

(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
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



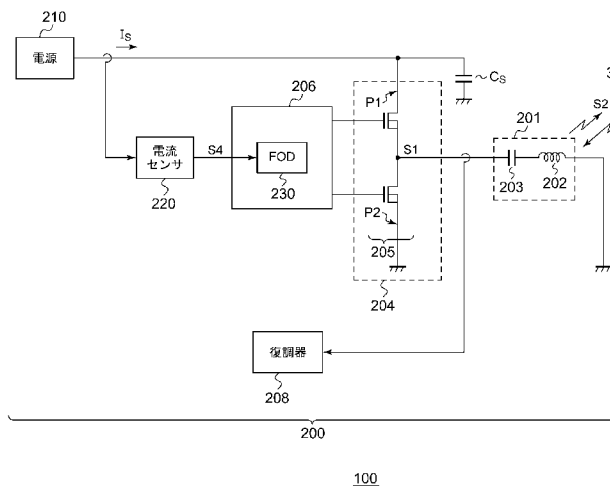
(10) 国際公開番号

WO 2016/140004 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 50/60 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053042
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 2 日(02.02.2016)
- (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 2015-042687 2015 年 3 月 4 日(04.03.2015) JP
- (71) 出願人: ローム株式会社(ROHM CO., LTD.) [JP/JP];
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1
Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 政孝(WATANABE Masatoshi); 〒
6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1
ローム株式会社内 Kyoto (JP). 森永 智也(MOR-
INAGA Tomoya); 〒6158585 京都府京都市右京区
西院溝崎町 2 1 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹(MORISHITA Sakaki); 〒
1500021 東京都渋谷区恵比寿西 2 - 1 1 - 1 2
Tokyo (JP).
- (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, 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,
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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: WIRELESS POWER TRANSMISSION DEVICE, FOREIGN MATERIAL DETECTION METHOD, AND CHARGER

(54) 発明の名称: ワイヤレス送電装置、異物検出方法、充電器



(57) Abstract: A transmission antenna 201 includes a resonant capacitor and a transmission coil 202, which are connected in series. A driver 204 includes a bridge circuit 205 that applies a drive voltage to the transmission antenna 201. A current sensor 220 detects a current I_s flowing in the bridge circuit 205. A foreign material detector 230 detects the current I_s flowing in the bridge circuit 205, while changing the switching frequency of the bridge circuit 205, and determines, on the basis of detection results, whether there is a foreign material or not.

(57) 要約: 送信アンテナ 201 は、直列に接続された共振キャパシタおよび送信コイル 202 を含む。ドライバ 204 は、送信アンテナ 201 に駆動電圧を印加するブリッジ回路 205 を含む。電流センサ 220 は、ブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s を検出する。異物検出器 230 は、ブリッジ回路 205 のスイッチング周波数を変化させながらブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s を検出し、その結果にもとづいて異物の有無を判定する。

208 Demodulator
210 Power supply
220 Current sensor

WO 2016/140004 A1

明 細 書

発明の名称：ワイヤレス送電装置、異物検出方法、充電器

技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤレス給電技術に関し、特に異物検出に関する。

背景技術

[0002] 近年、電子機器に電力を供給するために、ワイヤレス給電が普及し始めている。異なるメーカーの製品間の相互利用を促進するために、WPC (Wireless Power Consortium) が組織され、WPCにより国際標準規格であるQi (チー) 規格が策定された。

[0003] Qi 規格にもとづいたワイヤレス給電は、送信コイルと受信コイル間の電磁誘導を利用したものである。給電システムは、送信コイルを有する給電装置と、受信コイルを有する受電端末で構成される。

[0004] 図1は、Qi 規格に準拠したワイヤレス給電システム10の構成を示す図である。給電システム10は、送電装置20 (TX、Power Transmitter) と受電装置30 (RX、Power Receiver) と、を備える。受電装置30は、携帯電話端末、スマートホン、オーディオプレイヤー、ゲーム機器、タブレット端末などの電子機器に搭載される。

[0005] 送電装置20は、送信コイル (1次コイル) 22、ドライバ24、コントローラ26、復調器28を備える。ドライバ24は、Hブリッジ回路 (フルブリッジ回路) あるいはハーフブリッジ回路を含み、送信コイル22に駆動信号S1、具体的にはパルス信号を印加し、送信コイル22に流れる駆動電流により、送信コイル22に電磁界の電力信号S2を発生させる。コントローラ26は、送電装置20全体を統括的に制御するものであり、具体的には、ドライバ24のスイッチング周波数、あるいはスイッチングのデューティ比を制御することにより、送信電力を変化させる。

[0006] Qi 規格では、送電装置20と受電装置30の間で通信プロトコルが定められており、受電装置30から送電装置20に対して、制御信号S3による

情報の伝達が可能となっている。この制御信号 S 3 は、後方散乱変調 (Backscatter modulation) を利用して、A M (Amplitude Modulation) 変調された形で、受信コイル 3 2 (2 次コイル) から送信コイル 2 2 に送信される。この制御信号 S 3 には、たとえば、受電装置 3 0 に対する電力供給量を制御する電力制御データ (パケットともいう)、受電装置 3 0 の固有の情報を示すデータなどが含まれる。復調器 2 8 は、送信コイル 2 2 の電流あるいは電圧に含まれる制御信号 S 3 を復調する。コントローラ 2 6 は、復調された制御信号 S 3 に含まれる電力制御データにもとづいて、ドライバ 2 4 を制御する。

[0007] 受電装置 3 0 は、受信コイル 3 2、整流回路 3 4、平滑コンデンサ 3 6、変調器 3 8、負荷 4 0、コントローラ 4 2、電源回路 4 4 を備える。受信コイル 3 2 は、送信コイル 2 2 からの電力信号 S 2 を受信するとともに、制御信号 S 3 を送信コイル 2 2 に対して送信する。整流回路 3 4 および平滑コンデンサ 3 6 は、電力信号 S 2 に応じて受信コイル 3 2 に誘起される電流 S 4 を整流・平滑化し、直流電圧に変換する。

[0008] 電源回路 4 4 は、送電装置 2 0 から供給された電力を利用して図示しない二次電池を充電し、あるいは直流電圧 V_{RECT} を昇圧あるいは降圧し、コントローラ 4 2 やその他の負荷 4 0 に供給する。

[0009] コントローラ 4 2 は、負荷 4 0 に供給される電力をモニタし、それに応じて、送電装置 2 0 からの電力供給量を制御する電力制御データを生成する。変調器 3 8 は、電力制御データを含む制御信号 S 3 を変調し、受信コイル 3 2 のコイル電流を変調することにより、送信コイル 2 2 のコイル電流およびコイル電圧を変調する。

[0010] この給電システム 1 0 では、送電装置 2 0 と受電端末 (電子機器) は、比較的自由的な空間に配置されるため、送信コイル 2 2 と受信コイル 3 2 の間、あるいはその近傍に、金属片などの導電性の異物 (Foreign Object) が置かれる状況が生じうる。この状態でワイヤレス給電が行われると、異物に電流が流れ、電力損失が発生してしまう。また異物が発熱するという問題がある

。かかる状況に鑑みて、WPC 1.1 (System Description Wireless Power Transfer Volume I: Low Power Part 1: Interface Definition Version 1.1) 仕様において、異物検出 (FOD: Foreign Object Detection) が策定された。

[0011] このFODでは、送電装置200が送出した電力と、受電装置300が受信した電力と、が比較され、それらの間に許容値を超える不一致が発生した場合に、異物が存在するものと判定される。

[0012] 現在、中電力向けQi規格 (Volume II Middle Power) の策定が進められており、別方式のFOD方式が模索されている。その中のひとつとして、送信コイル (アンテナ) のQ値を利用したものが挙げられる。具体的には、送信コイルに異物が近接すると、送信アンテナのQ値が変化することを利用して、異物の有無を判定しようとするものである。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1: 特開2013-38854号公報

特許文献2: 特許第5071574号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明に係る課題に鑑みてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、異物検出可能な送電装置の提供にある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明のある態様は、ワイヤレス受電装置に電力信号を送信するワイヤレス送電装置に関する。ワイヤレス送電装置は、直列に接続された共振キャパシタおよび送信コイルを含む送信アンテナと、送信アンテナに駆動電圧を印加するブリッジ回路を含むドライバと、ブリッジ回路に流れる電流を検出する電流センサと、ブリッジ回路のスイッチング周波数を変化させながらブリッジ回路に流れる電流を検出し、その結果にもとづいて異物の有無を判定す

る異物検出器と、を備える。

- [0016] ブリッジ回路に流れる電流の周波数特性、たとえばピークを与えるセンタ一周波数や、バンド幅は、送信アンテナ 201 の周囲の状況に応じて変化するため、ブリッジ回路に流れる電流の周波数特性を検出することで、異物を検出できる。この態様によると、異物検出器の回路構成を従来よりも著しく簡略化し、コストを下げることができる。
- [0017] 異物検出器は、電流がピークとなる周波数 f_0 と、電流がピークから所定比率、低下したときの周波数 f_1 と、にもとづいて、異物の有無を判定してもよい。
- [0018] 異物検出器は、(i) 送信アンテナの共振周波数より低い周波数をスタートとして、ブリッジ回路のスイッチング周波数 f_{sw} をスイープアップしながら、周波数 f_0 およびそのときの電流値 I_{MAX} を取得し、(iii) 電流値 I_{MAX} に所定比率を乗じた電流 I_{LOW} を算出し、(iii) さらにスイッチング周波数 f_{sw} をスイープアップしながら、検出電流が電流 I_{LOW} となったときの周波数 f_1 を取得してもよい。
- [0019] 所定比率は、 $1/\sqrt{2}$ であってもよい。
- [0020] 異物検出器は、 $Q = f_0 / (2 \times |f_0 - f_1|)$ にしたがって Q 値を算出し、算出した Q 値と所定のしきい値の比較結果にもとづいて、異物の有無を判定してもよい。
- [0021] 異物検出器は、ワイヤレス受電装置からしきい値を受信してもよい。
- [0022] 電流センサは、DC 電源からブリッジ回路の上側電源端子に流入する電流を検出してもよい。
- この場合、電流を直流に近い信号として測定できるため、精度を高めることができる。特にブリッジ回路の上側電源端子に平滑キャパシタが接続される場合、この効果は顕著である。
- [0023] 電流センサは、ブリッジ回路の下側電源端子から接地に流出する電流を検出してもよい。

この場合、電流を直流に近い信号として測定できるため、精度を高めるこ

とができる。

[0024] 電流センサは、検出対象の電流の経路上に設けられた検出抵抗と、検出抵抗の電圧降下を増幅するセンスアンプと、センスアンプの出力を受けるローパスフィルタと、ローパスフィルタの出力をデジタル値に変換するA／Dコンバータと、を含んでもよい。

[0025] 電流センサは、送信電力を算出するために必要な電流を検出する電流検出回路と共用されてもよい。

この場合、追加のハードウェアをさらに削減できる。

[0026] ワイヤレス送電装置は、Qi規格に準拠してもよい。

[0027] 本発明の別の態様は、充電器に関する。充電器は、上述のいずれかのワイヤレス送電装置を備える。

[0028] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや、本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0029] 本発明のある態様によれば、異物を検出できる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1] Qi規格に準拠したワイヤレス給電システムの構成を示す図である。

[図2] 実施の形態に係るワイヤレス送電装置を備える給電システムのブロック図である。

[図3] ブリッジ回路のスイッチング周波数 f_{sw} と電流 I_s の関係を示す図である。

[図4] 異物検出シーケンスの一例を示すフローチャートである。

[図5] 送電装置の構成例を示す回路図である。

[図6] 図5の送電装置の動作波形図である。

[図7] 送電装置を備える充電器の回路図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。

各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0032] 本明細書において、「部材 A が、部材 B と接続された状態」とは、部材 A と部材 B が物理的に直接的に接続される場合のほか、部材 A と部材 B が、それらの電氣的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

同様に、「部材 C が、部材 A と部材 B の間に設けられた状態」とは、部材 A と部材 C、あるいは部材 B と部材 C が直接的に接続される場合のほか、それらの電氣的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

[0033] 図 2 は、実施の形態に係るワイヤレス送電装置を備える給電システム 100 のブロック図である。給電システム 100 は、送電装置 200 (TX、Power Transmitter) と受電装置 300 (RX、Power Receiver) と、を備える。受電装置 300 は、携帯電話端末、スマートホン、オーディオプレイヤー、ゲーム機器、タブレット端末などの電子機器に搭載される。

[0034] 送電装置 200 は、たとえば充電台を有する充電器に搭載される。送電装置 200 は、送信コイル (1 次コイル) 202、ドライバ 204、コントローラ 206、復調器 208、DC 電源 210、電流センサ 220 を備える。

[0035] ドライバ 204 は、Hブリッジ回路 (フルブリッジ回路) あるいはハーフブリッジ回路を含み、送信コイル 202 に駆動信号 S1、具体的にはパルス信号を印加し、送信コイル 202 に流れる駆動電流により、送信コイル 202 に電磁界の電力信号 S2 を発生させる。本実施の形態では、ハーフブリッジ回路 205 が使用される。ハーフブリッジ回路 205 の上側電源端子 P1

には、DC電源210からの電源電圧 V_{DD} が供給され、下側電源端子P2は接地される。上側電源端子P1には平滑キャパシタ C_S が接続される。

[0036] コントローラ206は、送電装置200全体を統括的に制御するものであり、具体的には、ドライバ204のスイッチング周波数 f_{sw} 、あるいはスイッチングのデューティ比を制御することにより、送信電力を変化させる。コントローラ206の機能、構成については、後述する異物検出器230に関するものを除いて、公知技術を用いればよいとため、説明を省略する。

[0037] Qi規格では、送電装置200と受電装置300の間で通信プロトコルが定められており、受電装置300から送電装置200に対して、制御信号S3による情報の伝達が可能となっている。この制御信号S3は、後方散乱変調 (Backscatter modulation) を利用して、AM (Amplitude Modulation) 変調された形で、受信コイル302 (2次コイル) から送信コイル202に送信される。この制御信号S3には、たとえば、受電装置300に対する電力供給量を制御する電力制御データ (パケットともいう)、受電装置300の固有の情報を示すデータなどが含まれる。また制御信号S3には、送信アンテナ201のQ値の適正範囲を規定するしきい値が含まれてもよい。

[0038] 復調器208は、送信コイル202の電流あるいは電圧に含まれる制御信号S3を復調する。コントローラ206は、復調された制御信号S3に含まれる電力制御データにもとづいて、ドライバ204を制御する。

[0039] 続いて、送電装置200における異物検出 (FOD) について説明する。

FODに関して、送電装置200は、電流センサ220およびコントローラ206の異物検出器 (Foreign Object Detector) 230を備える。

[0040] 電流センサ220は、ブリッジ回路205に流れる電流 I_S を検出し、検出した電流量を示す電流検出値S4を生成する。電流検出値S4は、コントローラ206の異物検出器230に入力される。「ブリッジ回路に流れる電流」とは、ブリッジ回路の入力電流もしくは、いずれかのアームに流れる電流を含み、出力電流、すなわちアンテナに流れるコイル電流は含まない。またブリッジ回路の入力電流は、ブリッジ回路205の上側電源端子に流入する

電流、下側電源端子から流出する電流を含む。

[0041] 受電装置 300 への送電開始前に、以下の異物検出処理を実行する。

具体的には異物検出器 230 は、ブリッジ回路 205 のスイッチング周波数 f_{sw} を変化させながらブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s を検出し、その結果にもとづいて異物の有無を判定する。

[0042] 以上が送電装置 200 の基本構成である。続いて異物検出器 230 の原理、動作を説明する。

[0043] 図 3 は、ブリッジ回路 205 のスイッチング周波数 f_{sw} と電流 I_s の関係を示す図である。本発明者は、ブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s のスイッチング周波数依存性について検討したところ、たとえばピーク I_{MAX} を与えるセンター周波数 f_0 、バンド幅（周波数特性という） Δf が、送信アンテナ 201 の周囲の状況に応じて変化することを認識するに至った。

[0044] バンド幅 Δf は、たとえば電流量 I_s がピーク I_{MAX} から所定比率、低下したときのスイッチング周波数 f_{sw} を与える周波数 f_1 を用いて、

$$\Delta f = 2 \times |f_0 - f_1| \quad \dots (1)$$

で定義される。所定比率は、 $1/\sqrt{2}$ 、 $1/2$ 、 $1/e$ などを使用しうが、電気通信の分野では $1/\sqrt{2}$ を採るのが通常である。

[0045] 図 2 の送電装置 200 によれば、電流センサ 220 により、ブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s の周波数特性を検出し、周波数特性の変化を監視することにより、異物を検出することができる。

[0046] この方法によれば、ブリッジ回路 205 に流れる電流 I_s を測定すれば足りるため、異物検出器 230 の回路構成を従来よりも著しく簡略化し、コストを下げることができる。

[0047] ここで、センター周波数 f_0 の変動のみでは、異物検出の精度が低い場合もある。そこで異物検出器 230 は、電流 I_s がピーク I_{MAX} となる周波数 f_0 と、電流 I_{MAX} がピーク I_{MAX} から所定比率 $1/\sqrt{2}$ 、低下したときの周波数 f_1 と、にもとづいて、異物の有無を判定することが望ましい。

[0048] Qi 規格に準拠した送電装置 200 においては、送信アンテナ 201 の Q

値にもとづいて、異物を検出してもよい。

$$Q = I_0 / \Delta f = f_0 / (2 \times |f_0 - f_1|)$$

[0049] 図4は、異物検出シーケンスの一例を示すフローチャートである。

送信アンテナ201の共振周波数 f_R より低い所定の周波数 f_S をスタート周波数とし、スイッチング周波数 f_{SW} をスイープアップする。

[0050] スイープアップの過程において、周波数 f_0 およびそのときの電流値 I_{MAX} を取得する(S102)。続いて、ピーク電流値 I_{MAX} に所定比率 $1/\sqrt{2}$ を乗じた電流 I_{LOW} を算出する(S104)。(iii)さらにスイッチング周波数 f_{SW} をスイープアップしながら、検出電流 I_S が算出した電流 I_{LOW} となったときの周波数 f_1 を取得し(S106)、Q値を算出する(S108)。

[0051] 異物検出器230はこのように得られたQ値にもとづいて、異物の有無を判定する(S110)。より具体的には異物検出器230は、算出したQ値と所定のしきい値の比較結果にもとづいて、異物の有無を判定することができる。ここで異物検出器230は、所定のしきい値を、ワイヤレス受電装置から受信してもよい。以上が異物検出のフローである。

[0052] 続いて送電装置200の具体的な構成例を説明する。図5は、送電装置200の構成例を示す回路図である。

[0053] 電流センサ220は、DC電源210からブリッジ回路205の上側電源端子P1に流入する電流(入力電流という) I_S を検出対象とする。電流センサ220は、検出対象の電流 I_S の経路上に設けられた検出抵抗 R_S と、検出抵抗 R_S の電圧降下 V_S を増幅するセンスアンプ222と、センスアンプ222の出力を受けるローパスフィルタ224と、ローパスフィルタ224の出力をデジタル値に変換するA/Dコンバータ226と、を備える。上側電源端子P1には平滑キャパシタ C_S が接続されており、したがって電流センサ220は、平滑キャパシタ C_S に流れ込む電流 I_S を測定しているものと把握することもできる。入力電流 I_S を検出対象とすることで、保護動作の観点から有利である。

[0054] 送電装置200には、自身の送信電力を算出する機能を具備する場合が多

く、従来の送電装置も、電力算出のために電流検出のための回路を備えている。この場合、そこで電流センサ 220 は、電力算出のための電流検出回路と共用（流用）することができる。

[0055] 図 6 は、図 5 の送電装置 200 の動作波形図である。図 6 には、送信アンテナ 201 に流れる電流 I_{COIL} と、ブリッジ回路 205 への入力電流 I_s 、ローパスフィルタ 224 の出力信号 S_5 が示される。

理論的には、入力電流 I_s は、ブリッジ回路 205 のハイサイドトランジスタがオンの期間のコイル電流 I_{COIL} に相当するため、入力電流 I_s は半波形であるが、ブリッジ回路 205 の上側電源端子 P1（DC 電源 210 の出力）には、平滑用のキャパシタ C_s が接続されるため、入力電流 I_s は、コイル電流 I_{COIL} の振幅に応じた DC 成分と、スイッチング周波数 f_{sw} に応じた交流成分の和となる。ローパスフィルタ 224 によって、スイッチング周波数 f_{sw} に応じた交流成分を除去することにより、DC 成分、すなわちコイル電流 I_{COIL} を検出できる。

[0056] 続いて送電装置 200 の用途を説明する。図 7 は、送電装置 200 を備える充電器 400 の回路図である。充電器 400 は、受電装置 300 を備える電子機器 500 を充電する。充電器 400 は、筐体 402、充電台 404、回路基板 406、を備える。給電対象の電子機器は、充電台 404 上に載置される。ドライバ 204 やコントローラ 206 その他の回路部品は、回路基板 406 上に実装される。送信アンテナ 201 は、充電台 404 の直下にレイアウトされる。充電器 400 は、AC/DC コンバータ 410 により直流電圧を受けてもよいし、AC/DC コンバータを内蔵してもよい。あるいは充電器 400 は、USB（Universal Serial Bus）などの給電線を備えるバスを介して、外部から DC 電力の供給を受けてもよい。

[0057] 実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。以下、こうした変形例を説明する。

[0058] (第1の変形例)

電流センサ220が監視する電流は、ブリッジ回路の入力電流 I_s には限定されない。たとえばブリッジ回路205よりも接地側に検出抵抗 R_s を挿入してもよい。ただし、接地側で電流を測定する場合には、平滑キャパシタ C_s による電流の平滑化の効果が期待できないため、追加の回路および信号処理が必要となる場合もある。ただしこの場合であっても、ブリッジ回路205の出力電流（つまりコイル電流 I_{coil} ）を測定する場合に比べれば、回路構成および信号処理を簡略化できるというメリットは享受できる。

[0059] また、検出抵抗 R_s を挿入する代わりに、ブリッジ回路205のスイッチングトランジスタ（ハイサイドトランジスタまたはローサイドトランジスタ）のオン抵抗を利用してもよい。ただし、スイッチングトランジスタのオン抵抗を利用する場合、ブリッジ回路の内部電流を測定することになるため、平滑キャパシタ C_s による電流の平滑化の効果が期待できず、追加の回路および信号処理が必要となる場合もある。ただしこの場合であっても、ブリッジ回路205の出力電流（つまりコイル電流 I_{coil} ）を測定する場合に比べれば、回路構成および信号処理を簡略化できるというメリットは享受できる。

[0060] (第2の変形例)

実施の形態では、ハーフブリッジ回路のドライバ204について説明したが、Hブリッジ回路にも適用可能である。

[0061] (第3の変形例)

実施の形態では、Q値にもとづいて異物検出する場合を説明したが、本発明はそれには限定されない。Qi規格以外の、将来策定されるであろう規格においては、Q値によらずに、センター周波数 f_0 や、バンド幅 Δf の変化にもとづいて、異物を検出する。

[0062] 実施の形態にもとづき、具体的な用語を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

符号の説明

[0063] 100…給電システム、200, TX…送電装置、201…送信アンテナ、202…送信コイル、204…ドライバ、205…ブリッジ回路、206…コントローラ、208…復調器、210…DC電源、220…電流センサ、222…センスアンプ、224…ローパスフィルタ、226…A/Dコンバータ、230…異物検出器、300, RX…受電装置、302…受信コイル、S1…駆動信号、S2…電力信号、S3…制御信号、S4…電流検出値、400…充電器、402…筐体、404…充電台、406…回路基板、500…電子機器。

産業上の利用可能性

[0064] 本発明はワイヤレス給電技術に利用できる。

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤレス受電装置に電力信号を送信するワイヤレス送電装置であって、
- 直列に接続された共振キャパシタおよび送信コイルを含む送信アンテナと、
- 前記送信アンテナに駆動電圧を印加するブリッジ回路を含むドライバと、
- 前記ブリッジ回路に流れる電流を検出する電流センサと、
- 前記ブリッジ回路のスイッチング周波数を変化させながら前記ブリッジ回路に流れる前記電流を検出し、その結果にもとづいて異物の有無を判定する異物検出器と、
- を備えることを特徴とするワイヤレス送電装置。
- [請求項2] 前記異物検出器は、前記電流がピークとなる周波数 f_0 と、前記電流がピークから所定比率、低下したときの周波数 f_1 と、にもとづいて、異物の有無を判定することを特徴とする請求項1に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項3] 前記異物検出器は、
- (i) 前記送信アンテナの共振周波数より低い周波数をスタートとして、前記ブリッジ回路のスイッチング周波数をスイープアップしながら、前記周波数 f_0 およびそのときの電流値 I_{MAX} を取得し、
- (ii) 電流値 I_{MAX} に前記所定比率を乗じた電流 I_{LOW} を算出し、
- (iii) さらに前記スイッチング周波数をスイープアップしながら、検出電流が前記電流 I_{LOW} となったときの周波数 f_1 を取得することを特徴とする請求項2に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項4] 前記所定比率は、 $1/\sqrt{2}$ であることを特徴とする請求項2または3に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項5] 前記異物検出器は、 $Q = f_0 / (2 \times |f_0 - f_1|)$ にしたがって Q 値を算出し、算出した Q 値にもとづいて異物の有無を判定することを

特徴とする請求項 4 に記載のワイヤレス送電装置。

[請求項6] 前記異物検出器は、算出した Q 値と所定のしきい値の比較結果にもとづいて、異物の有無を判定することを特徴とする請求項 5 に記載のワイヤレス送電装置。

[請求項7] 前記異物検出器は、前記ワイヤレス受電装置から前記しきい値を受信することを特徴とする請求項 6 に記載のワイヤレス送電装置。

[請求項8] 前記電流センサは、DC 電源から前記ブリッジ回路の上側電源端子に流入する電流を検出することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のワイヤレス送電装置。

[請求項9] 前記ブリッジ回路の上側電源端子に接続された平滑キャパシタをさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載のワイヤレス送電装置。

[請求項10] 前記電流センサは、
検出対象の電流の経路上に設けられた検出抵抗と、
前記検出抵抗の電圧降下を増幅するセンスアンプと、
前記センスアンプの出力を受けるローパスフィルタと、
前記ローパスフィルタの出力をデジタル値に変換する A/D コンバータと、
を含むことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載のワイヤレス送電装置。

[請求項11] 前記電流センサは、送信電力を算出するために必要な電流を検出する電流検出回路と共用されることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載のワイヤレス送電装置。

[請求項12] Qi 規格に準拠したことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかに記載のワイヤレス送電装置。

[請求項13] 請求項 1 から 12 のいずれかに記載のワイヤレス送電装置を備えることを特徴とする充電器。

[請求項14] ワイヤレス受電装置における異物検出方法であって、
前記ワイヤレス受電装置は、

直列に接続された共振キャパシタおよび送信コイルを含む送信アンテナと、

前記送信アンテナに駆動電圧を印加するブリッジ回路と、

を含み、

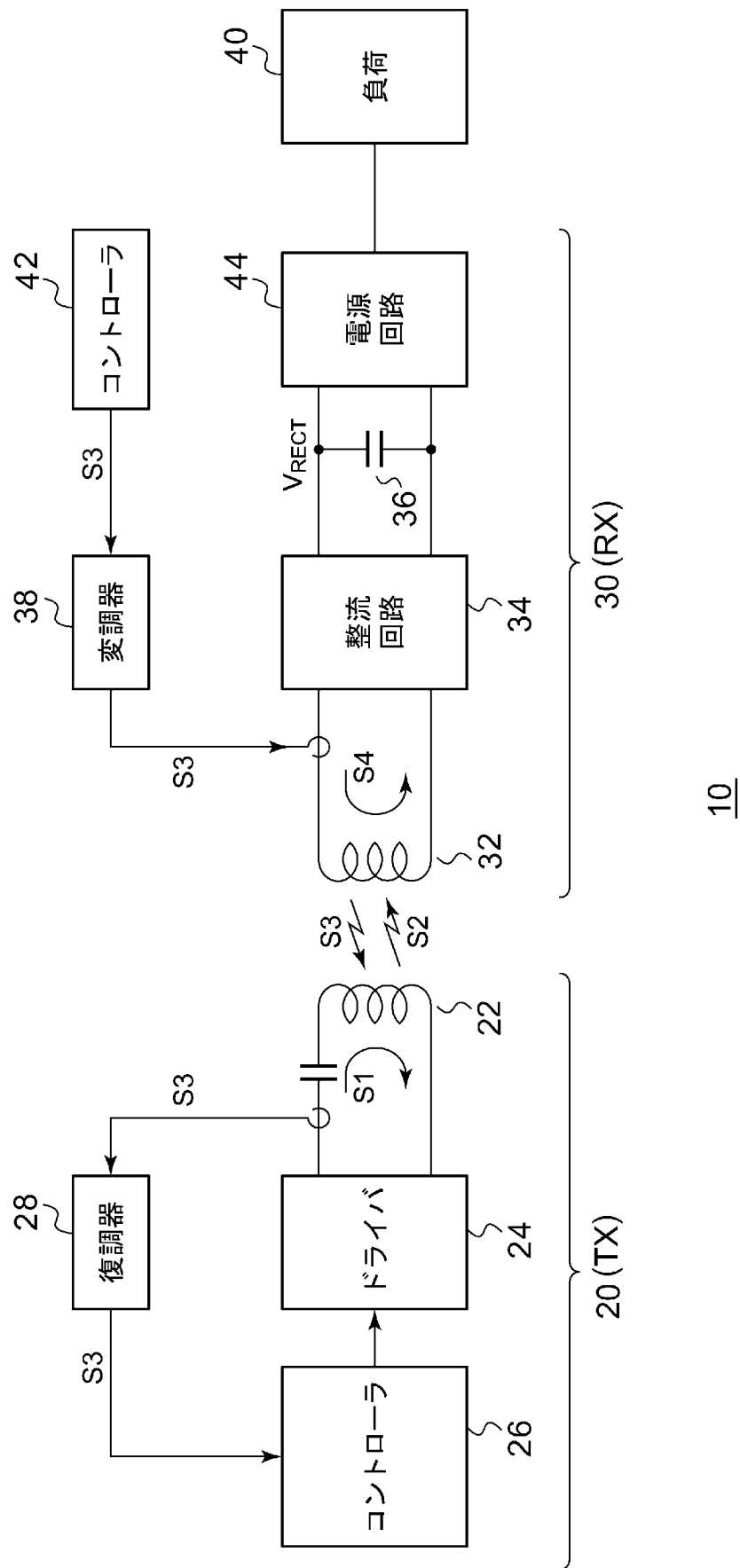
前記異物検出方法は、

前記ブリッジ回路のスイッチング周波数を変化させながら前記ブリッジ回路に流れる電流を検出するステップと、

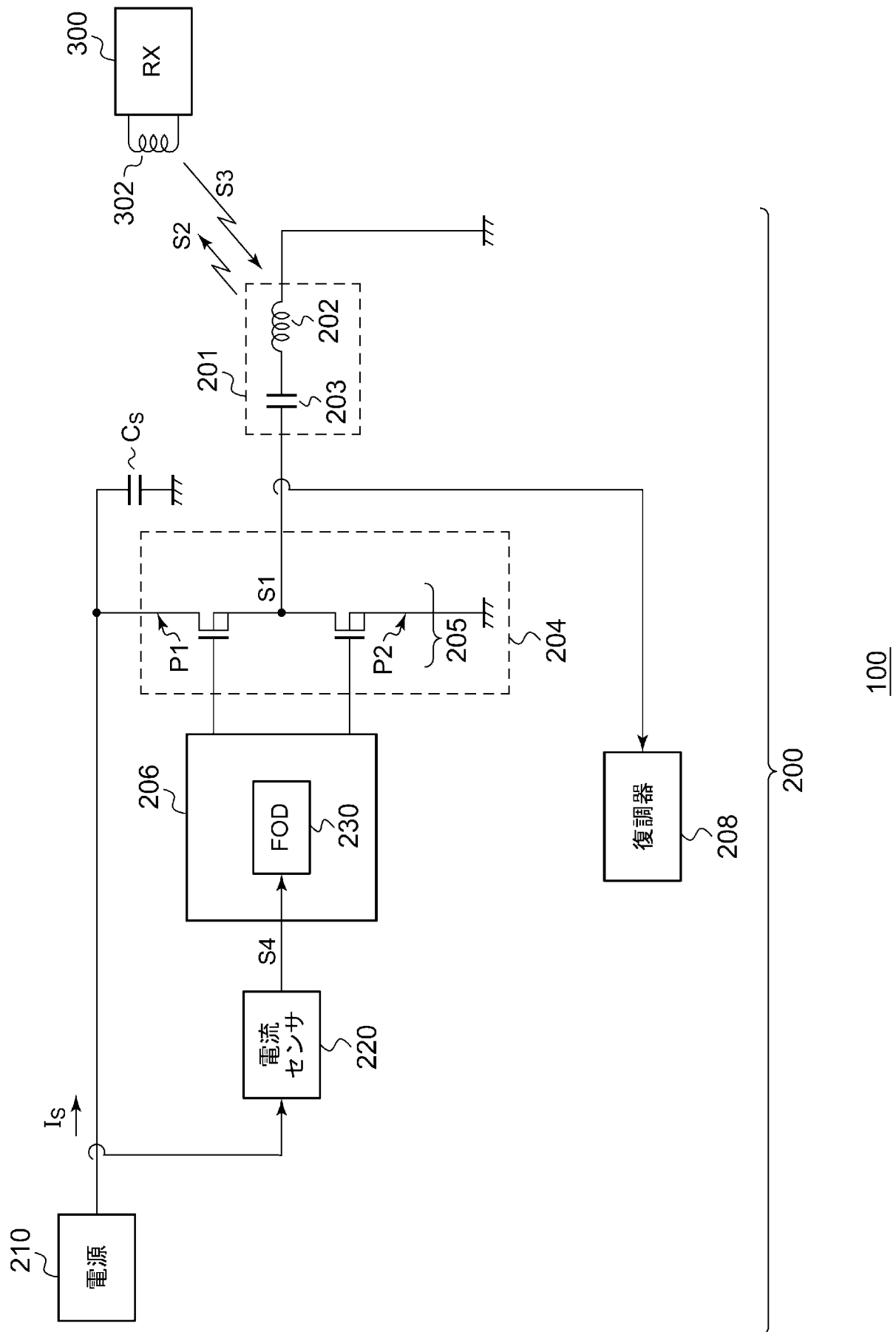
前記電流がピークとなる周波数 f_0 と、前記電流がピークから所定比率低下したときの周波数 f_1 と、にもとづいて、異物の有無を判定するステップと、

を備えることを特徴とする異物検出方法。

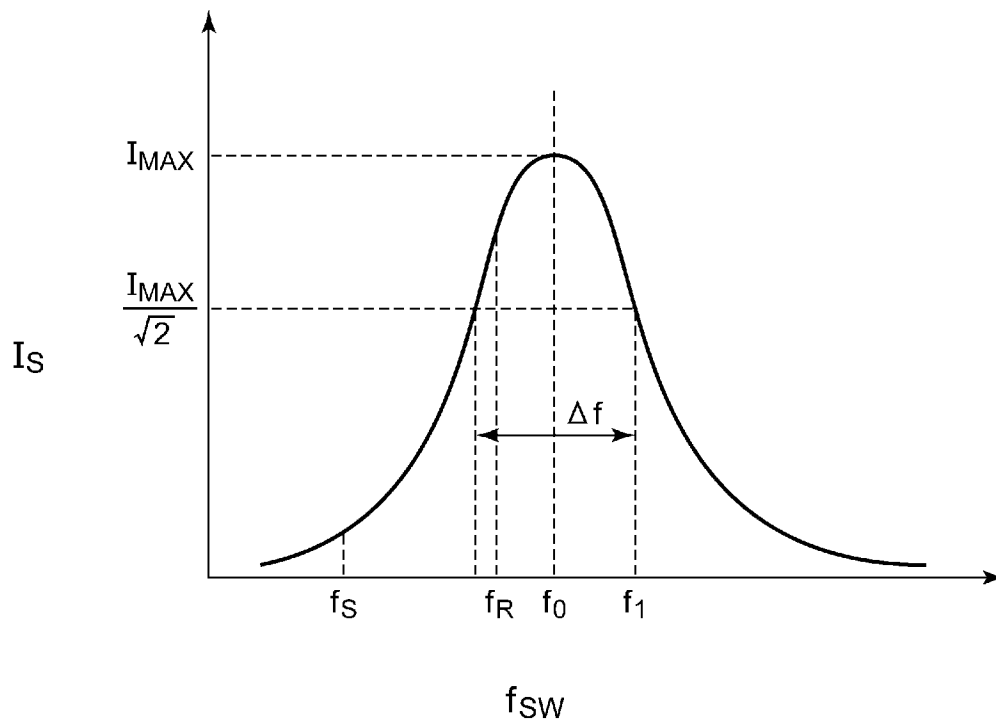
[図1]



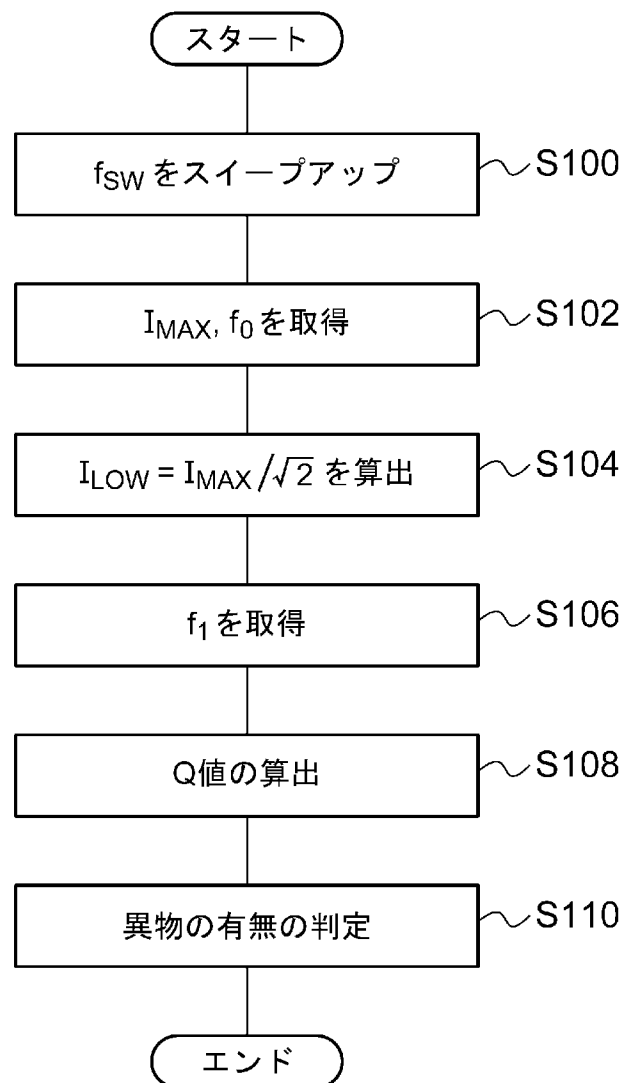
[図2]



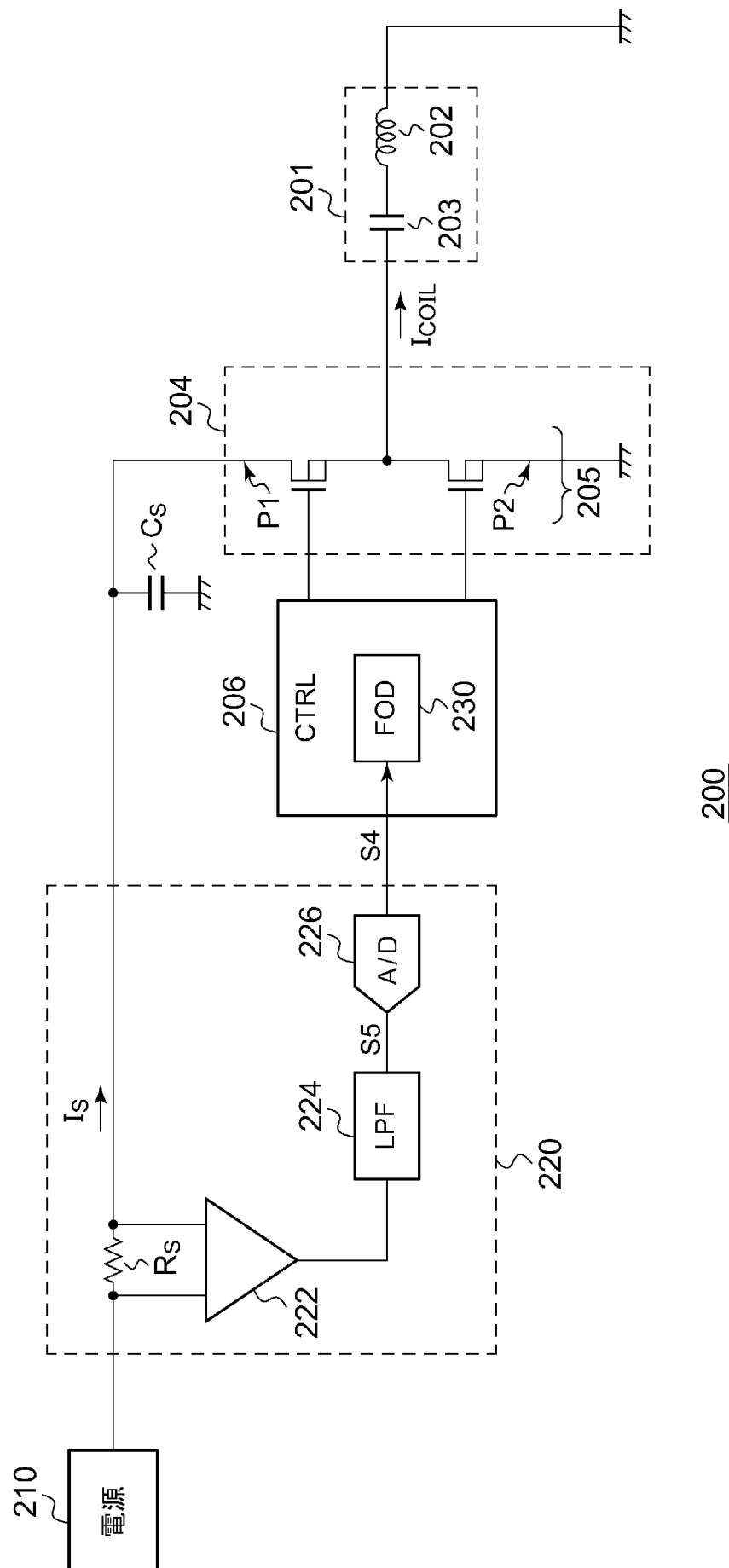
[図3]



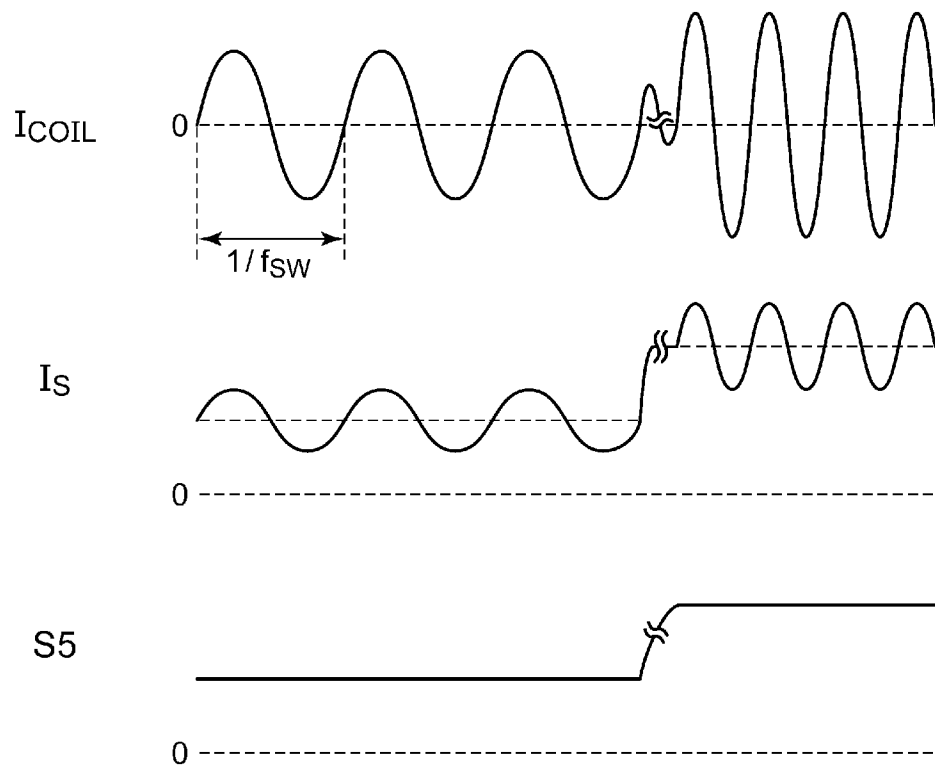
[図4]



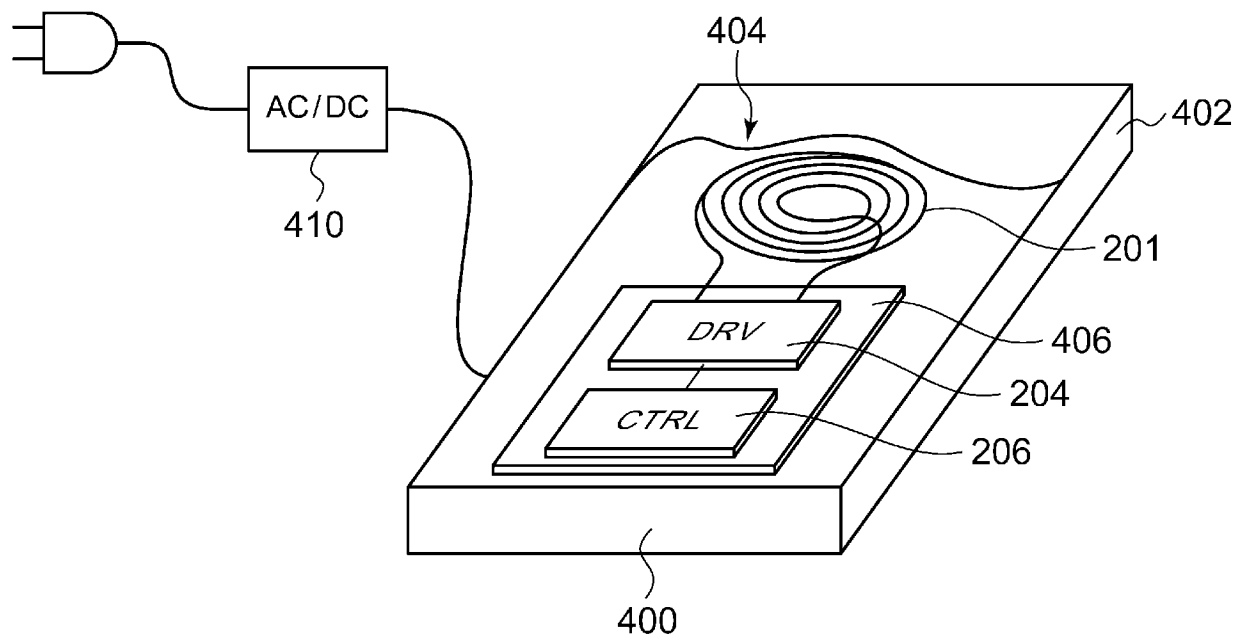
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02J50/60(2016.01) i</i>										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H02J50/60</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2016</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2016</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2016</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
X Y A	JP 2011-507481 A (Access Business Group International L.L.C.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0090] to [0092], [0100] to [0105], [0114] to [0120], [0126], [0141] to [0143]; fig. 6 & US 2012/0175967 A1 paragraphs [0114] to [0116], [0124] to [0129], [0139] to [0144], [0150], [0165] to [0167]; fig. 6 & WO 2009/081115 A1 & CN 101981780 A	1, 8, 10-13 9 2-7, 14								
Y	JP 2012-5238 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 January 2012 (05.01.2012), paragraphs [0010] to [0013]; fig. 2 (Family: none)	9								
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 26 April 2016 (26.04.16)		Date of mailing of the international search report 10 May 2016 (10.05.16)								
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053042

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-187795 A (Dexerials Corp.), 02 October 2014 (02.10.2014), entire text; all drawings & WO 2014/148315 A1 & KR 10-2015-0132583 A & CN 105210265 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J50/60(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J50/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

国際調査で利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
X Y A	JP 2011-507481 A（アクセス ビジネス グループ インターナシ ョナル リミテッド ライアビリティ カンパニー）2011.03.03, 0090-0092, 0100-0105, 0114-0120, 0126, 0141-0143 段落, 図 6 & US 2012/0175967 A1, 0114-0116, 0124-0129, 0139-0144, 0150, 0165-0167 段落, 図 6 & WO 2009/081115 A1 & CN 101981780 A	1, 8, 10-13 9 2-7, 14
Y	JP 2012-5238 A（日産自動車株式会社）2012.01.05, 0010-0013 段落, 図 2（ファミリーなし）	9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

26.04.2016

国際調査報告の発送日

10.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

永井 啓司

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3656

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	JP 2014-187795 A (デクセリアルズ株式会社) 2014. 10. 02, 全文、全図 & WO 2014/148315 A1 & KR 10-2015-0132583 A & CN 105210265 A	1-14