(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
2014 年 9 月 12 日(12.09.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/136396 A1

(51) 国際特許分類:
*H02J 17/00* (2006.01) *G01R 33/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000918

(22) 国際出願日: 2014 年 2 月 21 日(21.02.2014)

(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 2013-043606 2013 年 3 月 6 日(06.03.2013) JP

(71) 出願人: アルプス電気株式会社(ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町１番７号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 三瓶　毅(SANPEI, Takeshi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町１番７号アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松下　昌弘(MATSUSHITA, Masahiro); 〒1410031 東京都品川区西五反田３丁目６番２０号いちご西五反田ビル８Ｆ 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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 SYSTEM

(54) 発明の名称 : 無線電力伝送システム

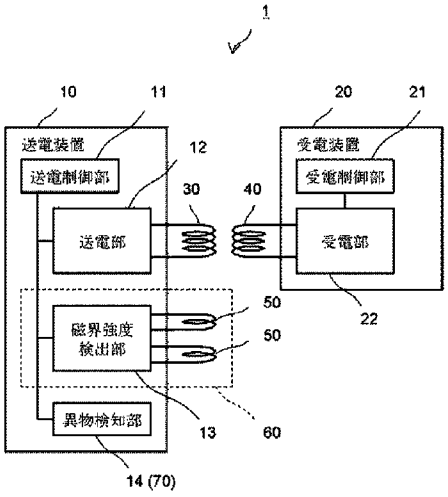



FIG. 1:
10 Power transmitting device
11 Power transmitting control unit
12 Power transmitting unit
13 Magnetic field strength detection unit
14 (70) Foreign object detection unit
20 Power receiving device
21 Power receiving control unit
22 Power receiving unit

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a wireless power transmission system capable of detecting foreign objects, even if the distance between a power transmitting coil and a power receiving coil changes. [Solution] A wireless power transmission system (1) which comprises a power transmitting device (10), a power receiving device (20), a power transmitting coil (30), and a power receiving coil (40), and which transmits power in a contactless manner using magnetic field coupling between the power transmitting coil (30) and the power receiving coil (40). The wireless power transmission system (1) is characterised by: at least one coil from among the power transmitting coil (30) and the power receiving coil (40) being a symmetrically-shaped coil; having a magnetic field strength detection means (60) which detects the strength of a magnetic field that surrounds the symmetrically-shaped coil, and having a foreign object detection means (70) which detects foreign objects by using the magnetic field strength detected by the magnetic field strength detection means (60); the foreign object detection means (70) detecting the symmetry of the magnetic field strength from the magnetic field strength detected by the magnetic field strength detection means (60), and detecting foreign objects on the basis of variations in the symmetry of the magnetic field strength.

(57) 要約: 【課題】送電コイルと受電コイルと間の距離が変化しても異物検知が可能な無線電力伝送システムを提供する。【解決手段】送電装置１０と受電装置２０と送電コイル３０と受電コイル４０とを備え、送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合を利用して無接点で電力を伝送する無線電力伝送システム１であって、送電コイル３０と受電コイル４０とのうち、少なくとも一方のコイルは、対称性を有した形状のコイルであり、無線電力伝送システム１は、対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界強度を検出する磁界強度検出手段６０と、磁界強度検出手段６０が検出した磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段７０と、を有し、異物検知手段７０は、磁界強度検出手段６０が検出した磁界強度から、磁界強度の対称性を検出し、磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行うことを特徴とする。

WO 2014/136396 A1

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 無線電力伝送システム

## 技術分野

[0001] 本発明は、無線電力伝送システムに関し、特に、送電装置と受電装置と送電コイルと受電コイルとを備え、送電コイルと受電コイルとの間の磁界結合を利用して無接点で電力を伝送する、無線電力伝送システムに関する。

## 背景技術

[0002] 近年、送電装置と受電装置と送電コイルと受電コイルとを備え、送電コイルと受電コイルとの間の磁界結合を利用して送電装置から受電装置に無接点で電力を伝送する、無線電力伝送システムが普及してきている。そして、このようなシステムが適用される製品分野も徐々に広がり、例えば数Wを超える大きい電力を伝送するような場合も増えてきている。このような大きい電力を伝送する場合、例えば送電コイルと受電コイルとの間に金属のような導電性を有する異物が侵入すると、送電コイルと受電コイルとの間の磁界の影響を受けて渦電流が発生し、異物が異常発熱する危険性が有った。そのため、このような異物が侵入した場合に送電停止等の措置を講じる必要が有り、如何にして異物の侵入を検知するかが課題となっていた。このような課題に対して、例えば特許文献１に示すような無接点電力伝送システム（無線電力伝送システム）が提案されている。

[0003] 図６は、特許文献１に係る従来の無接点電力伝送システムの構成を示す説明図である。図６に示すように、特許文献１に係る従来の無接点電力伝送システムは、１次コイルＬ１（送電コイル）と２次コイルＬ２（受電コイル）と送電装置１１０と受電装置１４０とバッテリ装置１９０とを備えている。バッテリ装置１９０は、バッテリ１９４と充電制御装置１９２とを有している。充電制御装置１９２は、バッテリ１９４への充電電流を制限する電流制御装置１９３を有し、電流制御装置１９３を用いてバッテリ１９４への充電を制御している。１次コイルＬ１は送電装置１１０と接続されている。２次

コイルＬ２は受電装置１４０と接続されている。受電装置１４０はバッテリ装置１９０と接続されている。１次コイルＬ１と２次コイルＬ２とは電磁結合が可能である。そして、従来の無接点電力伝送システムでは、電磁結合された１次コイルＬ１と２次コイルＬ２とを経由して、送電装置１１０から受電装置１４０に対して無接点で電力を伝送している。そして、受電装置１４０と接続されたバッテリ装置１９０に対して電力を供給している。

[0004] 受電装置１４０は、更に、２次コイルＬ２の誘起電圧を直流電圧に変換する受電部と、受電装置１４０の動作を制御する受電側制御部と、受電装置１４０側の負荷を変調する負荷変調部と、を有している。そして、受電装置１４０は、負荷変調部による受電装置１４０側の負荷変化によって異物検出用信号を送信している。送電装置１１０は、受電装置１４０から送信される異物検出用信号を受信している。そして、１次コイルＬ１と２次コイルＬ２との間に金属等の異物が侵入した場合には、受電装置１４０側の負荷状態が変化し、それに対応して送電装置１１０が受信する異物検出用信号の状態が変化する。送電装置１１０は、このような異物検出用信号の状態の変化を検出し、検出した変化に基いて異物検知を行っている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１１－１５５８３６

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] このような無接点電力伝送システム（無線電力伝送システム）では、例えば電磁誘導方式のように、１次コイルＬ１（送電コイル）と２次コイルＬ２（受電コイル）との間の距離が固定されている場合には、異物検知は可能である。しかしながら、例えば磁気共鳴方式のように、１次コイルＬ１と２次コイルＬ２との間の距離が変化しても電力の伝送が可能な無接点電力伝送システムでは、１次コイルＬ１と２次コイルＬ２との間の距離が変化する度に

受電装置１４０側の負荷状態が変化する。そのため、異物が侵入したのかコイル間の距離が変化したのかを識別することが困難である。その結果、１次コイルＬ１と２次コイルＬ２との間の距離が変化するような無接点電力伝送システムでの異物検知は困難となる。

[0007] 本発明は、このような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても異物検知が可能な無線電力伝送システムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0008] この課題を解決するために、請求項１に記載の無線電力伝送システムは、電力を送電する送電装置と、前記送電装置からの電力を受電する受電装置と、前記送電装置に接続される送電コイルと、前記受電装置に接続される受電コイルと、を備え、前記送電コイルと前記受電コイルとの間の磁界結合を利用して、前記送電装置から前記受電装置に無接点で電力を伝送する無線電力伝送システムであって、前記送電コイルと前記受電コイルとのうち、少なくとも一方のコイルは、対称性を有した形状のコイルであり、前記対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界強度を検出する磁界強度検出手段と、前記磁界強度検出手段が検出した前記磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段と、を有し、前記異物検知手段は、前記磁界強度検出手段が検出した前記磁界強度から、前記磁界強度の対称性を検出し、前記磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行うことを特徴とする。

[0009] このような無線電力伝送システムにおいて、送電コイルと受電コイルとのうち、少なくとも一方のコイルは、対称性を有した形状のコイルである。そのため、異物が存在しない場合、対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となる。このような磁界強度の対称性は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても保たれる。そして、送電コイルと受電コイルとの間に異物が侵入した場合、異物の近くの磁界が乱れる。そして、磁界強度の対称性が変化し、対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界分布は非対称な状態となる。このような、磁界強度の対称性を

有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても生じる。

[0010] そして、無線電力伝送システムは、更に、対称性を有した形状のコイルの周囲に発生する磁界の磁界強度を検出する磁界強度検出手段と、磁界強度検出手段が検出した磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段と、を有している。そのため、異物検知手段は、磁界強度検出手段が検出した磁界強度から磁界強度の対称性を検出し、磁界強度の対称性を有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化に基いて異物の侵入の有無を判定することができる。しかも、このような磁界強度の対称性の変化は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても生じるので、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても磁界強度の対称性の変化に基いて異物の侵入の有無を判定することができる。その結果、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても異物検知が可能となる。

[0011] 請求項２に記載の無線電力伝送システムでは、前記送電コイルは、対称性を有した形状のコイルであり、前記磁界強度検出手段は、前記送電コイルの周囲に配置された複数の検出用コイルを有し、前記複数の検出用コイルを用いて、前記送電コイルの周囲に発生する磁界の前記磁界強度を検出することを特徴とする。

[0012] このような無線電力伝送システムでは、複数の検出用コイルは、送電コイルの周囲に配置されている。そして、送電コイルと検出用コイルとは同じコイルなので、送電コイルと検出用コイルとを同一の工程で一体的に形成することができる。その結果、送電コイルと検出用コイルとの加工が容易となる。また、磁界強度検出手段は、送電コイルの周囲に発生する磁界の磁界強度を検出するので、送電装置側で異物検知を行うことができる。そのため、磁界強度検出手段と異物検知手段とを送電装置側に配置し、送電開始や送電停止等の送電制御と異物検知とを一体的に行うことができる。その結果、異物が侵入した場合に素早く送電停止等の措置を講じることができる。

[0013] 請求項３に記載の無線電力伝送システムでは、前記送電コイルは、円形の

外周を有したリング状のコイル部を有し、前記複数の検出用コイルは、前記円形の中心点に対して互いに点対称となる位置に配置された、少なくとも１対の検出用コイルを含み、前記磁界強度検出手段は、前記少なくとも１対の検出用コイルを用いて前記送電コイルの周囲の磁界強度を検出し、前記異物検知手段は、前記磁界強度検出手段が検出した磁界強度から、互いに点対称となる位置の磁界強度の差を検出し、前記磁界強度の差が基準値以上となった場合に異物の侵入が有ったと判定することを特徴とする。

[0014] このような無線電力伝送システムでは、送電コイルのコイル部は、円形の外周を有したリング状のコイルなので、異物が存在しない場合、コイル部の周囲では円形の中心点に対して互いに点対称となる２つの位置での磁界強度はほぼ等しくなる。そのため、このような２つの位置の磁界強度の差を磁界強度の対称性の指標として使用することができる。しかも、円形の中心点からの距離や向きを変えることによって、円形の中心点に対して互いに点対称となる位置を多数設定することができる。そのため、複数の検知用コイルを配置することが容易であり、磁界強度の対称性を精度良く検知することができる。

[0015] また、複数の検出用コイルは、円形の中心点に対して互いに点対称となる位置に配置された、少なくとも１対の検出用コイルを含み、磁界強度検出手段は、少なくとも１対の検出用コイルを用いて送電コイルの周囲の磁界強度を検出している。そのため、磁界強度検出手段は、このような検出用コイルを用いて、円形の中心点に対して互いに点対称となる位置の磁界強度を容易に検出することができる。また、異物検知手段は、磁界強度検出手段が検出した磁界強度から、互いに点対称となる位置の磁界強度の差を検出し、磁界強度の差が基準値以上となった場合に異物の侵入が有ったと判定している。そのため、磁界強度の検出値のばらつきを考慮して基準値を設定することができ、磁界強度の検出値のばらつきに伴う誤検知を防ぐことができる。その結果、このような無線電力伝送システムでは、異物検知を精度良く行うことができる。

## 発明の効果

[0016] 本発明の無線電力伝送システムにおいて、送電コイルと受電コイルとのうち、少なくとも一方のコイルは、対称性を有した形状のコイルである。そのため、異物が存在しない場合、対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となる。このような磁界強度の対称性は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても保たれる。そして、送電コイルと受電コイルとの間に異物が侵入した場合、異物の近くの磁界が乱れる。そして、磁界強度の対称性が変化し、対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界分布は非対称な状態となる。このような、磁界強度の対称性を有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても生じる。

[0017] そして、無線電力伝送システムは、更に、対称性を有した形状のコイルの周囲に発生する磁界の磁界強度を検出する磁界強度検出手段と、磁界強度検出手段が検出した磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段と、を有している。そのため、異物検知手段は、磁界強度検出手段が検出した磁界強度から磁界強度の対称性を検出し、磁界強度の対称性を有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化に基いて異物の侵入の有無を判定することができる。しかも、このような磁界強度の対称性の変化は、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても生じるので、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても磁界強度の対称性の変化に基いて異物の侵入の有無を判定することができる。その結果、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても異物検知が可能となる。

[0018] したがって、本発明によれば、送電コイルと受電コイルとの間の距離が変化しても異物検知が可能な無線電力伝送システムを提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態に係る無線電力伝送システム１の構成を示す説明図である。

[図2]図１に示す送電コイル３０と検出用コイル５０との構造を示す模式図で

ある。

[図3]本発明の実施形態に係る異物検知の原理を示す第１の説明図である。

[図4]本発明の実施形態に係る異物検知の原理を示す第２の説明図である。

[図5]本発明の実施形態に係る異物検知の手順を示すフローチャートである。

[図6]特許文献１に係る従来の無接点電力伝送システムの構成を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0021] まず、本発明の実施形態に係る無線電力伝送システム１の構成について、図１を用いて説明する。図１は、本発明の実施形態に係る無線電力伝送システム１の構成を示す説明図である。

[0022] 図１に示すように、無線電力伝送システム１は、電力を送電する送電装置１０と、送電装置１０からの電力を受電する受電装置２０と、送電装置１０に接続される送電コイル３０と検出用コイル５０と、受電装置２０に接続される受電コイル４０と、を備えている。

[0023] 送電装置１０は、送電制御部１１と送電部１２と磁界強度検出部１３と異物検知部１４とを有している。受電装置２０は、受電制御部２１と受電部２２とを有している。送電コイル３０と受電コイル４０とは、送電装置１０から受電装置２０へ電力を伝送するためのコイルである。検出用コイル５０は、送電コイル３０の周囲に発生する磁界の磁界強度を検出するためのコイルである。

[0024] 送電装置１０の送電制御部１１には、送電部１２と異物検知部１４と磁界強度検出部１３とが接続されている。そして、送電制御部１１は、送電部１２に指示を出して送電開始や送電停止等の送電制御を行っている。また、送電制御部１１は、磁界強度検出部１３に磁界強度の検出に関する指示を出している。また、送電制御部１１は、異物検知部１４に異物検知に関する指示を出している。

[0025] 送電部１２には送電コイル３０が接続されている。送電部１２は、図示し

ない電源装置から供給された電力を交流の電気信号に変換し、変換した交流の電気信号を送電コイル３０に伝達している。送電コイル３０は、送電部１２から伝達された交流の電気信号に対応して、送電コイル３０の周囲に磁界を発生させている。以下、送電コイル３０の周囲に発生する磁界を、送電コイル３０の周囲の磁界と略称する。また、送電コイル３０の周囲の磁界の磁界強度を、送電コイル３０の周囲の磁界強度と略称する。また、送電コイル３０の周囲の磁界強度の分布を、送電コイル３０の周囲の磁界分布と略称する。

[0026] 受電コイル４０は、送電コイル３０との間で磁界結合が可能な位置に配置されて使用される。そして、受電コイル４０は、送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合を利用して、送電コイル３０から交流の電気信号を受信している。

[0027] 受電装置２０の受電制御部２１には、受電部２２が接続されている。そして、受電制御部２１は、受電部２２に指示を出して受電開始や受電停止等の受電制御を行っている。

[0028] 受電部２２には受電コイル４０が接続されている。そして、受電部２２は、受電コイル４０が受信した交流の電気信号を直流の電気信号に変換して電力を得ている。

[0029] 無線電力伝送システム１は、このようにして、送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合を利用して送電装置１０から受電装置２０に無接点で電力を伝送している。尚、受電装置２０には、図示しない電子装置やバッテリ装置等が接続されている。そして、受電装置２０は、送電装置１０から伝送された電力を電子装置やバッテリ装置等に供給している。

[0030] 磁界強度検出部１３と検出用コイル５０とは、送電コイル３０の周囲の磁界強度を検出する磁界強度検出手段６０を構成している。検出用コイル５０は、送電コイル３０と磁界結合するように配置されている。そして、送電コイル３０の周囲の磁界に対応して、検出用コイル５０には電流が流れる。検出用コイル５０には磁界強度検出部１３が接続されている。磁界強度検出部

１３は、検出用コイル５０を流れる電流を検出し、検出した電流から送電コイル３０の周囲の磁界強度を算出している。

[0031] 異物検知部１４は、磁界強度検出手段６０が検出した送電コイル３０の周囲の磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段７０である。異物検知部１４は、磁界強度検出手段６０が検出した送電コイル３０の周囲の磁界強度から磁界強度の対称性を検出し、磁界強度の対称性を有した状態から磁界強度の非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化に基いて異物の進入の有無を判定している。磁界強度の対称性を有した状態とは、互いに対称性を有した位置にある複数の点の磁界強度がほぼ等しくなる状態のことである。磁界強度の非対称な状態とは、互いに対称性を有した位置にある複数の点の磁界強度が等しくない状態のことである。

[0032] 無線電力伝送システム１では、このようにして、磁界強度検出手段６０が、検出用コイル５０を用いて送電コイル３０の周囲の磁界強度を検出している。そして、異物検知手段７０が、磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行っている。尚、異物の侵入が有った場合、送電制御部１１が送電部１２に送電停止の指示を出し、送電部１２が送電を停止するようになっている。

[0033] 次に、送電コイル３０と検出用コイル５０との構造について、図２を用いて説明する。図２は、図１に示す送電コイル３０と検出用コイル５０との構造を示す模式図である。図２（ａ）は上面から見た模式図であり、図２（ｂ）は図２（ａ）のＡ１－Ａ１断面を示す模式図である。尚、図２において、Ｘ１方向を左、Ｘ２方向を右、Ｙ１方向を前方、Ｙ２方向を後方、Ｚ１方向を上方、Ｚ２方向を下方として、説明を進める。

[0034] 図２に示すように、送電コイル３０と検出用コイル５０とは、例えば合成樹脂でできた板状部材８０の一方の板面に形成されている。以下、送電コイル３０と検出用コイル５０とが形成された板面をコイル形成面８０ａと略称する。図２において、コイル形成面８０ａは、板状部材８０の上側の板面であり、左右方向と前後方向とに広がる平面となっている。

[0035] 送電コイル３０は、第１コイル部３０ａと第１端子部３０ｂと第２端子部３０ｃとを有している。第１コイル部３０ａは、コイル形成面８０ａ上に形成された巻数１回のリング状のコイルである。第１コイル部３０ａは、コイル形成面８０ａ上の点Ｐ０を中心点とした円形の外周を有している。以下、第１コイル部３０ａの円形の外周の中心点Ｐ０を、中心点Ｐ０と略称する。第１コイル部３０ａの一方の端部は第１端子部３０ｂと接続されている。第１コイル部３０ａの他方の端部は第２端子部３０ｃと接続されている。

[0036] 第１端子部３０ｂと第２端子部３０ｃとは、それぞれ図示しない配線を介して送電装置１０の送電部１２と接続されている。そして、送電部１２から送電コイル３０に交流の電気信号が伝達された場合、第１端子部３０ｂと第２端子部３０ｃとの間に電位差が生じ、第１コイル部３０ａに電流が流れる。そして、第１コイル部３０ａに流れる電流に対応して、送電コイル３０の周囲に磁界が発生する。

[0037] 送電コイル３０の周囲（外側）には、６つの検出用コイル５０が配置されている。６つの検出用コイル５０は、第１検出用コイル５１と第２検出用コイル５２と第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４と第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６とからなる。

[0038] 第１検出用コイル５１は、第１コイル部３０ａの左端部３０ｄ付近に配置されている。第２検出用コイル５２は、第１コイル部３０ａの右端部３０ｅ付近に配置されている。第３検出用コイル５３は、第１検出用コイル５１の右斜め前方に配置されている。第４検出用コイル５４は、第２検出用コイル５２の左斜め後方に配置されている。第５検出用コイル５５は、第１検出用コイル５１の右斜め後方に配置されている。第６検出用コイル５６は、第２検出用コイル５２の左斜め前方に配置されている。

[0039] 第１検出用コイル５１と第２検出用コイル５２とは対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に、且つ、互いに左右方向に向き合うように配置されている。第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４とは対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に、且つ、互いに斜め方

向に向き合うように配置されている。第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６とは対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に、且つ、互いに斜め方向に向き合うように配置されている。

[0040] 検出用コイル５０は、それぞれ第２コイル部５０ａと第３端子部５０ｂと第４端子部５０ｃとを有している。第２コイル部５０ａは、第１コイル部３０ａよりも小さな円形の外周を有した巻数１回のリング状のコイルである。第２コイル部５０ａの一方の端部は第３端子部５０ｂと接続されている。第２コイル部５０ａの他方の端部は第４端子部５０ｃと接続されている。

[0041] 検出用コイル５０は、送電コイル３０の周囲に、送電コイル３０との間で磁界結合が可能なように配置されている。そして、送電部１２から送電コイル３０に交流の電気信号が伝達された場合、送電コイル３０の周囲の磁界に対応して検出用コイル５０に電流が流れる。検出用コイル５０を流れる電流は、送電コイル３０の周囲の磁界強度に対応して変化する。

[0042] 第１端子部３０ｂと第２端子部３０ｃとは、それぞれ図示しない配線を介して送電装置１０の磁界強度検出部１３と接続されている。そして、磁界強度検出部１３は、検出用コイル５０を流れる電流を検出し、検出した電流から第１コイル部３０ａの周囲の磁界強度を算出している。

[0043] このような送電コイル３０と検出用コイル５０とは、例えば、ガラスエポキシのような合成樹脂でできた基板の一方の板面に銅やアルミニウムのような材質でできた板状の金属を貼り付け、エッチング等の方法によって電極パターンとして形成することができる。

[0044] 受電コイル４０の構造については詳細な説明は省略するが、例えば送電コイル３０と同様に円形の外周を有するリング状のコイルが使用される。そして、受電コイル４０は、送電コイル３０との間で磁界結合が可能なように、例えば送電コイル３０と対向する位置に配置して使用される。

[0045] 送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合を利用して無接点で電力を伝送する原理については、公知であるので詳細な説明は省略するが、例えば磁気共鳴方式と呼ばれる方式によって電力の伝送が行われる。磁気共鳴

方式では、送電コイル３０と受電コイル４０とが離れた位置に配置されていても電力の伝送が可能である。そして、磁気共鳴方式では、電力の伝送中に送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離（以下、コイル間の距離と略称）が変化しても電力の伝送が可能である。そのため、磁気共鳴方式の無線電力伝送システムは、コイル間の距離が変化しても異物検知が可能なシステムであることが望ましい。

[0046] 次に、無線電力伝送システム１における異物検知の原理について、図３及び図４を用いて説明する。図３は、本発明の実施形態に係る異物検知の原理を示す第１の説明図である。図４は、本発明の実施形態に係る異物検知の原理を示す第２の説明図である。尚、図３及び図４において、Ｘ１方向を左、Ｘ２方向を右、Ｙ１方向を前方、Ｙ２方向を後方として説明を進める。異物としては、異常発熱する可能性が有る、金属のような導電性を有した異物９０が、送電コイル３０と受電コイル４０との間に進入するものとして説明を進める。

[0047] まず、磁界強度の対称性について説明する。送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、送電コイル３０の周囲には送電コイル３０の形状に対応した分布の磁界が発生する。そして、送電コイル３０が対称性を有した形状であれば、送電コイル３０の周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となる。前述したように、磁界強度の対称性を有した状態とは、互いに対称性を有した位置にある複数の点の磁界強度がほぼ等しくなる状態のことである。

[0048] このような磁界強度の対称性は、送電コイル３０の形状に依存する。例えば、本実施形態では、送電コイル３０の第１コイル部３０ａは、円形の外周を有したリング状のコイルなので、第１コイル部３０ａの周囲の磁界分布は、中心点Ｐ０に対してほぼ回転対称となるような分布となる。そして、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる２つの位置での磁界強度はほぼ同じ強度となる。

[0049] 送電コイル３０の全体が対象な形状でなくても、送電コイル３０が部分的

に対称性を有した形状をしていれば、対称性を有した部分の形状に対応して、磁界強度の対称性が発生する。送電コイル３０の第１コイル部３０ａが円形の外周を有したリング状のコイルでなくても、送電コイル３０が対称性を有した形状をしていれば、送電コイル３０の形状の対称性に対応して、磁界強度の対称性が発生する。

[0050] そして、送電コイル３０を流れる電流が変化して磁界強度の絶対値が変化しても、送電コイル３０が対称性を有した形状をしていれば、磁界強度の対称性は保たれる。また、コイル間の距離が変化して送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合の強さが変化しても、送電コイル３０が対称性を有した形状をしていれば、磁界強度の対称性は保たれる。

[0051] 次に、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合の磁界分布について説明する。送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、送電コイル３０の周囲の磁界分布は、例えば図３のようになる。

[0052] 図３（ａ）は、異物９０が存在しない場合の送電コイル３０を上から見た模式図である。直線Ａ２は、中心点Ｐ０を通って左右方向に延びる直線である。点Ｐ１は、送電コイル３０の左端部３０ｄ付近の所定の位置にある直線Ａ２上の点である。点Ｐ２は、送電コイル３０の右端部３０ｅ付近で、中心点Ｐ０に対して点Ｐ１と点対称の位置にある直線Ａ２上の点である。

[0053] 図３（ｂ）は、異物９０が存在しない場合の、送電コイル３０の周囲の磁界分布を示す模式図である。図３（ｂ）では、図３（ａ）に示す直線Ａ２に沿った位置の磁界分布を示している。横軸は左右方向の位置Ｘであり、縦軸は磁界強度Ｈである。以下、点Ｐ１での磁界強度を第１磁界強度Ｈ１とし、点Ｐ２での磁界強度を第２磁界強度Ｈ２として説明を進める。

[0054] 図３（ｂ）に示すように、異物９０が存在しない場合、中心点Ｐ０から左方向に移動するにつれて磁界強度は徐々に増加し、送電コイル３０の左端部３０ｄ付近で一旦減少した後に再び増加する。そして、更に左方向に移動して左端部３０ｄから離れると磁界強度は再び減少に転じ、その後は徐々に低

下する。このように、磁界強度は、中心点Ｐ０から離れるにしたがってＭ字のような曲線を描きながら変化する。

[0055] 送電コイル３０の右端部３０ｅ付近には、左端部３０ｄ付近と大きさが同じで向きが互いに反対方向となるような電流が流れる。そのため、送電コイル３０の右端部３０ｅ付近には、左端部３０ｄ付近と磁界強度の大きさがほぼ同じで磁界の向きが反対方向となるような磁界が発生する。その結果、中心点Ｐ０から右方向に移動した場合の磁界強度の分布は、中心点Ｐ０から左方向に移動した場合の分布とほぼ左右対称な分布となる。そして、点Ｐ１での第１磁界強度Ｈ１と、中心点Ｐ０に対して点Ｐ１と点対称の位置にある点Ｐ２での第２磁界強度Ｈ２とは、ほぼ等しい強度となる。このように、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、送電コイル３０の周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となる。

[0056] 尚、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、コイル間の距離が変化して送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合の強さが変化しても、このような磁界強度の対称性を有した状態は保たれる。そのため、コイル間の距離が変化しても、第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２とは、ほぼ等しい強度となる。

[0057] 次に、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合の磁界分布について説明する。送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合、送電コイル３０の周囲の磁界分布は、例えば図４のようになる。

[0058] 図４（ａ）は、異物９０が侵入した場合の送電コイル３０を上から見た模式図である。直線Ａ２は、中心点Ｐ０を通って左右方向に延びる直線である。点Ｐ１は、送電コイル３０の左端部３０ｄ付近の所定の位置にある直線Ａ２上の点である。点Ｐ２は、送電コイル３０の右端部３０ｅ付近で、中心点Ｐ０に対して点Ｐ１と点対称の位置にある直線Ａ２上の点である。異物９０は、送電コイル３０の左側から侵入している。

[0059] 図４（ｂ）は、異物９０が侵入した場合の、送電コイル３０の周囲の磁界

分布を示す模式図である。図４（ｂ）では、図４（ａ）に示す直線Ａ２に沿った位置の磁界分布を示している。横軸は左右方向の位置Ｘであり、縦軸は磁界強度Ｈである。

[0060] 図４（ｂ）に示すように、異物９０が侵入した場合、異物９０に渦電流が流れることによって異物９０の近くの磁界が乱れ、左端部３０ｄ付近の磁界強度が大きく変化する。そのため、点Ｐ１での第１磁界強度Ｈ１が大きく変化する。一方、送電コイル３０の右端部３０ｅ付近は異物９０の影響を受けないので、右端部３０ｅ付近の磁界強度は殆んど変化しない。そのため、点Ｐ１と点Ｐ２とが中心点Ｐ０に対して互いに点対称の位置にあっても、第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２とは大きく異なる強度となる。このように、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合、磁界強度の対称性は変化し、送電コイル３０の周囲の磁界分布は非対称な状態となる。前述したように、磁界強度の非対称な状態とは、互いに対称性を有した位置にある複数の点の磁界強度が等しくない状態のことである。

[0061] 尚、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合、コイル間の距離が変化して送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合の強さが変化しても、このような磁界強度の非対称な状態は保たれる。そのため、コイル間の距離が変化しても、第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２とは異なる強度となる。

[0062] 以上説明したように、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、送電コイル３０の周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となるが、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が進入した場合、磁界強度の対称性が変化し、送電コイル３０の周囲の磁界分布は非対称な状態となる。そして、送電コイル３０の周囲の磁界分布に、磁界強度の対称性を有した状態から磁界強度の非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化が生じる。コイル間の距離が変化しても、このような磁界強度の対称性の変化は生じる。そのため、無線電力伝送システム１では、このような磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行えば、コイル間の距

離が変化しても異物９０の侵入を検知することができる。

[0063] 次に、異物検知の方法について説明する。前述したように、送電コイル３０の左端部３０ｄ付近には第１検出用コイル５１が配置されており、送電コイル３０の右端部３０ｅ付近には第２検出用コイル５２が配置されている。そのため、第１検出用コイル５１を用いて第１磁界強度Ｈ１を検出することができ、第２検出用コイル５２を用いて第２磁界強度Ｈ２を検出することができる。そして、前述した原理を用いて、例えば、送電コイル３０の左側からの異物９０の進入を検知することができる。また、異物９０が送電コイル３０の右側や斜め方向から侵入した場合でも、左側から侵入した場合と同様に磁界強度の対称性が変化する。そのため、左側から侵入した場合と同様に異物９０の侵入を検知することができる。このように、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に配置された少なくとも１対の検出用コイル５０を備えていれば、前述した原理を用いて異物９０の進入を検知することができる。

[0064] 尚、無線電力伝送システム１では、送電コイル３０の周囲には、更に第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４とが、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に、且つ、互いに斜め方向に向き合うように配置されている。また、第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６とも、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に、且つ、互いに斜め方向に向き合うように配置されている。そのため、６つの検出用コイル５０（第１検出用コイル５１と第２検出用コイル５２と第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４と第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６）を同時に用いて磁界強度の対称性を検出すれば、様々な角度からの異物９０が侵入しても、磁界強度の対称性の変化を精度良く検知することができる。

[0065] そのため、本実施形態では、６つの検出用コイル５０を同時に用いて磁界強度の対称性を検出する場合の異物検知方法について説明する。以下、第１検出用コイル５１を用いて第１磁界強度Ｈ１を検出し、第２検出用コイル５２を用いて第２磁界強度Ｈ２を検出するものとする。また、第３検出用コイ

ル５３を用いて検出する磁界強度を第３磁界強度Ｈ３とし、第４検出用コイル５４を用いて検出する磁界強度を第４磁界強度Ｈ４とする。また、第５検出用コイル５５を用いて検出する磁界強度を第５磁界強度Ｈ５とし、第６検出用コイル５６を用いて検出する磁界強度を第６磁界強度Ｈ６とする。また、第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２との磁界強度の差を第１磁界強度差ΔＨ１とし、第３磁界強度Ｈ３と第４磁界強度Ｈ４との磁界強度の差を第２磁界強度差ΔＨ２とし、第５磁界強度Ｈ５と第６磁界強度Ｈ６との磁界強度の差を第３磁界強度差ΔＨ３とする。

[0066] 無線電力伝送システム１では、例えば、次のような方法で異物検知を行うことができる。まず、６つの検出用コイル５０を用いて、送電コイル３０の周囲の磁界強度である第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２と第３磁界強度Ｈ３と第４磁界強度Ｈ４と第５磁界強度Ｈ５と第６磁界強度Ｈ６とを検出する。そして、検出した第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２と第３磁界強度Ｈ３と第４磁界強度Ｈ４と第５磁界強度Ｈ５と第６磁界強度Ｈ６とから、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とを算出する。

[0067] 前述した原理により、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３との値は、それぞれほぼ０となる。一方、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合、磁界強度の対称性が乱れ、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とのうち、少なくとも１つの値が変化して０よりも大きい値となる。そのため、磁界強度の差に関する基準値Ｓｔ１を設定し、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とのうち、少なくとも１つの値が基準値Ｓｔ１以上となった場合に、異物９０の侵入が有ったと判定すれば、異物９０の侵入を検知することができる。

[0068] 基準値Ｓｔ１は、例えば実験的な手法を用いて磁界強度の検出値のばらつきを考慮した上で、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存

在しない場合の磁界強度の差と送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合の磁界強度の差との中間の値となるように、基準値Ｓｔ１が設定される。このようにして基準値Ｓｔ１を設定することで、磁界強度の検出値のばらつきに伴う誤検知を防ぐことができる。

[0069] また、送電コイル３０の一部に第１端子部３０ｂや第２端子部３０ｃのような非対称な形状の部分が存在する場合、それらの影響を受けて送電コイル３０の周囲の磁界の磁界強度の対称性がわずかに乱れ、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しなくても第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３との値が完全に０にはならない場合が有る。そのため、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とを算出する際に、こうした非対称な形状の部分の影響を考慮して補正を加えても構わない。

[0070] 無線電力伝送システム１では、このようにして、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とを磁界強度の対称性の指標として使用し、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３との変化に基いて異物９０の侵入を検知することができる。

[0071] 次に、本実施形態に係る異物検知の手順について、図５を用いて説明する。図５は、本発明の実施形態に係る異物検知の手順を示すフローチャートである。本実施形態に係る無線電力伝送システム１では、例えば図５に示す手順に従って異物検知を行っている。

[0072] まず、無線電力伝送システム１において送電が開始されると、磁界強度検出手段６０が、送電コイル３０の周囲の磁界強度を検出する（ステップＳ１）。ステップＳ１では、磁界強度検出手段６０は、６つの検出用コイル５０を用いて、第１磁界強度Ｈ１と第２磁界強度Ｈ２と第３磁界強度Ｈ３と第４磁界強度Ｈ４と第５磁界強度Ｈ５と第６磁界強度Ｈ６とを検出する。

[0073] 次に、磁界強度検出手段６０が検出した送電コイル３０の周囲の磁界強度から、異物検知手段７０が、磁界強度の対称性を検出する（ステップＳ２）。ステップＳ２では、異物検知手段７０は、磁界強度の対称性の指標として

、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とを使用する。

[0074] 次に、磁界強度の対称性の変化に基き、異物検知手段７０が異物９０の侵入の有無を判定する（ステップＳ３）。ステップＳ３では、異物検知手段７０は、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とのうち、少なくとも１つの値が基準値Ｓｔ１以上となった場合に、異物９０の侵入が有ったと判定し、そうでない場合には、異物検知手段７０が異物９０の侵入が無かったと判定する。

[0075] ステップＳ３において、異物９０の侵入が無かったと異物検知手段７０が判定した場合、ステップＳ１に戻る。そして、異物９０の侵入が有ったとの判定が無い限り、ステップＳ１からステップＳ３までのサイクルを繰り返す。

[0076] ステップＳ３において、異物９０の侵入が有ったと異物検知手段７０が判定した場合、送電制御部１１が送電停止の指示を送電部１２に出す（ステップＳ４）。そして、送電部１２が送電を停止する（ステップＳ５）。

[0077] 次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の無線電力伝送システム１は、電力を送電する送電装置１０と、送電装置１０からの電力を受電する受電装置２０と、送電装置１０に接続される送電コイル３０と、受電装置２０に接続される受電コイル４０と、を備えている。そして、無線電力伝送システム１は、送電コイル３０と受電コイル４０との間の磁界結合を利用して、送電装置１０から受電装置２０に無接点で電力を伝送している。

[0078] このような無線電力伝送システム１において、送電コイル３０の第１コイル部３０ａの形状は、対称性を有した形状である。そのため、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、送電コイル３０の周囲の磁界分布は磁界強度の対称性を有した状態となる。本実施形態では、送電コイル３０の第１コイル部３０ａは、円形の外周を有したリング状のコイルであるので、第１コイル部３０ａの周囲の磁界分布は、中心点Ｐ０に対してほぼ回転対称となるような分布となる。このような磁界強度の対称性は

、送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離が変化しても保たれる。一方、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が侵入した場合、異物９０の近くの磁界が乱れる。そして、磁界強度の対称性が変化し、送電コイル３０の周囲の磁界分布は非対称な状態となる。このような、磁界強度の対称性を有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化は、送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離が変化しても生じる。

[0079] そして、無線電力伝送システム１は、更に、送電コイル３０の周囲の磁界強度を検出する磁界強度検出手段６０と、磁界強度検出手段６０が検出した磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段７０と、を有している。そのため、異物検知手段７０は、磁界強度検出手段６０が検出した磁界強度から磁界強度の対称性を検出し、磁界強度の対称性を有した状態から非対称な状態へという、磁界強度の対称性の変化に基いて異物９０の侵入の有無を判定することができる。しかも、このような磁界強度の対称性の変化は、送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離が変化しても生じるので、送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離が変化しても磁界強度の対称性の変化に基いて異物９０の侵入の有無を判定することができる。その結果、送電コイル３０と受電コイル４０との間の距離が変化しても異物検知が可能となる。

[0080] また、本実施形態の無線電力伝送システム１では、６つの検出用コイル５０は、送電コイル３０の周囲に配置されている。そして、送電コイル３０と検出用コイル５０とは同じコイルであるので、例えば、合成樹脂でできた基板の板面に電極パターンとして形成すれば、送電コイル３０と検出用コイル５０とを同一の工程で一体的に形成することができる。その結果、送電コイルと検出用コイルとの加工が容易となる。

[0081] また、本実施形態の無線電力伝送システム１では、磁界強度検出手段６０は、送電コイル３０の周囲に発生する磁界の磁界強度を検出するので、送電装置１０側で異物検知を行うことができる。そのため、磁界強度検出手段６０と異物検知手段７０とを送電制御部１１と共に送電装置１０側に配置し、

送電開始や送電停止等の送電制御と異物検知とを一体的に行うことができる。その結果、異物９０が侵入した場合に素早く送電停止等の措置を講じることができる。

[0082] また、本実施形態の無線電力伝送システム１では、送電コイル３０の第１コイル部３０ａは、円形の外周を有したリング状のコイルなので、送電コイル３０と受電コイル４０との間に異物９０が存在しない場合、第１コイル部３０ａの周囲の磁界分布は、中心点Ｐ０に対してほぼ回転対称となるような分布となる。そして、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる２つの位置での磁界強度はほぼ等しくなる。そのため、このような２つの位置の磁界強度の差を磁界強度の対称性の指標として使用することができる。しかも、中心点Ｐ０からの距離や向きを変えることによって、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置を多数設定することができる。そのため、複数の検出用コイル５０を配置することが容易であり、磁界強度の対称性を精度良く検知することができる。尚、本実施形態では、送電コイル３０の周囲には６つの検出用コイル５０が配置されているが、第１コイル部３０ａがこのような形状であれば、更に多くの検出用コイル５０を送電コイル３０の周囲に配置することも容易である。そして、その場合、磁界強度の対称性を更に精度良く検知することができる。

[0083] また、本実施形態の無線電力伝送システム１では、送電コイル３０の周囲には、６つの検出用コイル５０である第１検出用コイル５１と第２検出用コイル５２と第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４と第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６とが配置されている。そして、第１検出用コイル５１と第２検出用コイル５２とは対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に配置されている。第３検出用コイル５３と第４検出用コイル５４とも対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に配置されている。第５検出用コイル５５と第６検出用コイル５６とも対となり、中心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置に配置されている。そのため、磁界強度検出手段６０は、このような６つの検出用コイル５０を用いて、中

心点Ｐ０に対して互いに点対称となる位置の磁界強度を容易に検出することができる。

[0084] また、本実施形態の無線電力伝送システム１では、異物検知手段７０は、６つの検出用コイル５０を用いて検出した磁界強度から、互いに点対称となる位置の磁界強度の差である、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とを検出し、第１磁界強度差ΔＨ１と第２磁界強度差ΔＨ２と第３磁界強度差ΔＨ３とのうち、少なくとも１つの値が基準値Ｓｔ１以上となった場合に異物９０の侵入が有ったと判定している。そのため、磁界強度の検出値のばらつきを考慮して基準値Ｓｔ１を設定することができ、磁界強度の検出値のばらつきに伴う誤検知を防ぐことができる。その結果、このような無線電力伝送システムでは、異物検知を精度良く行うことができる。

[0085] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更することができる。

[0086] 例えば、本発明の実施形態において、受電コイル４０は、対称性を有した形状のコイルであり、検出用コイル５０は、受電コイル４０の周囲に配置され、無線電力伝送システム１は、受電コイル４０の周囲に発生する磁界の磁界強度を検出し、検出した磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行っても構わない。このように、受電装置２０側で異物検知を行っても、送電装置１０と受電装置２０とが通信機能を有していれば、異物９０が侵入した場合に送電停止等の措置を講じることができる。

[0087] また、例えば、本発明の実施形態において、送電コイル３０と受電コイル４０とは、対称性を有した形状のコイルであり、検出用コイル５０は、送電コイル３０の周囲と受電コイル４０の周囲とに配置され、無線電力伝送システム１は、送電コイル３０の周囲に発生する磁界の磁界強度を検出し、検出した磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行うと共に、受電コイル４０の周囲に発生する磁界の磁界強度を検出し、検出した磁界強度の対称性の

変化に基づいて異物検知を行っても構わない。

[0088] また、例えば、本発明の実施形態において、送電コイル３０の第１コイル部３０ａは、内側に向って複数回巻き回された円形のスパイラルコイルでも構わない。また、第１コイル部３０ａは、上方に向って複数回巻き回された円形のヘリカルコイルでも構わない。また、第１コイル部３０ａは、正方形や正八角形等の正多角形の外周を有したコイルであっても構わない。

[0089] また、例えば、本発明の実施形態において、複数の検出用コイル５０は、送電コイル３０の外側でなく内側に配置されていても構わない。また、複数の検出用コイル５０は、中心点Ｐ０を通り上下方向に延びる軸に対して、互いに軸対象となる位置に配置されていても構わない。また、複数の検出用コイル５０は、中心点Ｐ０を通り上下方向に延びる軸に対して、互いに回転対象となる位置に配置されていても構わない。また、複数の検出用コイル５０は、中心点Ｐ０を通り、前後方向に延びる線に対して、互いに線対称となる位置に配置されていても構わない。

[0090] また、例えば、本発明の実施形態において、送電コイル３０と検出用コイル５０とは、銅やアルミニウムのような板状の金属をプレス加工した後に、板状部材８０の板面に貼り付けて形成されていても構わない。また、送電コイル３０と検出用コイル５０とは、銅やアルミニウムのような線状の金属を巻いてできた巻線コイルを使用しても構わない。

[0091] また、例えば、本発明の実施形態において、送電コイル３０は板状部材８０の一方の板面に形成され、検出用コイル５０は板状部材８０の他方の板面に形成されていても構わない。また、送電コイル３０と検出用コイル５０とは、板状部材以外の部材に形成されていても構わない。

[0092] また、例えば、本発明の実施形態において、検出用コイル５０の代わりに、磁気抵抗効果素子のように磁界によって電気特性が変化する素子を用いて、送電コイル３０の周囲の磁界強度を検出しても構わない。

[0093] また、例えば、本発明の実施形態において、無線電力伝送システム１は、中継用の伝送コイルを備え、送電コイル３０と受電コイル４０とは、中継用

の伝送コイルを介して磁界結合をしていても構わない。

[0094] また、例えば、本発明の実施形態において、無線電力伝送システム１は、導電性を有した異物９０の侵入だけを検知するのではなく、抵抗体の異物や強磁性体の異物の侵入を検知しても構わない。

## 符号の説明

[0095] １　無線電力伝送システム

１０　送電装置

１１　送電制御部

１２　送電部

１３　磁界強度検出部

１４　異物検知部

２０　受電装置

２１　受電制御部

２２　受電部

３０　送電コイル

３０ａ　第１コイル部

３０ｂ　第１端子部

３０ｃ　第２端子部

３０ｄ　左端部

３０ｅ　右端部

４０　受電コイル

５０　検出用コイル

５０ａ　第２コイル部

５０ｂ　第３端子部

５０ｃ　第４端子部

５１　第１検出用コイル

５２　第２検出用コイル

５３　第３検出用コイル

５４　第４検出用コイル

５５　第５検出用コイル

５６　第６検出用コイル

６０　磁界強度検出手段

７０　異物検知手段

８０　板状部材

８０ａ　コイル形成面

９０　異物

# 請求の範囲

[請求項1] 電力を送電する送電装置と、前記送電装置からの電力を受電する受電装置と、前記送電装置に接続される送電コイルと、前記受電装置に接続される受電コイルと、を備え、

前記送電コイルと前記受電コイルとの間の磁界結合を利用して、前記送電装置から前記受電装置に無接点で電力を伝送する無線電力伝送システムであって、

前記送電コイルと前記受電コイルとのうち、少なくとも一方のコイルは、対称性を有した形状のコイルであり、

前記対称性を有した形状のコイルの周囲の磁界強度を検出する磁界強度検出手段と、

前記磁界強度検出手段が検出した前記磁界強度を用いて異物検知を行う異物検知手段と、を有し、

前記異物検知手段は、

前記磁界強度検出手段が検出した前記磁界強度から、前記磁界強度の対称性を検出し、

前記磁界強度の対称性の変化に基いて異物検知を行うことを特徴とする、無線電力伝送システム。

[請求項2] 前記送電コイルは、対称性を有した形状のコイルであり、

前記磁界強度検出手段は、

前記送電コイルの周囲に配置された複数の検出用コイルを有し、

前記複数の検出用コイルを用いて、前記送電コイルの周囲に発生する磁界の前記磁界強度を検出することを特徴とする、

請求項１に記載の無線電力伝送システム。

[請求項3] 前記送電コイルは、円形の外周を有したリング状のコイル部を有し、

前記複数の検出用コイルは、前記円形の中心点に対して互いに点対称となる位置に配置された、少なくとも１対の検出用コイルを含み、

前記磁界強度検出手段は、前記少なくとも１対の検出用コイルを用いて前記送電コイルの周囲の磁界強度を検出し、

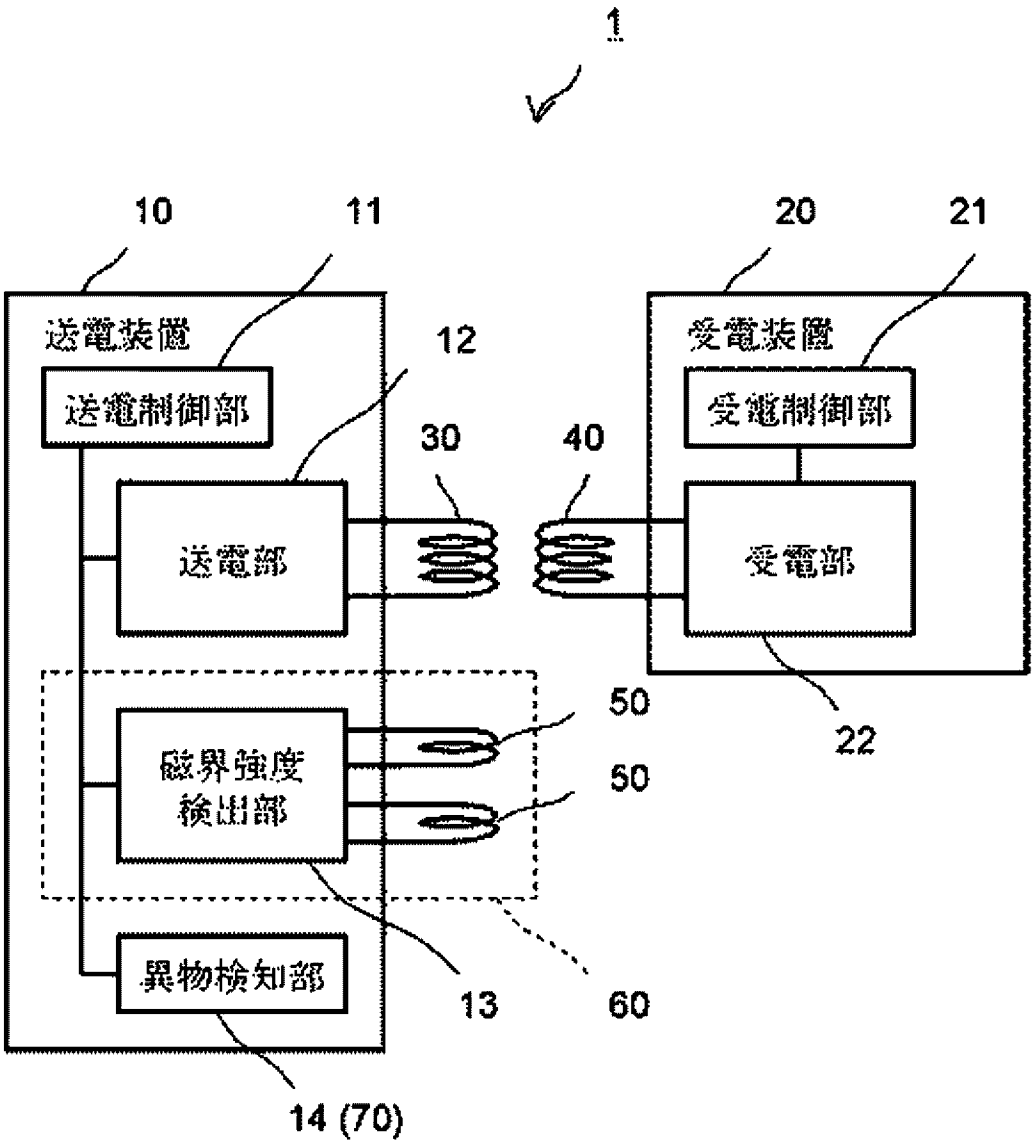
前記異物検知手段は、

前記磁界強度検出手段が検出した磁界強度から、互いに点対称となる位置の磁界強度の差を検出し、

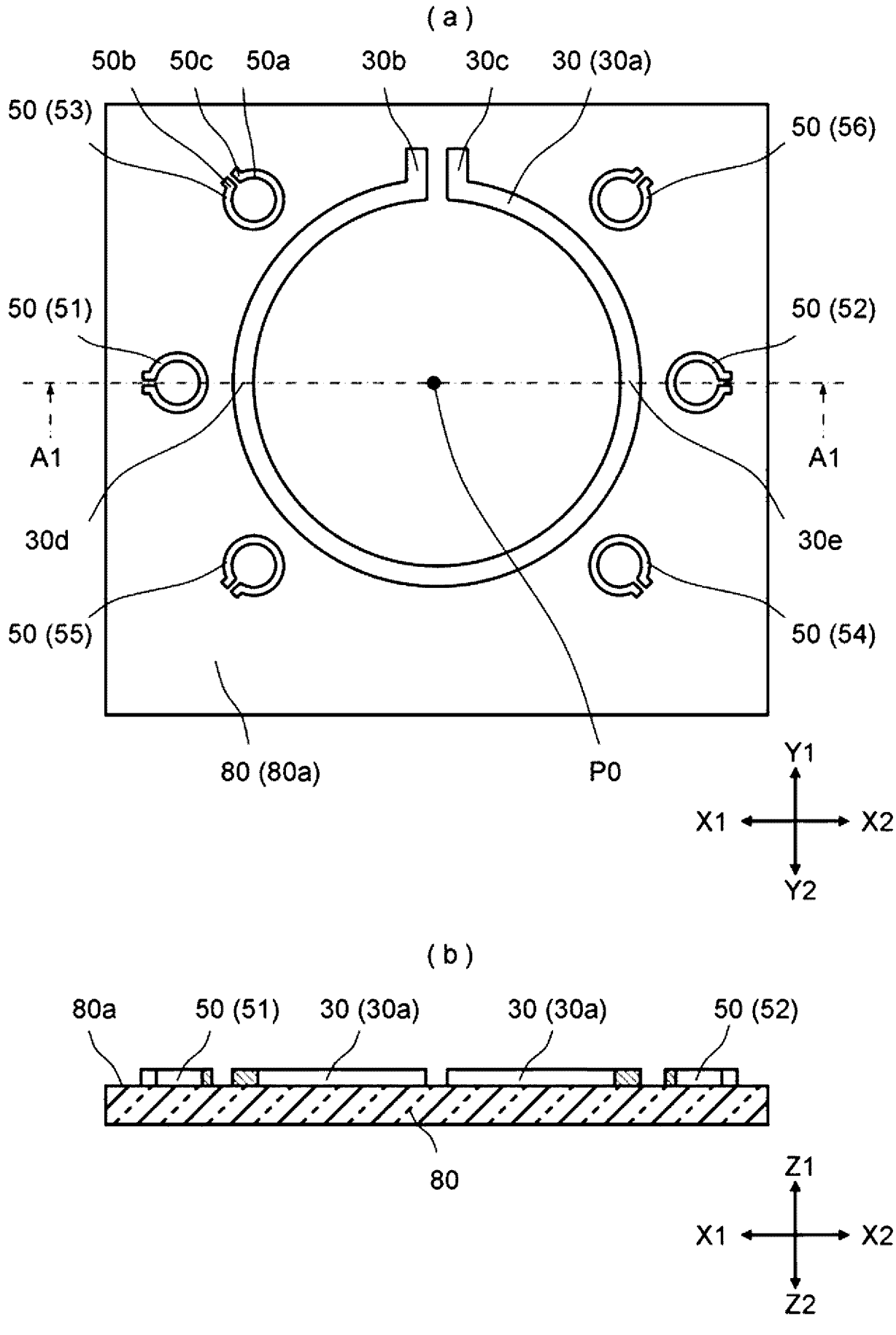
前記磁界強度の差が基準値以上となった場合に異物の侵入が有ったと判定することを特徴とする、

請求項２に記載の無線電力伝送システム。

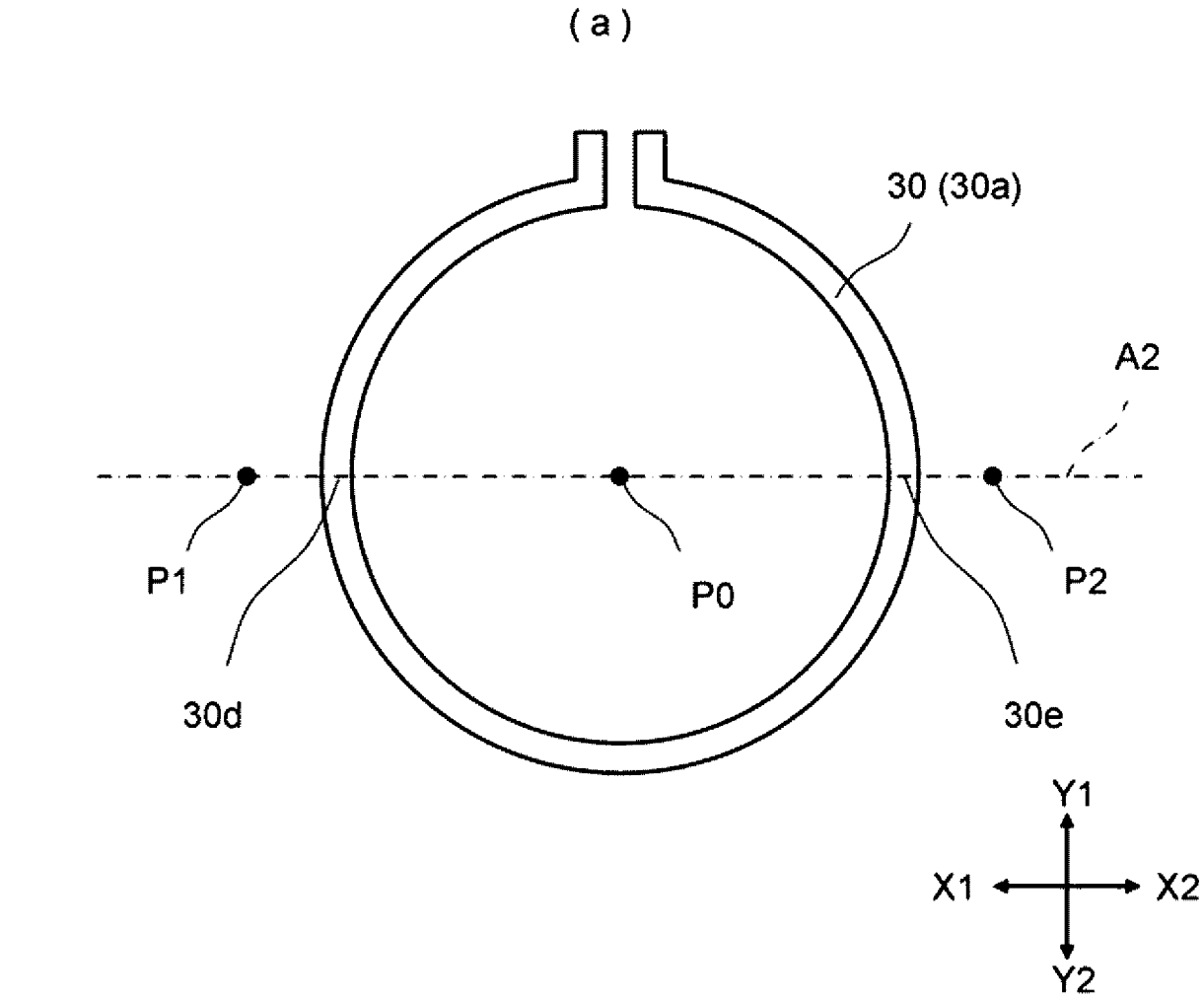
[図1]

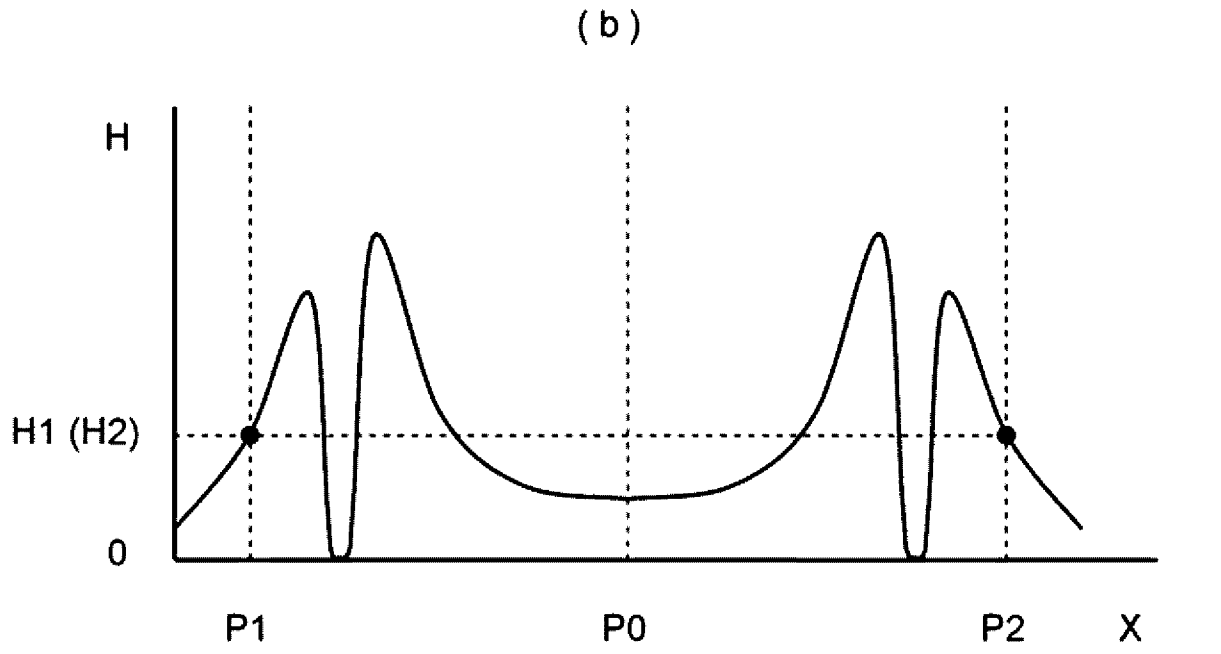

1
10
11
20
21
送電装置
送電制御部
12
30
40
受電装置
受電制御部
送電部
受電部
50
22
磁界強度
検出部
50
異物検知部
13
60
14 (70)

[図2]

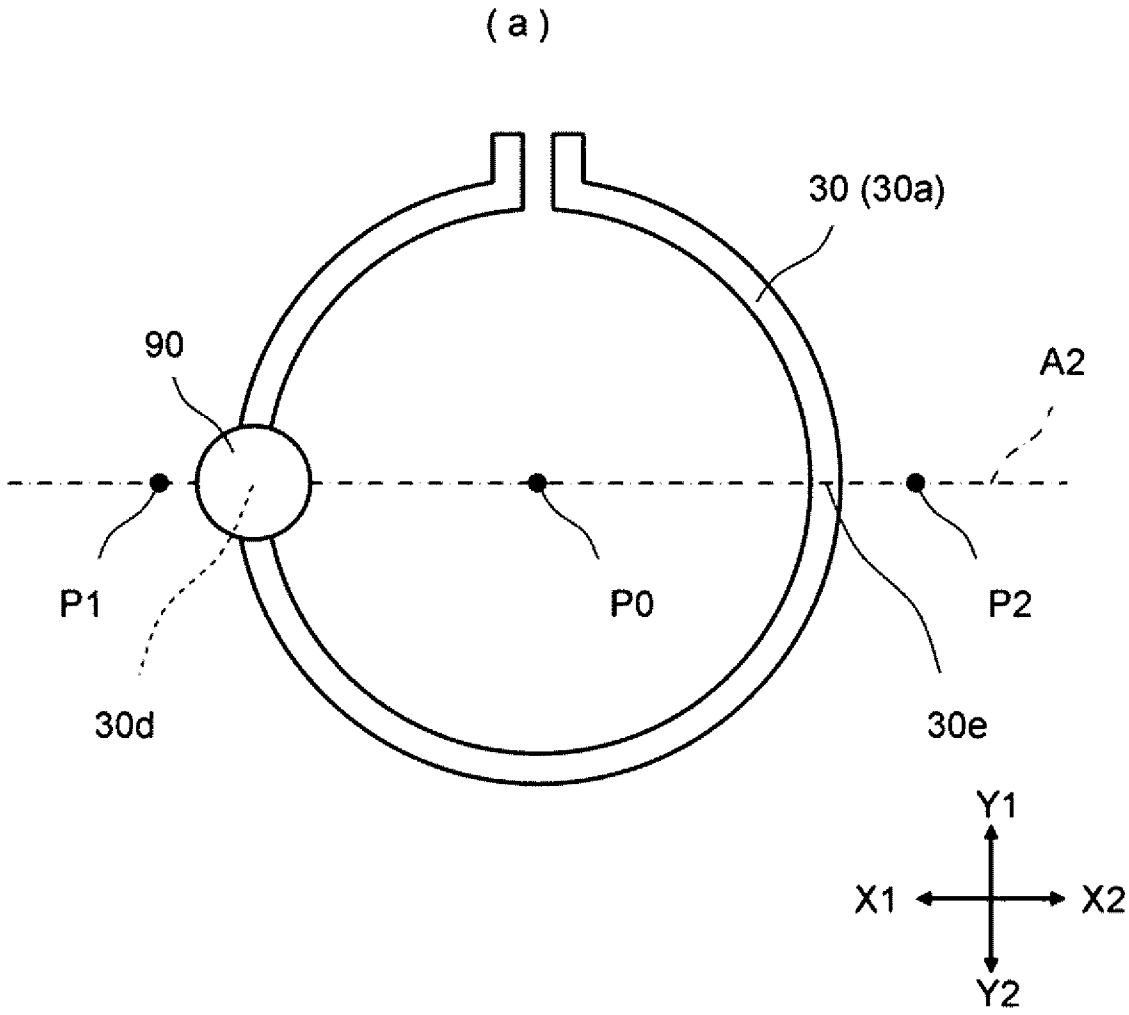

( a )
50b
50c
50a
30b
30c
30 (30a)
50 (53)
50 (56)
50 (51)
50 (52)
A1
A1
30d
30e
50 (55)
50 (54)
80 (80a)
P0
Y1
X1
X2
Y2
( b )
80a
50 (51)
30 (30a)
30 (30a)
50 (52)
80
Z1
X1
X2
Z2

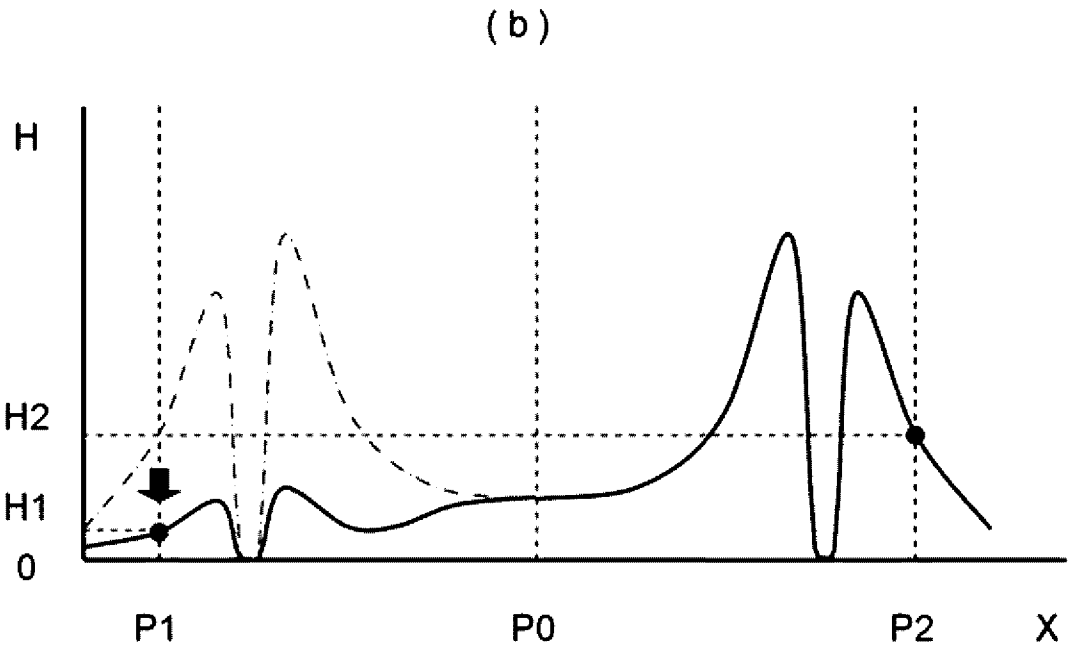
[図3]



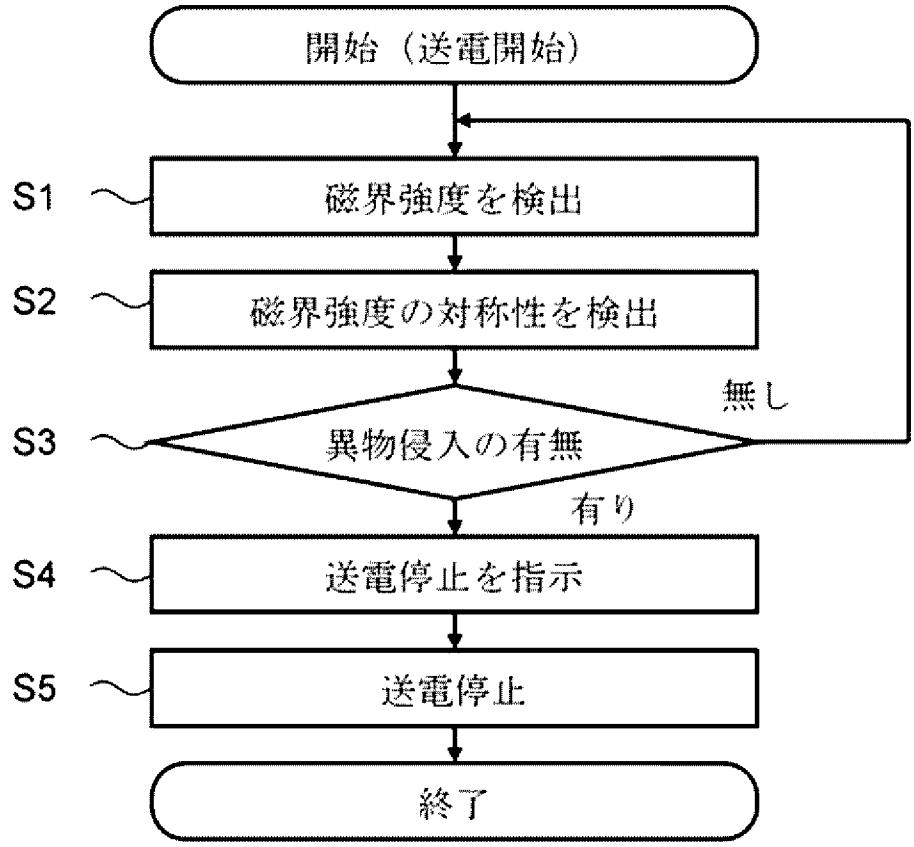



[図4]

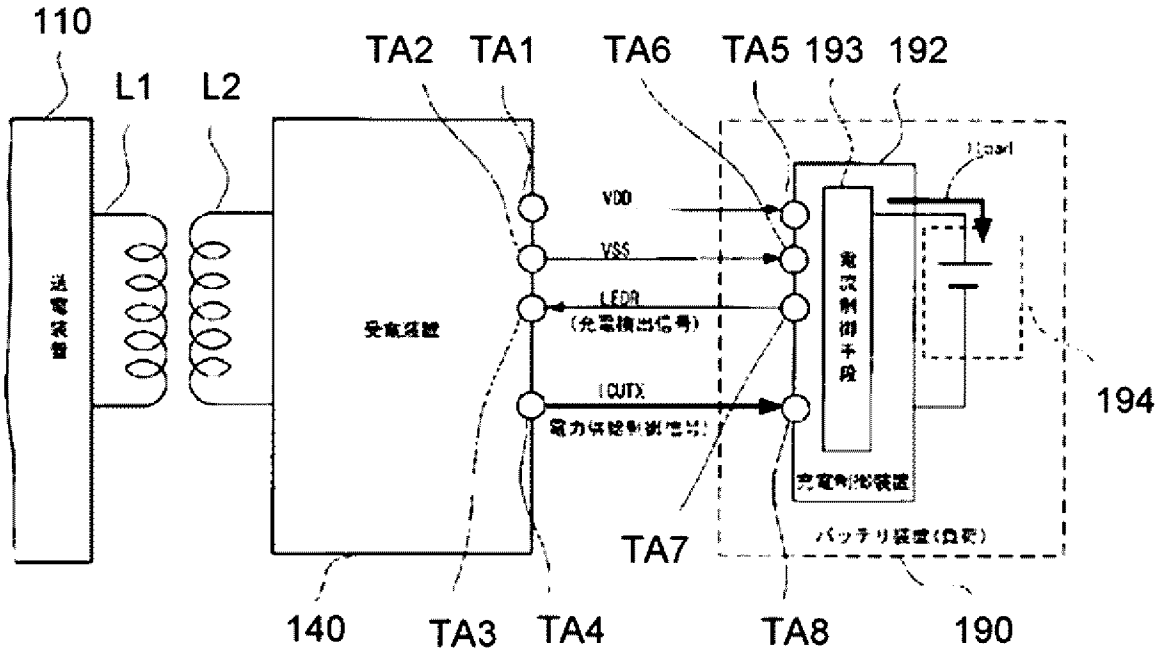


[図5]


開始（送電開始）
S1
磁界強度を検出
S2
磁界強度の対称性を検出
S3
異物侵入の有無
無し
有り
S4
送電停止を指示
S5
送電停止
終了

[図6]


110
L1
L2
TA2
TA1
TA6
TA5
193
192
VDD
VSS
LEDR
(充電検出信号)
COUTX
194
TA7
140
TA3
TA4
TA8
190

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/000918

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H02J17/00*(2006.01)i, *G01R33/02*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02J17/00, G01R33/02

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | JP 2012-249401 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraphs [0025] to [0031]; fig. 1 to 4 & US 2013/0169062 A1 & WO 2012/165244 A & CN 103098344 A & MX 2013002741 A | 1-3 |
| Y | JP 2012-533281 A (Conductix-Wampfler GmbH), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraphs [0015] to [0021]; fig. 1 to 3 & US 2012/0187757 A1 & EP 2454118 A & WO 2011/006876 A2 | 1-3 |
| Y | JP 2012-249405 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraphs [0024] to [0050]; fig. 1, 2 & WO 2012/165243 A | 1-3 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 12 March, 2014 (12.03.14) | 25 March, 2014 (25.03.14) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office<br>Facsimile No. | Authorized officer<br>Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０００９１８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J17/00(2006.01)i, G01R33/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J17/00, G01R33/02

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 | １９７１－２０１４年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１４年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１４年 |

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| Y | JP 2012-249401 A (日産自動車株式会社) 2012.12.13, 段落【0025】-【0031】, 図 1-4 & US 2013/0169062 A1 & WO 2012/165244 A & CN 103098344 A & MX 2013002741 A | 1-3 |
| Y | JP 2012-533281 A (コンダクティクスーバンプフラー　ゲーエムベーハー) 2012.12.20, 段落【0015】-【0021】, 図 1-3 & US 2012/0187757 A1 & EP 2454118 A & WO 2011/006876 A2 | 1-3 |

☑　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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １２．０３．２０１４ | ２５．０３．２０１４ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　３４５１
関口　明紀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| Y | JP 2012-249405 A (日産自動車株式会社) 2012.12.13, 段落【0024】-【0050】,図 1,2 & WO 2012/165243 A | 1-3 |