の各種認証が行われるが、本ステップ S 51 では、各種認証は行われない。

- [0155] 続いて、制御部 22 は、端末装置 30 が充電台 19 に載置されているか否かを判定するために、送電コイル 16 に端末装置 30 へ微小電力を送信させる（ステップ S 52）。より詳細には、制御部 22 は、送電コイル 16 に端末装置 30 へ通信用の微小電力を送信させる。端末装置 30 はこの微小電力を受信することにより、充電台 19 に載置されていることを判断する。続いて、充電装置 10 は端末装置 30 に対して、充電を再開する旨を通知する（ステップ S 53）。
- [0156] 異物検知部 50 は、充電を行っていない状態で、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間の金属異物 90 を検知する（ステップ S 54）。続いて、異物検知部 50 は、異物が検知されたかを判定する（ステップ S 55）。異物が検知されたと判定される（ステップ S 55 : Yes）とステップ S 56 に進む。一方、異物が検知されたと判定されない（ステップ S 55 : No）とステップ S 44 に戻って、充電が再開される。
- [0157] ステップ S 55 において、異物が検知されたと判定されると、充電状態制御部 49 は、電力制限状態で充電を開始する（ステップ S 56）。
- [0158] 充電状態制御部 49 は、端末装置 30 が満充電の状態になったかを判定する（ステップ S 57）。端末装置 30 が満充電の状態になったと判定される（ステップ S 57 : Yes）と、充電装置 10 は、図 13 の処理を終了する。一方、端末装置 30 が満充電の状態になったと判定されない（ステップ S 57 : No）と、ステップ S 57 を繰り返す。
- [0159] なお、図 13 の動作において、充電装置 10 は、端末装置 30 との間で通信が継続しているかを監視している。そして、端末装置 30 との間の通信が途絶したことが検出された場合には、ステップ S 41 に移行して、図 13 の処理をやり直す。
- [0160] また、図 13 のフローチャートにおいて、充電装置 10 は、図 7 のフローチャートで説明したように、送電コイル位置探索部 48 により送電コイル 16 を移動させて、送電コイル 16 と受電コイル 31 との位置ずれが解消される位置を探索しても良い。

[0161] (実施形態の変形例(2))

図14を用いて、充電装置10の第2の変形例を説明する。図14は、実施形態の充電装置の第2の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。

[0162] 本変形例の充電装置10は、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} に満たない場合、送電電力を制限し、その後、効率 $E(t)$ の値が改善すると送電電力の制限を解除する。本変形例(2)の充電装置10は、図12で説明した第5の動作例と対応する。即ち、充電中に端末装置30の位置ずれが発生した際、例えば、ユーザが端末装置30を正しい位置に移動させたことにより、端末装置30の位置ずれが解消された場合に、送電電力の制限を解除して端末装置30の充電を行うことができる。以下、図7のフローチャートと同様の処理については、適宜説明を省略する。

[0163] 端末装置30が充電台19に載置されると、送電コイル位置設定部41は、端末装置30の位置を検出する(ステップS61)。

[0164] 異物検知部50は、充電を行っていない状態で、送電コイル16と受電コイル31との間に金属異物90があるか否かを検知する(ステップS62)。

[0165] 異物検知部50は、異物が検知されたか否かを判定する(ステップS63)。異物が検知されたと判定される(ステップS63: Yes)とステップS64に進む。一方、異物が検知されたと判定されない(ステップS63: No)とステップS65に進む。

[0166] ステップS63において、異物が検知されたと判定されると、充電状態制御部49は、送電コイル16への電力供給を遮断する(ステップS64)。その後、充電装置10は、図14の処理を終了する。

[0167] 一方、ステップS63において、異物が検知されたと判定されないと、充電状態制御部49は、送電指示部42に対して、端末装置30への充電を開始させる(ステップS65)。

[0168] 続いて、受電効率算出部45は、効率 $E(t)$ を算出する(ステップS6

8)。

[0169] 受電効率比較部46は、ステップS68で算出された効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であるかを判定する(ステップS69)。効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定される(ステップS69: Yes)とステップS70に進む。一方、効率 $E(t)$ が、閾値 E_{th} 以上であると判定されない(ステップS69: No)とステップS71に進む。

[0170] ステップS69において、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 以上であると判定されると、充電状態制御部49は、端末装置30が満充電の状態になったかを判定する(ステップS70)。端末装置30が満充電の状態になったと判定される(ステップS70: Yes)と、充電装置10は、図14の処理を終了する。一方、端末装置30が満充電の状態になったと判定されない(ステップS70: No)と、ステップS68に戻る。

[0171] ステップS69において、効率 $E(t)$ が閾値 E_{th} 以上であると判定されないと、充電状態制御部49は、送電電力制御部47に対して、送電コイル16に送電する送電電力 $P_{out}(t)$ を制限させる(ステップS71)。

[0172] 受電効率算出部45は、送電電力 $P_{out}(t)$ が制限されたときの効率 $E(t)$ を算出して、演算結果記憶部22cに記憶する。なお、このときに記憶される効率 $E(t)$ を効率 Q とする(ステップS72)。また、このとき、送電コイル16の位置も演算結果記憶部22cに記憶される。

[0173] 充電状態制御部49は、端末装置30が満充電の状態になったかを判定する(ステップS73)。端末装置30が満充電の状態になったと判定される(ステップS73: Yes)と、充電装置10は、図14の処理を終了する。一方、端末装置30が満充電の状態になったと判定されない(ステップS73: No)と、ステップS74に進む。

[0174] ステップS73において、端末装置30が満充電の状態になったと判定されないと、受電効率算出部45は、効率 $E(t)$ を算出する(ステップS74)。なお、ユーザが、充電中に端末装置30を移動させると、ステップS

74で算出される効率 $E(t)$ の値が変動する。

[0175] 受電効率比較部46は、ステップS74で算出された効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいかを判定する（ステップS75）。効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいと判定される（ステップS75：Yes）とステップS76に進む。一方、効率 $E(t)$ が、効率 Q よりも大きいと判定されない（ステップS75：No）とステップS73に戻る。

[0176] ステップS75において、効率 $E(t)$ が効率 Q よりも大きいと判定されると、受電効率比較部46は、効率 Q を、ステップS74で算出された効率 $E(t)$ で置き換える（ステップS76）。置き換えられた効率 Q の値は、そのときの送電コイル16の位置とともに、演算結果記憶部22cに記憶される。

[0177] 受電効率比較部46は、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であるかを判定する（ステップS77）。効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定される（ステップS77：Yes）とステップS78に進む。一方、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されない（ステップS77：No）とステップS73に戻る。

[0178] ステップS77において、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されると、充電状態制御部49は、ステップS71で行った送電電力の制限を解除する（ステップS78）。その後、ステップS68に戻る。

[0179] なお、図14の動作において、充電装置10は、端末装置30との間で通信が継続しているかを監視している。そして、端末装置30との間の通信が途絶したことが検出された場合には、ステップS61に移行して、図14の処理をやり直す。

[0180] （実施形態の変形例（3））

図15を用いて、充電装置10の第3の変形例を説明する。図15は、実施形態の充電装置の第3の変形例の動作の一例を示すフローチャートである。図15に示すフローチャートは、ステップS81からS91の処理が、図7に示したフローチャートと異なる。

[0181] 本変形例の充電装置10は、送電コイル16を移動させても効率 $E(t)$

が改善しなかった場合には、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 が存在する可能性が高いため、充電を一時停止して、充電が一時停止している間に金属異物 90 が存在するか否かの検知を行う。そして、金属異物 90 が検知された場合には、送電電力を更に制限した状態で充電を再開する。以下、図 7 および図 13 のフローチャートと同様の処理については説明を省略する。

[0182] 本変形例の充電装置 10 は、ステップ S 28 において、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されないと（ステップ S 28 : No）、端末装置 30 に対して、充電を中断する旨を通知する（ステップ S 81）。端末装置 30 は、当該通知を受信すると、充電装置との通信状態を維持した状態で、充電装置 10 から充電を受けている状態と同様に動作する。続いて、充電状態制御部 49 は、送電コイル 16 への電力供給を遮断する（ステップ S 82）。

[0183] 異物検知部 50 は、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間の金属異物 90 を検知する（ステップ S 83）。続いて、異物検知部 50 は、異物が検知されたと判定される（ステップ S 84 : Yes）とステップ S 86 に進む。一方、異物が検知されたと判定されない（ステップ S 84 : No）と、充電状態制御部 49 は、ステップ S 21 で制限した送電電力で充電を再開させて（ステップ S 85）、ステップ S 91 に進む。

[0184] ステップ S 86 において、制御部 22 は、図 13 の処理を所定時間停止させる。ステップ S 86 で図 13 の処理を所定時間停止させることにより、送電コイル 16 と受電コイル 31 との間に金属異物 90 の温度を下げるができる。所定時間として、例えば 5 秒以上停止させることが望ましい。また、例えば、ステップ S 89 の端末装置 30 へ充電の再開を通知することを遅らせることで、同様の時間を確保しても良い。

[0185] ステップ S 87 において、送電コイル位置探索部 48 は、送電コイル 16 を、効率 Q が最大の位置に移動させる。

[0186] ステップ S 88 において、制御部 22 は、端末装置 30 が充電台 19 に載置されているか否かを判定するために、送電コイル 16 に端末装置 30 へ微

小電力を送信させる。続いて、ステップS 8 9において、充電装置1 0は、端末装置3 0に対して、充電を再開する旨を通知する。

[0187] ステップS 9 0において、充電状態制御部4 9は、ステップS 2 1の送電電力よりも更に送電電力を制限して充電を再開させる。

[0188] ステップS 9 1において、充電状態制御部4 9は、端末装置3 0が満充電の状態になったかを判定し、端末装置3 0が満充電の状態になったと判定されるまでステップS 9 1の処理を繰り返す。

[0189] なお、図1 5の動作において、充電装置1 0は、端末装置3 0との間で通信が継続しているかを監視している。そして、端末装置3 0との間の通信が途絶したことが検出された場合には、ステップS 1 1に移行して、図1 5の処理をやり直す。

[0190] (実施形態のその他の変形例)

図7のフローチャートのステップS 2 8において、効率 Q が閾値 E_{th} 以上であると判定されない場合に(ステップS 2 8 : No)、充電状態制御部4 9は、送電コイル1 6への電力供給を遮断せずに、更に送電電力を制限して充電を継続させても良い。

[0191] 図1 3のフローチャートにおいて、端末装置3 0の位置検出(ステップS 5 1)の前に所定時間待つ(ステップS 5 0)としたが、ステップS 5 0の処理が実行されるタイミングはこれに限定されず、ステップS 4 9からステップS 5 6の間の何れのタイミングで実行されても良い。

[0192] 図1 3のフローチャートにおいて、端末装置3 0への微小電力送信(ステップS 5 2)および端末装置3 0への充電再開の通知(ステップS 5 3)の処理が実行されるタイミングはこれに限定されず、例えば、ステップS 5 5の異物判定後に実行されても良い。

[0193] (付記)

以上の実施の形態および変形例の記載により、下記の技術が開示される。

[0194] (技術1) 無線送信された電力を受電する受電コイルを備える端末装置を充電台に載置して非接触充電を行う充電装置であって、前記端末装置に電力

を送電する送電コイルと、前記送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、前記送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、前記受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、前記送電電力に対する前記受電電力の比率を演算する演算部と、前記比率が閾値未満である場合に前記送電電力を制限する充電状態制御部と、を備える充電装置。

[0195] この構成により、送電電力に対する受電電力の比率が閾値未満である場合に、送電電力を制限して充電を継続させることができる。送電電力が制限されることにより、充電途中で送電コイルと受電コイルの間に金属異物が入ってしまった場合であっても、金属異物の発熱を抑制しつつ、充電を継続することができる。

[0196] （技術 2）前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に、前記送電電力を制限した状態において、前記比率が前記閾値以上となったときに、前記送電電力の制限を解除して充電を継続させる、技術 1 に記載の充電装置。

[0197] この構成により、比率が閾値以上に改善された場合に、送電電力の制限を解除して充電を継続することができるため、充電時間を短縮することができる。

[0198] （技術 3）前記比率が閾値未満である場合に、前記送電電力を制限した状態で、前記比率が最大になる前記送電コイルの位置を探索する送電位置探索部（送電コイル位置探索部）を更に備え、前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値以上である場合に、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において、前記送電電力の制限を解除して充電を継続させる、技術 2 に記載の充電装置。

[0199] この構成により、充電を停止せずに、送電コイルの位置を、比率が閾値以上に改善される送電コイルの位置、言い換えると、送電コイルと受電コイルとの間で位置ずれがない送電コイルの位置に補正して、充電を継続させるこ

とができる。したがって、送電コイルと受電コイルとの間の位置ずれによる充電時間の延長や電力ロスが軽減できる。

[0200] (技術4) 前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止または前記送電電力を更に制限する、技術3に記載の充電装置。

[0201] この構成により、比率が閾値以上に改善されず、送電コイルと受電コイルの間に金属異物が入っている可能性が高い場合は、充電の停止または送電電力を更に制限することができる。したがって、金属異物の発熱を抑制させ、装置の故障を回避しつつより安全に動作させることができる。

[0202] (技術5) 前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に、前記比率が最大であった前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において、前記送電電力を更に制限して充電を継続させる、技術4に記載の充電装置。

[0203] この構成により、金属異物の発熱を抑制させ、装置の故障を回避しつつより安全に動作させることができる。

[0204] (技術6) 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合であって、且つ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときに、充電を停止または前記送電電力を更に制限する、技術4に記載の充電装置。

[0205] この構成により、金属異物の発熱を抑制させ、装置の故障を回避しつつより安全に動作させることができる。

[0206] (技術7) 前記異物検知部は、前記充電装置が充電を行っていない状態で、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する、技術6に記載の充電装置。

[0207] この構成により、高い精度で金属異物の検知を行うことができ、また、異

物検知の間には充電が行われないため、金属異物が存在した場合に、金属異物の温度を下げることができる。

[0208] (技術 8) 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記異物検知部は、前記充電状態制御部によって前記充電が停止された状態において、前記金属異物があるかを検知し、前記充電状態制御部は、前記異物検知部によって前記金属異物が検知された場合において、所定時間経過後に前記送電電力を更に制限して充電を再開させる、技術 4 に記載の充電装置。

[0209] この構成により、高い精度で金属異物の検知を行うことができ、また、異物検知の間には充電が行われないため、金属異物が存在した場合に、金属異物の温度を下げることができる。

[0210] (技術 9) 前記充電状態制御部は、前記充電の再開を、前記比率が最大であった前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において行う、技術 8 に記載の充電装置。

[0211] この構成により、充電時間を短縮することができる。

[0212] (技術 10) 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行なコイル面を備える複数の固定コイルを有する、技術 1 から技術 9 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

[0213] この構成により、送電電力に対する受電電力の比率（効率 $E(t)$ ）が最も良い固定コイルの位置を送電コイルの位置として設定し、当該固定コイルから端末装置に電力を送信させて充電を継続することができる。

[0214] (技術 11) 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行な平面上で、コイル面の位置を可変な可動コイルである、技術 1 から技術 9 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

[0215] この構成により、送電コイルの位置を受電コイルとの間で位置ずれがない位置に移動させて、充電を継続することができる。

[0216] (技術 1 2) 無線送信された電力を受電する受電コイルを備える端末装置を充電台に載置して非接触充電を行う充電装置であって、前記端末装置に電力を送電する送電コイルと、前記送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、前記送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、前記受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、前記送電電力に対する前記受電電力の比率を演算する演算部と、前記比率が閾値未満である場合に充電を停止させ、所定時間経過後に充電を再開させる充電状態制御部と、を備える充電装置。

[0217] この構成により、送電電力に対する受電電力の比率が閾値未満である場合に、充電を一旦停止させ、所定時間経過後に再開させるため、送電コイルと受電コイルの間に金属異物 90が入ってしまった場合に、金属異物の温度を下げて、充電を継続することができる。したがって、金属異物の発熱を抑制しつつ、充電を継続することができる。

[0218] (技術 1 3) 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、前記異物検知部は、前記比率が前記閾値未満である場合において前記端末装置への電力の送電が停止されると、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知し、前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときは、前記送電電力を制限して、充電を再開させる、技術 1 2に記載の充電装置。

[0219] この構成により、金属異物が検知されると、送電電力を制限して充電を再開させるため、金属異物の発熱をより抑制しつつ、充電は継続することができる。金属異物の発熱はより抑制されるため、装置の故障を回避して安全に動作させることができる。

[0220] (技術 1 4) 前記端末装置の載置位置に応じて前記送電コイルの位置を設定する送電コイル位置設定部を更に備え、前記送電コイルは、前記送電コイル位置設定部により設定された位置で前記端末装置に電力を送信し、前記送電コイル位置設定部は、前記比率が前記閾値未満である場合において充電が

停止されると、前記送電コイルの位置を設定し、前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記送電コイル位置設定部により設定された前記送電コイルの位置で、充電を再開させる、技術 1 2 に記載の充電装置。

[0221] この構成により、送電コイルの位置を、送電コイルと受電コイルとの間で位置ずれがない位置に補正して、充電を継続させることができる。したがって、送電コイルと受電コイルとの間の位置ずれによる充電時間の延長や電力ロスが軽減できる。

[0222] (技術 1 5) 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、前記異物検知部は、前記比率が前記閾値未満である場合において充電が停止されると、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知し、前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときは、前記送電電力を制限して、充電を再開させる、技術 1 4 に記載の充電装置。

[0223] この構成により、金属異物が検知されると、送電電力を制限して充電を再開させるため、金属異物の発熱をより抑制しつつ、充電は継続することができる。金属異物の発熱がより抑制されるため、装置の故障を回避して安全に動作させることができる。

[0224] (技術 1 6) 前記比率が前記閾値未満である場合に、前記端末装置に充電を停止することを通知し、前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合において、前記端末装置に対する当該通知が行われた後に、充電を停止させ、前記端末装置への電力の送電が再開される前に、前記端末装置へ充電を再開することを通知し、前記端末装置に対する当該通知が行われた後に、充電を再開させる、技術 1 2 から技術 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

[0225] (技術 1 7) 前記充電が停止した状態において、前記端末装置との間の通信状態を維持する技術 1 2 から技術 1 6 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

- [0226] この構成により、充電装置と端末装置は通信状態を維持するため、充電再開前に充電装置と端末装置との間で各種認証処置を行う必要がない。例えば、端末装置は、充電が停止されている間は、充電装置から充電を受けている状態と同様に動作することができる。また、各種認証処置を行う必要がないため、充電装置による充電再開が決定された後、素早く充電を再開することができる。
- [0227] （技術 1 8）前記送電コイルは、前記端末装置への電力の送電が停止された後に、前記端末装置が前記充電台に載置されているかを判定するための電力を送信する、技術 1 2 から技術 1 7 のいずれか 1 項に記載の充電装置。
- [0228] この構成により、端末装置は、当該電力を受信することで自装置が充電台に載置されていることを判断できる。そして、端末装置は充電装置から充電を受けている状態と同様の動作を継続し、充電装置による充電再開が決定された後、素早く充電を再開することができる。
- [0229] （技術 1 9）前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行なコイル面を備える複数の固定コイルを有する、技術 1 2 から技術 1 8 のいずれか 1 項に記載の充電装置。
- [0230] この構成により、送電電力に対する受電電力の比率（効率 $E(t)$ ）が最も良い固定コイルの位置を送電コイルの位置として設定し、当該固定コイルから端末装置に電力を送信させて充電を行うことができる。
- [0231] （技術 2 0）前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行な平面上で、コイル面の位置を可変な可動コイルである、技術 1 2 から技術 1 8 のいずれか 1 項に記載の充電装置。
- [0232] この構成により、送電コイルの位置を受電コイルとの間で位置ずれがない位置に移動させて、充電を行うことができる。
- [0233] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上述した実施形態は、例として提示したものであり、本発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施の形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能である。また、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を

行うことができる。また、この実施形態は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0234]	1 0	充電装置
	1 1	直流電源
	1 2	D C－D Cコンバータ
	1 3	ブリッジ回路
	1 4	電圧検出回路
	1 5	電流検出回路
	1 6	送電コイル（可動コイル）
	1 7	移動機構
	1 8	位置検出制御器
	1 9	充電台
	2 0	受電コイル位置検出回路
	2 1	異物検出回路
	2 2	制御部
	2 2 a	演算部
	2 2 b	演算結果比較部
	2 2 c	演算結果記憶部
	2 2 d	送電コイル位置制御部
	3 0	端末装置
	3 1	受電コイル
	3 2	サーボモータ
	3 2 a	X軸サーボモータ
	3 2 b	Y軸サーボモータ
	3 3 a	X軸ネジ棒
	3 3 b	Y軸ネジ棒
	3 4 a	X軸ナット材

3 4 b	Y軸ナット材
3 5	ベルト
3 6	ガイドロッド
3 7	コア
3 8	位置制御回路
3 9	電源供給回路
4 0	筐体
4 1	送電コイル位置設定部
4 2	送電指示部
4 3	送電電力取得部
4 4	受電電力取得部
4 5	受電効率算出部（演算部）
4 6	受電効率比較部
4 7	送電電力制御部
4 8	送電コイル位置探索部（送電位置探索部）
4 9	充電状態制御部
5 0	異物検知部
9 0	金属異物
C	コンデンサ
$E(t)$ 、 Q	効率
E_{th}	閾値
$P_{out}(t)$	送電電力
$R_p(t)$	受電電力
t	時刻
ΔW	電力差

請求の範囲

- [請求項1] 無線送信された電力を受電する受電コイルを備える端末装置を充電台に載置して非接触充電を行う充電装置であって、
前記端末装置に電力を送電する送電コイルと、
前記送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、
前記送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、
前記受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、
前記送電電力に対する前記受電電力の比率を演算する演算部と、
前記比率が閾値未満である場合に前記送電電力を制限する充電状態制御部と、
を備える充電装置。
- [請求項2] 前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に、前記送電電力を制限した状態において、前記比率が前記閾値以上となったときに、前記送電電力の制限を解除して充電を継続させる、
請求項1に記載の充電装置。
- [請求項3] 前記比率が閾値未満である場合に、前記送電電力を制限した状態で、前記比率が最大になる前記送電コイルの位置を探索する送電位置探索部を更に備え、
前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値以上である場合に、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において、前記送電電力の制限を解除して充電を継続させる、
請求項2に記載の充電装置。
- [請求項4] 前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止または前記送電電力を更に制限する、

請求項 3 に記載の充電装置。

[請求項5] 前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に、前記比率が最大であった前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において、前記送電電力を更に制限して充電を継続させる、

請求項 4 に記載の充電装置。

[請求項6] 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、

前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合であって、且つ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときに、充電を停止または前記送電電力を更に制限する、

請求項 4 に記載の充電装置。

[請求項7] 前記異物検知部は、前記充電装置が充電を行っていない状態で、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する、

請求項 6 に記載の充電装置。

[請求項8] 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、

前記充電状態制御部は、前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置における前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、

前記異物検知部は、前記充電状態制御部によって前記充電が停止された状態において、前記金属異物があるかを検知し、

前記充電状態制御部は、前記異物検知部によって前記金属異物が検知された場合において、所定時間経過後に前記送電電力を更に制限して充電を再開させる、

請求項4に記載の充電装置。

[請求項9] 前記充電状態制御部は、前記充電の再開を、前記比率が最大であった前記送電位置探索部により探索された前記送電コイルの位置において行う、

請求項8に記載の充電装置。

[請求項10] 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行なコイル面を備える複数の固定コイルを有する、

請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の充電装置。

[請求項11] 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行な平面上で、コイル面の位置を可変な可動コイルである、

請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の充電装置。

[請求項12] 無線送信された電力を受電する受電コイルを備える端末装置を充電台に載置して非接触充電を行う充電装置であって、
前記端末装置に電力を送電する送電コイルと、
前記送電コイルに電力を送電させる送電指示部と、
前記送電指示部が送電させた送電電力の大きさを取得する送電電力取得部と、

前記受電コイルが受電した受電電力の大きさを取得する受電電力取得部と、

前記送電電力に対する前記受電電力の比率を演算する演算部と、

前記比率が閾値未満である場合に充電を停止させ、所定時間経過後に充電を再開させる充電状態制御部と

を備える充電装置。

[請求項13] 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、

前記異物検知部は、前記比率が前記閾値未満である場合において前

記端末装置への電力の送電が停止されると、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知し、

前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときは、前記送電電力を制限して、充電を再開させる、

請求項 1 2 に記載の充電装置。

[請求項14] 前記端末装置の載置位置に応じて前記送電コイルの位置を設定する送電コイル位置設定部を更に備え、

前記送電コイルは、前記送電コイル位置設定部により設定された位置で前記端末装置に電力を送信し、

前記送電コイル位置設定部は、前記比率が前記閾値未満である場合において充電が停止されると、前記送電コイルの位置を設定し、

前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記送電コイル位置設定部により設定された前記送電コイルの位置で、充電を再開させる、

請求項 1 2 に記載の充電装置。

[請求項15] 前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知する異物検知部を更に備え、

前記異物検知部は、前記比率が前記閾値未満である場合において充電が停止されると、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に金属異物があるかを検知し、

前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合に充電を停止させ、前記異物検知部により金属異物が検知されたときは、前記送電電力を制限して、充電を再開させる、

請求項 1 4 に記載の充電装置。

[請求項16] 前記比率が前記閾値未満である場合に、前記端末装置に充電を停止することを通知し、

前記充電状態制御部は、前記比率が前記閾値未満である場合におい

て、前記端末装置に対する当該通知が行われた後に、充電を停止させ、

前記端末装置への電力の送電が再開される前に、前記端末装置へ充電を再開することを通知し、前記端末装置に対する当該通知が行われた後に、充電を再開させる、

請求項 1 2 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

[請求項17] 前記充電が停止した状態において、前記端末装置との間の通信状態を維持する

請求項 1 2 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

[請求項18] 前記送電コイルは、前記端末装置への電力の送電が停止された後に、前記端末装置が前記充電台に載置されているかを判定するための電力を送信する、

請求項 1 2 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

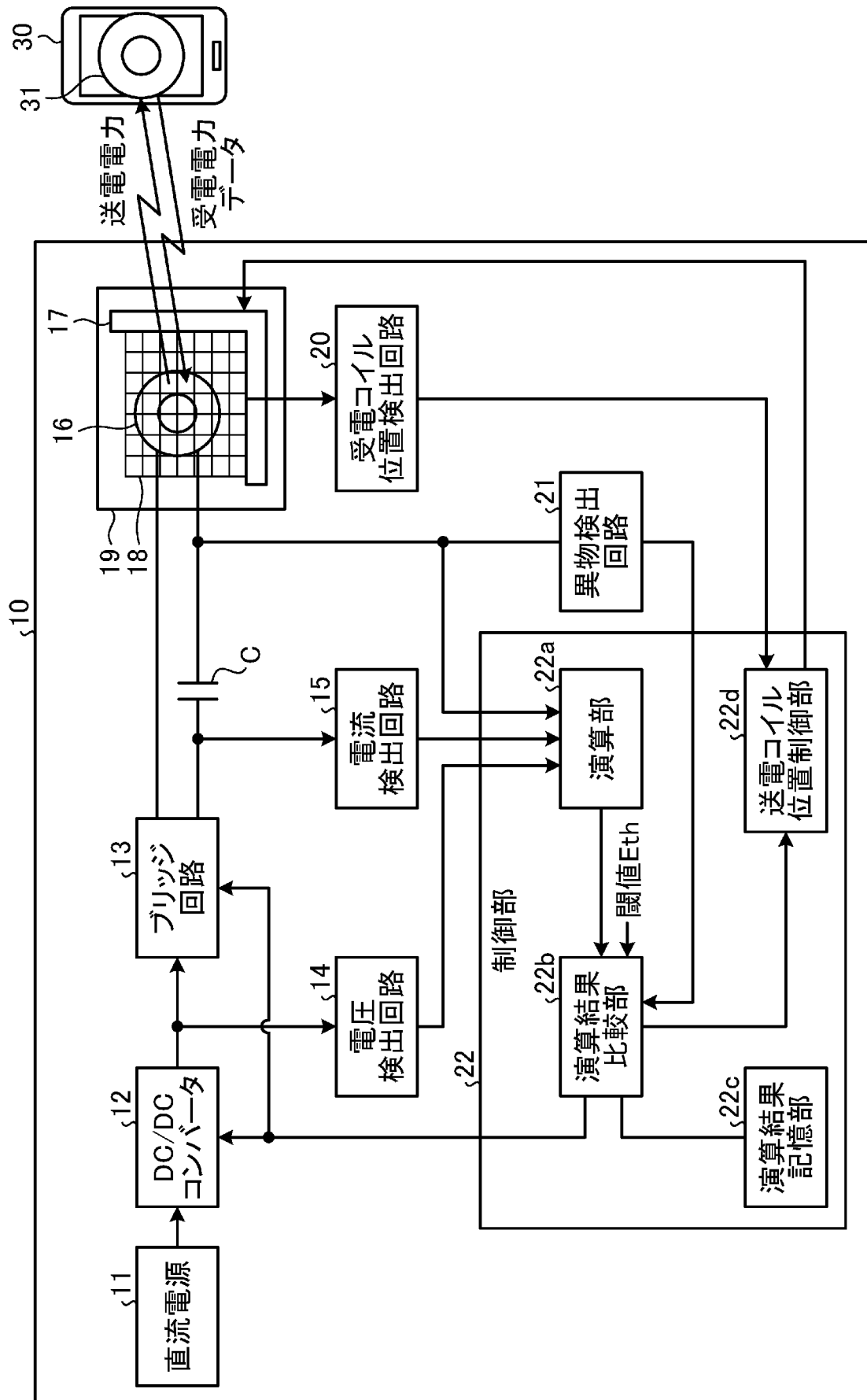
[請求項19] 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行なコイル面を備える複数の固定コイルを有する、

請求項 1 2 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

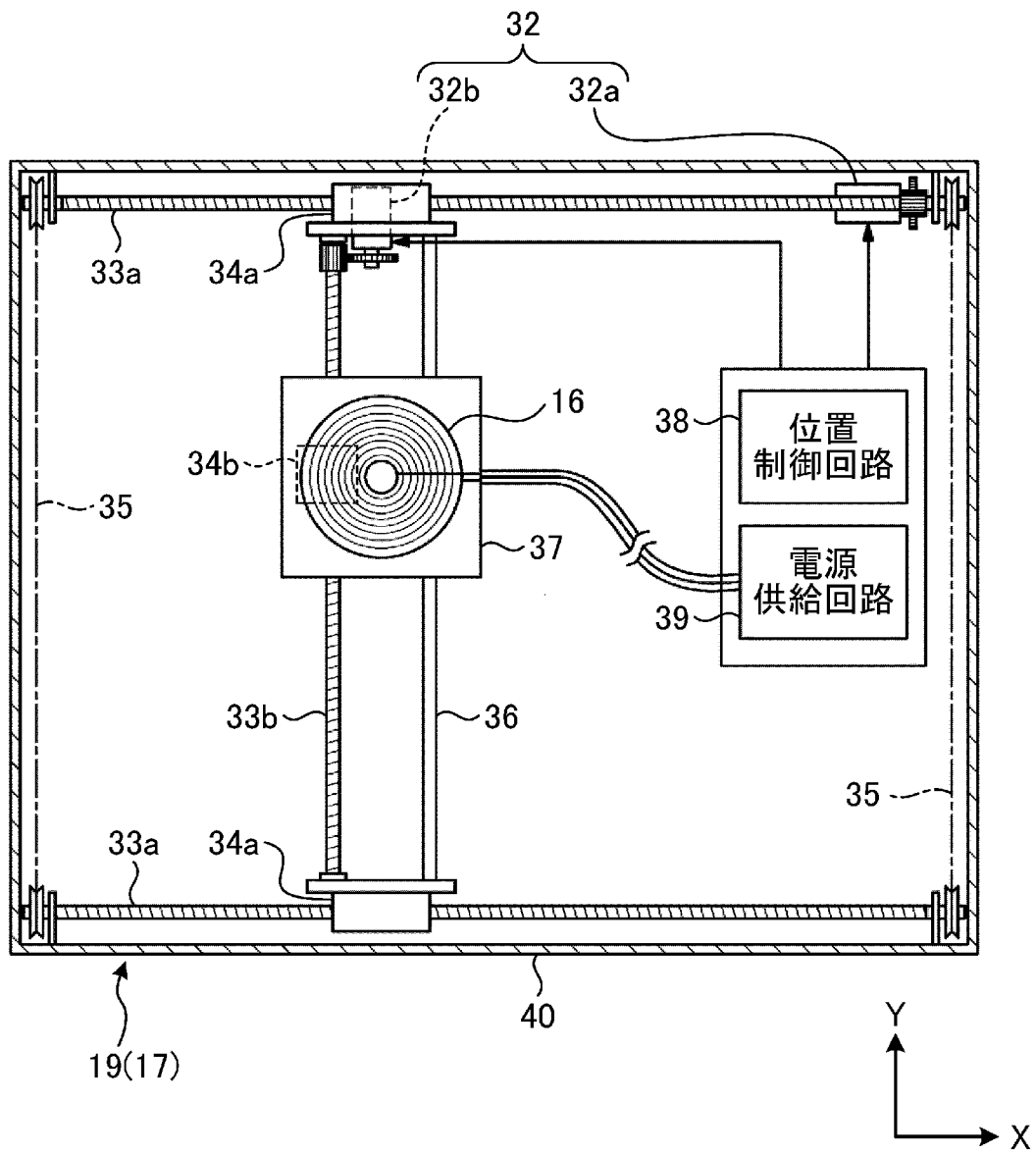
[請求項20] 前記送電コイルは、前記充電台に載置された前記端末装置の受電コイルのコイル面と平行な平面上で、コイル面の位置を可変な可動コイルである、

請求項 1 2 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の充電装置。

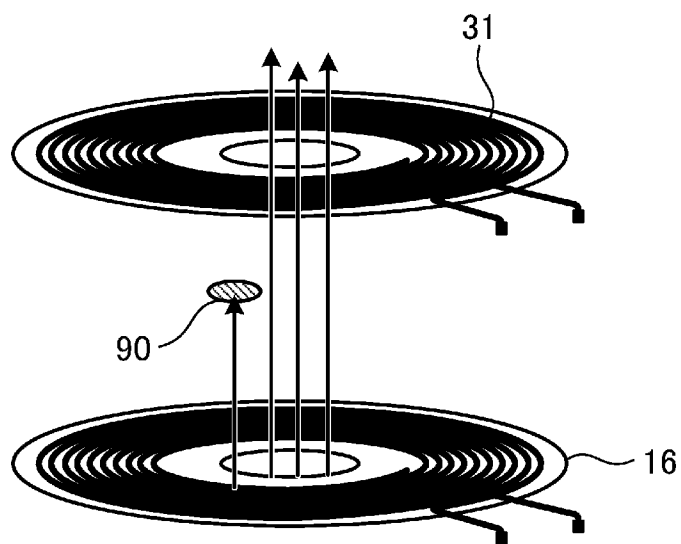
[図1]



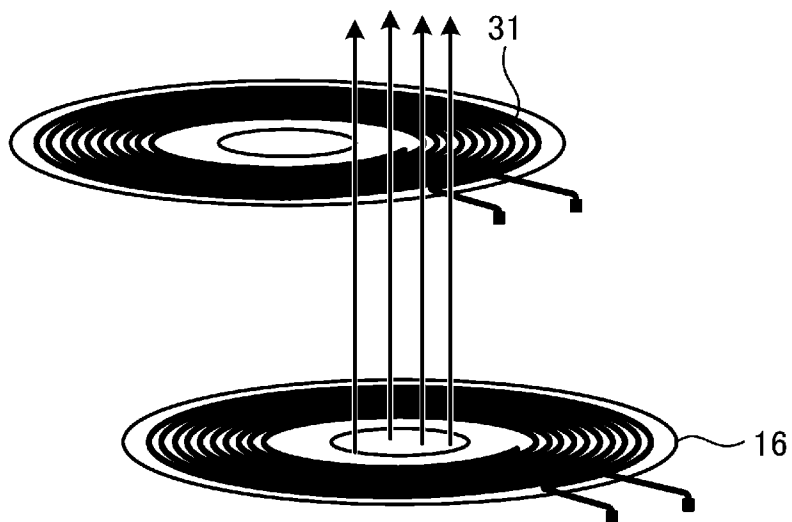
[図2]



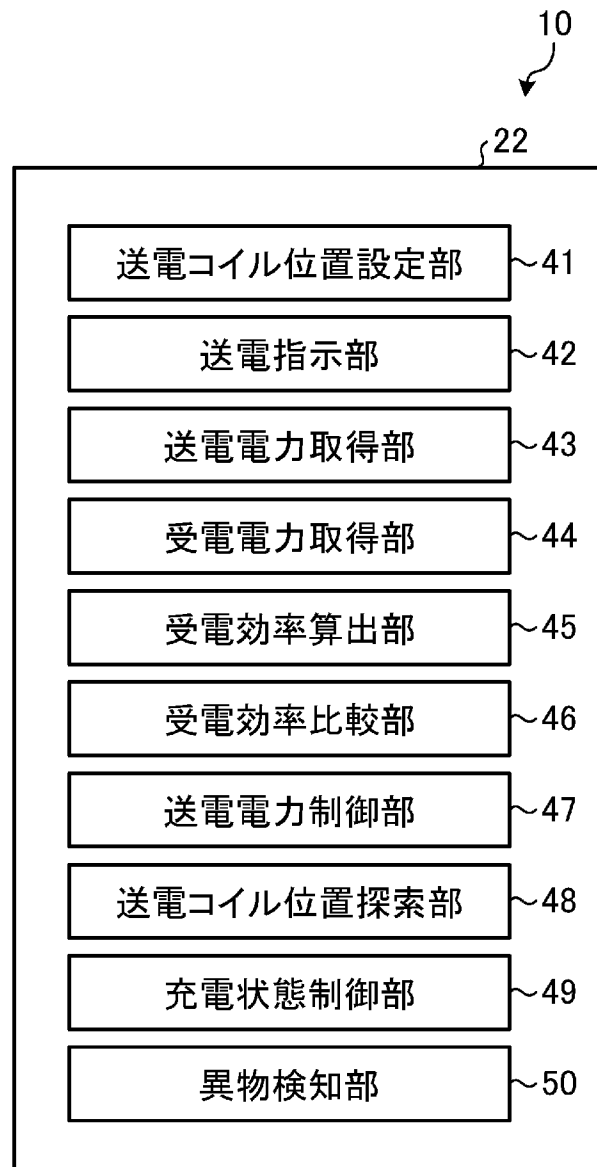
[図3A]



[図3B]



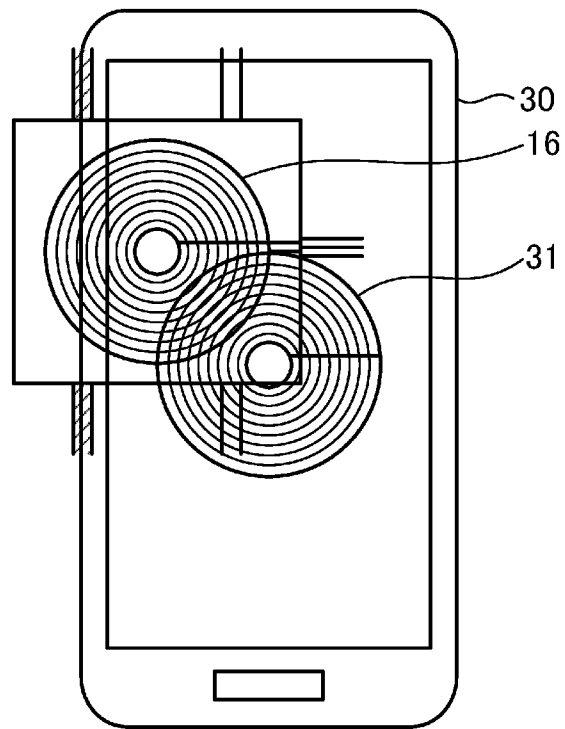
[図4]



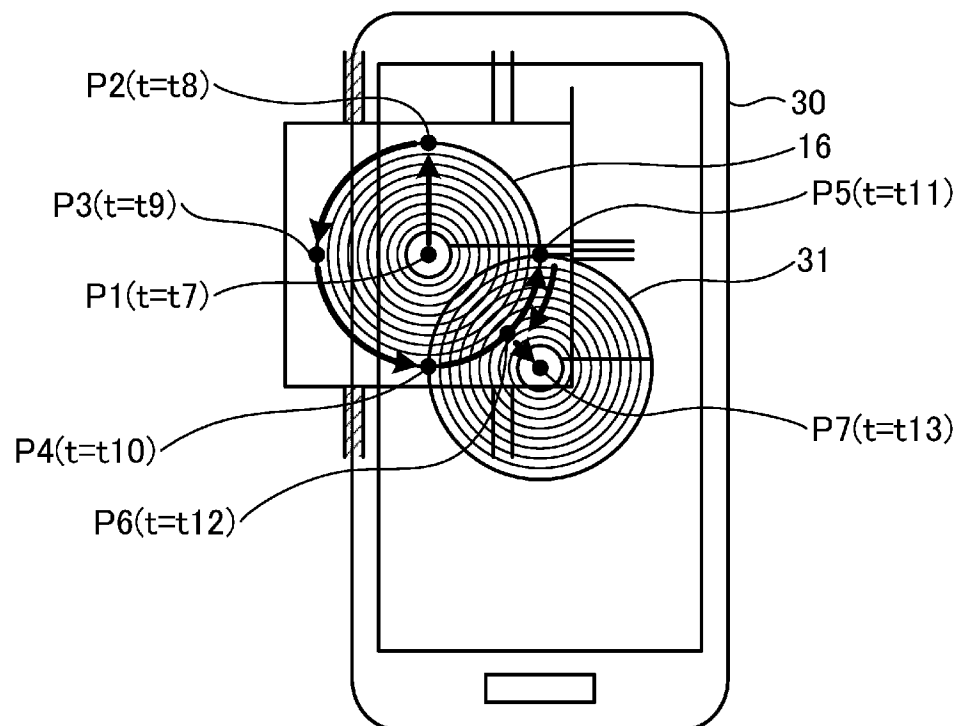
[図5]

時刻t	受電電力 Rp(t)	送電電力 Rout(t)	効率E(t)	状態
t1	10.0W	13.0W	77%	受電コイルずれ無し
t2	10.0W	13.0W	77%	↑
t3	10.0W	13.0W	77%	↑
t4	10.0W	13.5W	74%	受電コイルずれ始め
t5	10.0W	14.2W	70%	↑
t6	10.0W	14.7W	68%	効率が閾値未満
t7	5.4W	8.0W	68%	送電電力制限(効率E(t7)を記憶)
t8	5.0W	8.0W	63%	送電コイル移動(1)(12時の位置)
t9	5.1W	8.0W	64%	送電コイル移動(2)(9時の位置)
t10	5.6W	8.0W	70%	送電コイル移動(3)(6時の位置)
t11	5.6W	8.0W	70%	送電コイル移動(4)(3時の位置)
t12	5.9W	8.0W	74%	送電コイル移動(5)(4時半の位置)
t13	6.2W	8.0W	78%	コイルサーチし、閾値を超える 最大効率の位置に移動
t14	10.0W	13.0W	77%	異物無しと判断し元の電力に戻す

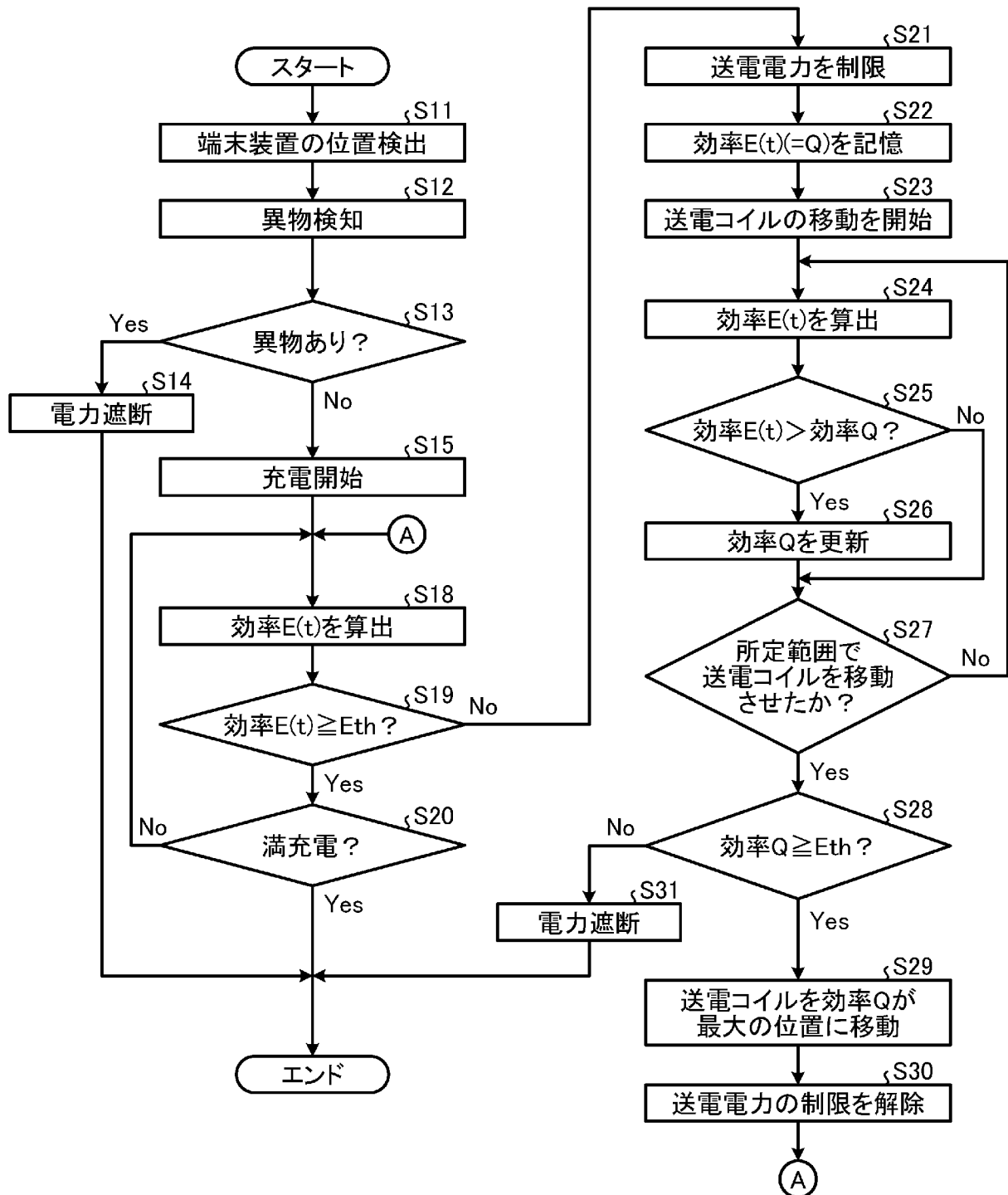
[図6A]



[図6B]



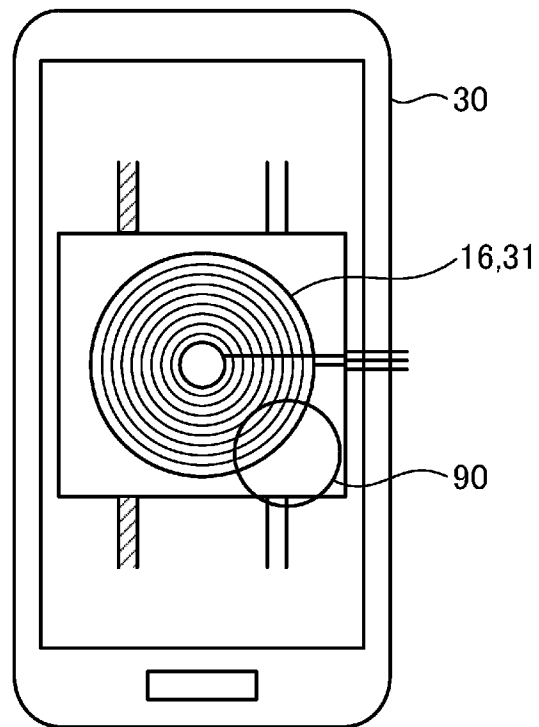
[図7]



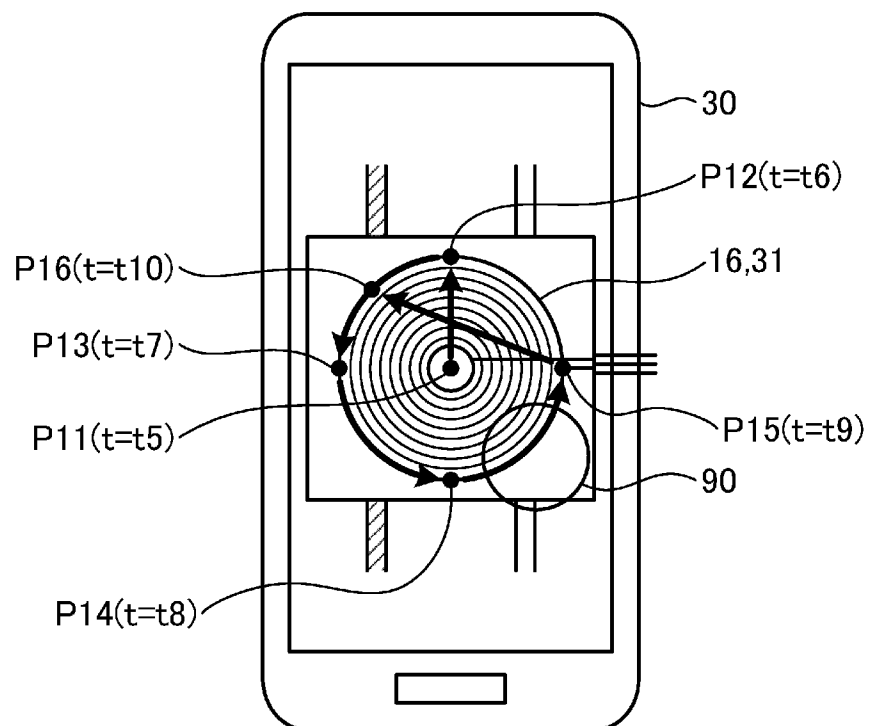
[図8]

時刻t	受電電力 R _p (t)	送電電力 R _{out} (t)	効率E(t)	状態
t1	10.0W	13.0W	77%	受電コイルずれ無し
t2	10.0W	13.0W	77%	↑
t3	10.0W	13.0W	77%	↑
t4	10.0W	15.5W	65%	異物挿しこみ * 効率が閾値未満
t5	5.2W	8.0W	65%	送電電力制限(効率E(t5)を記憶)
t6	5.1W	8.0W	64%	送電コイル移動(1)(12時の位置)
t7	5.1W	8.0W	64%	送電コイル移動(2)(9時の位置)
t8	4.8W	8.0W	60%	送電コイル移動(3)(6時の位置)
t9	4.8W	8.0W	60%	送電コイル移動(4)(3時の位置)
t10	5.0W	8.0W	63%	送電コイル移動(5)(10時半の位置)
t11	5.2W	8.0W	65%	コイルサーチした最大効率
t12	0.0W	0.0W	－	効率が良くならないため電力遮断

[図9A]



[図9B]



[図10]

時刻 t	受電電力 $R_p(t)$	送電電力 $R_{out}(t)$	効率 $E(t)$	状態
t_1	10.0W	16.2W	62%	受電コイルずれ無し * 効率が閾値未満
t_2	4.9W	8.0W	61%	送電電力制限(効率 $E(t_2)$ を記憶)
t_3	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(1)(12時の位置)
t_4	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(2)(9時の位置)
t_5	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(3)(6時の位置)
t_6	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(4)(3時の位置)
t_7	0.0W	0.0W	—	効率が良くならないため電力遮断

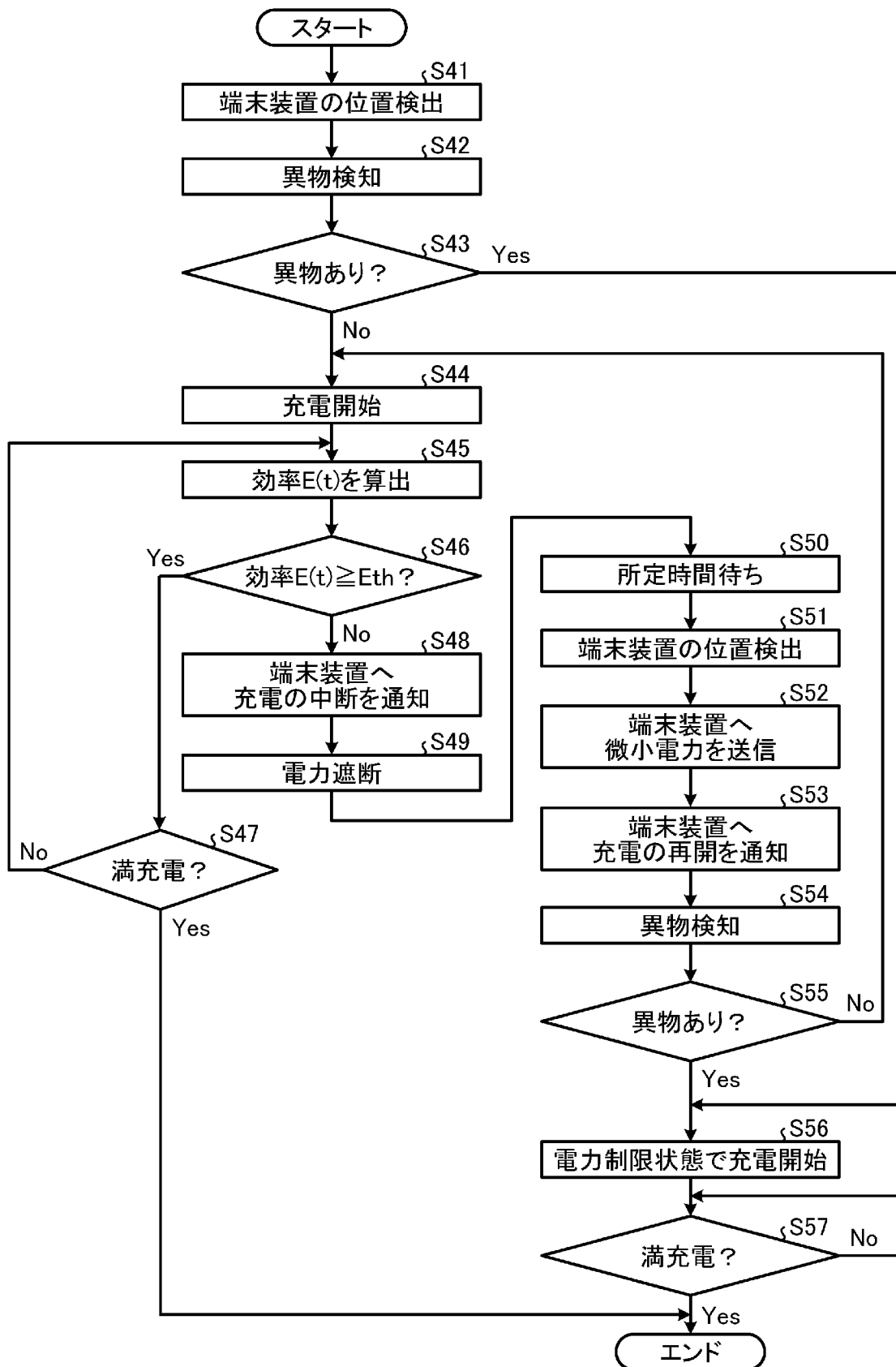
[図11]

時刻 t	受電電力 $R_p(t)$	送電電力 $R_{out}(t)$	効率 $E(t)$	状態
t_1	10.0W	16.2W	62%	受電コイルずれ無し * 効率が閾値未満
t_2	4.9W	8.0W	61%	送電電力制限(効率 $E(t_2)$ を記憶)
t_3	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(1)(12時の位置)
t_4	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(2)(9時の位置)
t_5	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(3)(6時の位置)
t_6	4.5W	8.0W	56%	送電コイル移動(4)(3時の位置)
t_7	2.2W	4.0W	55%	効率が良くならないため電力制限
t_8	2.5W	4.0W	62%	$t=t_2$ の位置に戻り充電継続

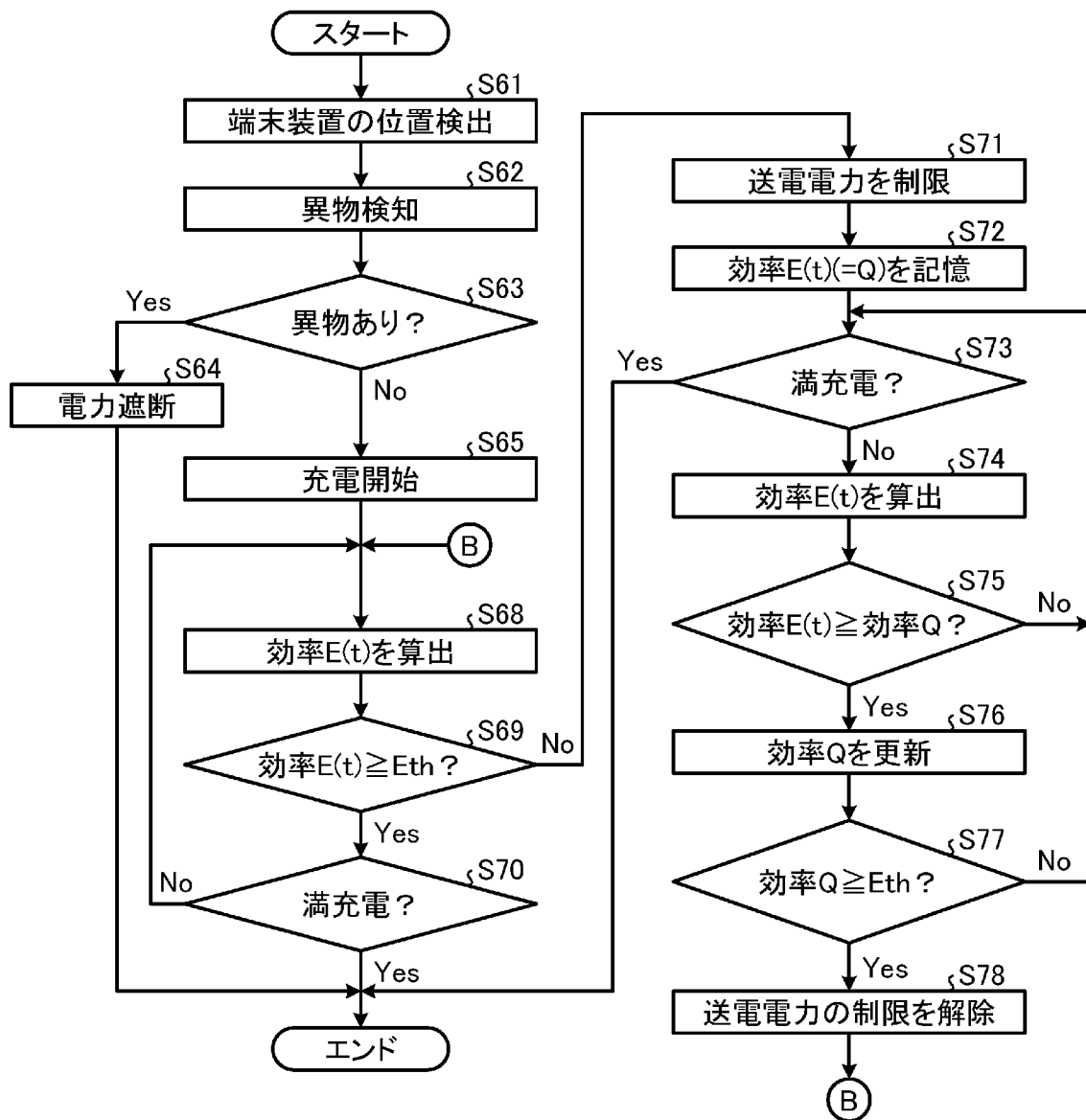
[図12]

時刻t	受電電力 R _p (t)	送電電力 R _{out} (t)	効率E(t)	状態
t1	10.0W	13.0W	77%	受電コイルずれ無し
t2	10.0W	13.0W	77%	↑
t3	10.0W	13.0W	77%	↑
t4	10.0W	13.5W	74%	受電コイルずれ始め
t5	10.0W	14.2W	70%	↑
t6	10.0W	14.7W	68%	効率が閾値未満
t7	5.4W	8.0W	68%	送電電力制限(効率E(t7)を記憶)
t8	5.4W	8.0W	68%	送電電力制限継続
t9	5.4W	8.0W	68%	↑
t10	5.8W	8.0W	73%	ユーザが携帯端末の位置を移動
t11	6.2W	8.0W	78%	↑
t12	10.0W	13.0W	77%	異物無しと判断し元の電力に戻る

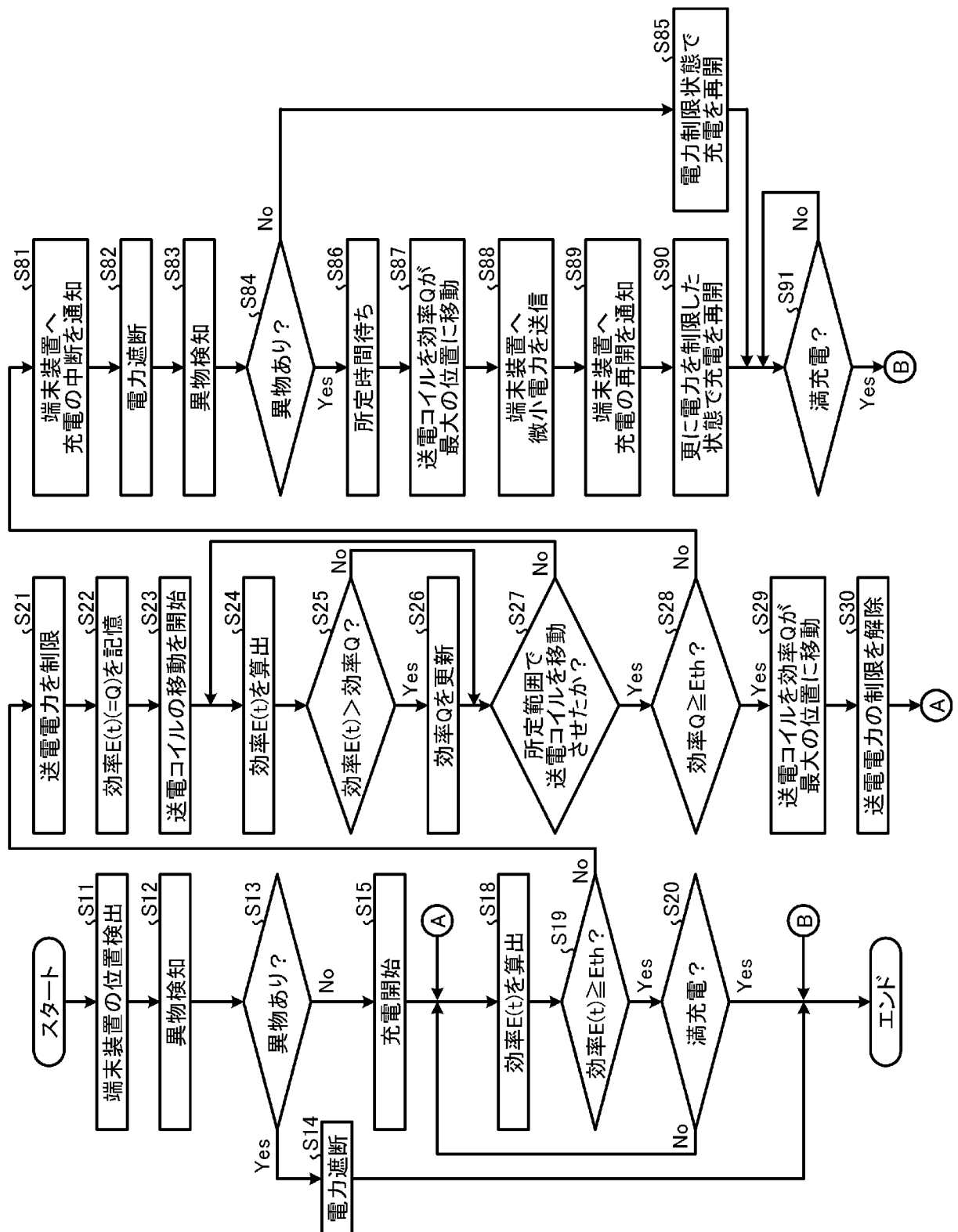
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02J 50/80</i> (2016.01)i; <i>H02J 7/00</i> (2006.01)i; <i>H02J 50/10</i> (2016.01)i; <i>H02J 50/12</i> (2016.01)i; <i>H02J 50/60</i> (2016.01)i; <i>H02J 50/90</i> (2016.01)i FI: H02J50/80; H02J7/00 301D; H02J50/10; H02J50/12; H02J50/60; H02J50/90 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) H02J50/80; H02J7/00; H02J50/10; H02J50/12; H02J50/60; H02J50/90 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2013-128400 A (TDK CORP) 27 June 2013 (2013-06-27) paragraphs [0041]-[0118], fig. 1-15</td> <td>1-3, 10-12, 14, 16-20 4-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-54596 A (TOYOTA MOTOR CORP) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraph [0002]</td> <td>1-3, 10-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2012-191721 A (FUJITSU TEN LTD) 04 October 2012 (2012-10-04) paragraphs [0006]-[0223], fig. 1-16</td> <td>3, 10-11</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2016-39735 A (CANON KK) 22 March 2016 (2016-03-22) paragraphs [0011]-[0038], fig. 1-5</td> <td>12, 14, 16-20 13, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2018-33317 A (CANON KK) 01 March 2018 (2018-03-01) paragraphs [0096], [0101]</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2013-128400 A (TDK CORP) 27 June 2013 (2013-06-27) paragraphs [0041]-[0118], fig. 1-15	1-3, 10-12, 14, 16-20 4-9	Y	JP 2016-54596 A (TOYOTA MOTOR CORP) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraph [0002]	1-3, 10-11	Y	JP 2012-191721 A (FUJITSU TEN LTD) 04 October 2012 (2012-10-04) paragraphs [0006]-[0223], fig. 1-16	3, 10-11	Y A	JP 2016-39735 A (CANON KK) 22 March 2016 (2016-03-22) paragraphs [0011]-[0038], fig. 1-5	12, 14, 16-20 13, 15	Y	JP 2018-33317 A (CANON KK) 01 March 2018 (2018-03-01) paragraphs [0096], [0101]	16
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y A	JP 2013-128400 A (TDK CORP) 27 June 2013 (2013-06-27) paragraphs [0041]-[0118], fig. 1-15	1-3, 10-12, 14, 16-20 4-9																		
Y	JP 2016-54596 A (TOYOTA MOTOR CORP) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraph [0002]	1-3, 10-11																		
Y	JP 2012-191721 A (FUJITSU TEN LTD) 04 October 2012 (2012-10-04) paragraphs [0006]-[0223], fig. 1-16	3, 10-11																		
Y A	JP 2016-39735 A (CANON KK) 22 March 2016 (2016-03-22) paragraphs [0011]-[0038], fig. 1-5	12, 14, 16-20 13, 15																		
Y	JP 2018-33317 A (CANON KK) 01 March 2018 (2018-03-01) paragraphs [0096], [0101]	16																		
☒ 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 19 July 2023		Date of mailing of the international search report 01 August 2023																		
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020129**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-113058 A (PANASONIC CORP) 19 June 2014 (2014-06-19) paragraphs [0008], [0093]	17
Y	JP 2017-175803 A (ROHM CO LTD) 28 September 2017 (2017-09-28) paragraph [0042]	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/020129

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-128400	A	27 June 2013	US 2013/0154382 A1 paragraphs [0057]-[0135], fig. 1-15	
JP	2016-54596	A	14 April 2016	(Family: none)	
JP	2012-191721	A	04 October 2012	(Family: none)	
JP	2016-39735	A	22 March 2016	(Family: none)	
JP	2018-33317	A	01 March 2018	US 2016/0006263 A1 paragraphs [0111], [0116] WO 2014/171348 A1 EP 2987219 A1 CN 105122576 A KR 10-2015-0143654 A	
JP	2014-113058	A	19 June 2014	US 2010/0066305 A1 paragraph [0162] WO 2008/056415 A1 EP 2086085 A1	
JP	2017-175803	A	28 September 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02J 50/80(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)i; H02J 50/10(2016.01)i; H02J 50/12(2016.01)i; H02J 50/60(2016.01)i; H02J 50/90(2016.01)i FI: H02J50/80; H02J7/00 301D; H02J50/10; H02J50/12; H02J50/60; H02J50/90		
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）） H02J50/80; H02J7/00; H02J50/10; H02J50/12; H02J50/60; H02J50/90		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 A	JP 2013-128400 A（TDK株式会社）27.06.2013（2013-06-27） 段落[0041]-[0118], 図1-15	1-3, 10-12, 14, 16-20 4-9
Y	JP 2016-54596 A（トヨタ自動車株式会社）14.04.2016（2016-04-14） 段落[0002]	1-3, 10-11
Y	JP 2012-191721 A（富士通テン株式会社）04.10.2012（2012-10-04） 段落[0006]-[0223], 図1-16	3, 10-11
Y A	JP 2016-39735 A（キャノン株式会社）22.03.2016（2016-03-22） 段落[0011]-[0038], 図1-5	12, 14, 16-20 13, 15
Y	JP 2018-33317 A（キャノン株式会社）01.03.2018（2018-03-01） 段落[0096], [0101]	16
Y	JP 2014-113058 A（パナソニック株式会社）19.06.2014（2014-06-19） 段落[0008], [0093]	17
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 19.07.2023		国際調査報告の発送日 01.08.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 大輔 5T 5582 電話番号 03-3581-1101 内線 3526

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 2017-175803 A (ローム株式会社) 28.09.2017 (2017 - 09 - 28) 段落[0042]	18

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/020129

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-128400	A	27.06.2013	US 2013/0154382 A1 段落[0057]-[0135], 図1-15	
JP	2016-54596	A	14.04.2016	(ファミリーなし)	
JP	2012-191721	A	04.10.2012	(ファミリーなし)	
JP	2016-39735	A	22.03.2016	(ファミリーなし)	
JP	2018-33317	A	01.03.2018	US 2016/0006263 A1 段落[0111], [0116] WO 2014/171348 A1 EP 2987219 A1 CN 105122576 A KR 10-2015-0143654 A	
JP	2014-113058	A	19.06.2014	US 2010/0066305 A1 段落[0162] WO 2008/056415 A1 EP 2086085 A1	
JP	2017-175803	A	28.09.2017	(ファミリーなし)	