(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
2021年9月30日(30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/192552 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 50/12 (2016.01)　*H02J 50/60* (2016.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/001850

(22) 国際出願日：　2021年1月20日(20.01.2021)

(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 2020-056587　2020年3月26日(26.03.2020)　JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 今澤　孝則 (**IMAZAWA, Takanori**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 中尾 悟朗 (**NAKAO, Goro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

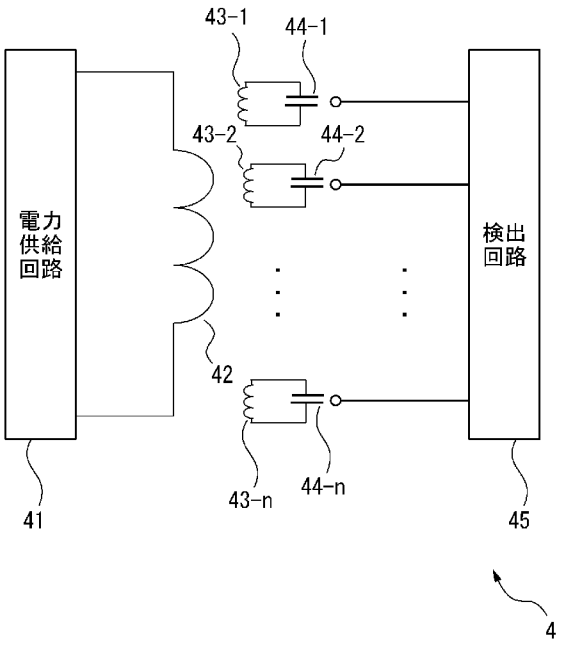
(74) 代理人: 青木　篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２３番１号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** FOREIGN MATTER DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称： 異物検出装置

図2



41 Power supply circuit
45 Detection circuit

(57) **Abstract:** This foreign matter detection device comprises: a plurality of detection coils (43-1 to 43-n) via which power is contactlessly transmitted and which are positioned between a transmission coil 12 of a transmission device 2 and a reception coil 21 of a reception device 3; a power supply circuit 41 which supplies AC power having a predetermined frequency to the detection coils via a power feed coil 42 positioned so as to be capable of electromagnetically coupling with the detection coils; and a detection circuit 45. If power to be transmitted to the reception coil 21 is supplied to the

WO 2021/192552 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

transmission coil 12, the detection circuit 45 detects a reference voltage, which serves as a reference for the presence of contamination by foreign matter and is output from each of the detection coils when power begins to be supplied from the power supply circuit 41. If, for any of the detection coils, the reference voltage is outside a predetermined range, the detection circuit 45 outputs a signal for stopping the supply of power to the transmission coil 12.

(57) 要約:異物検出装置は、非接触にて電力が伝送される、送電装置２の送信コイル１２と受電装置３の受信コイル２１との間に配置される複数の検出コイル（４３－１～４３－ｎ）と、各検出コイルと電磁結合可能に配置される給電コイル４２を介して各検出コイルに所定の周波数を持つ交流電力を供給する電力供給回路４１と、検出回路４５とを有する。検出回路４５は、受信コイル２１へ伝送するための電力が送信コイル１２に供給されている場合に、電力供給回路４１から電力供給開始されたときの各検出コイルのそれぞれから出力される、異物混入の有無の基準となる基準電圧を検出し、何れかの検出コイルについて、基準電圧が所定の範囲から外れている場合、送信コイル１２への電力供給を停止させる信号を出力する。

明　細　書

発明の名称 ： 異物検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、非接触にて電力が伝送される電力伝送システム内の異物を検出する異物検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、金属の接点などを介さずに、空間を通じて電力を伝送する、いわゆる非接触給電（ワイヤレス給電とも呼ばれる）技術が研究されている。このような非接触給電技術の一つとして、電磁誘導により給電する方式が知られている。電磁誘導により給電する方式では、一次側（送電側あるいは給電側）のコイル（以下、送信コイルと呼ぶ）と二次側（受電側）のコイル（以下、受信コイルと呼ぶ）とが電磁結合することにより、送信コイルから受信コイルへ電力が伝送される。

[0003] このような非接触給電技術を利用した電力伝送システムにおいて、送信コイルと受信コイルの間に、金属などの異物が入り込んでしまうことがある。このような場合、電力伝送中にその異物が誘導加熱されて発火し、あるいは、異物の発熱に起因して装置が故障することがある。また、このような電力伝送システムでは、電力伝送中に送信コイルと受信コイルとの相対的な位置関係が変動し、その結果として、送信コイルと受信コイル間の結合度が変化することがある。そこで、送信コイルと受信コイル間の結合度が変化する場合でも、送信コイルと受信コイルの間に混入した異物による故障を防止する技術が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。この技術では、非接触給電装置が有する送電装置の送信コイルに供給される交流電力の周波数を所定の周波数領域にわたって変化させても、非接触給電装置が定電圧出力動作しない場合、非接触給電装置は、送信コイルと、受電装置が有する受信コイルとの間に何らかの異物が混入したと判定して、送信コイルへの電力供給を停止する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１８－２０７７６４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、送信コイルと受信コイルの間に、非常に小さい異物が混入した場合、送電装置から受電装置への電力伝送特性が変化せず、その結果として、送信コイルと受信コイルの間に混入した異物が検出されないことがある。

[0006] そこで、本発明は、送電側の装置の送信コイルと受電側の装置の受信コイルの間に混入した異物の検出精度を向上できる異物検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一つの形態として、異物検出装置が提供される。この異物検出装置は、非接触にて電力が伝送される、送電装置の送信コイルと受電装置の受信コイルとの間において互いに異なる位置に配置される複数の検出コイルと、複数の検出コイルのそれぞれについて、その検出コイルとともに共振回路を構成する複数のコンデンサと、複数の検出コイルのそれぞれと電磁結合可能に配置される給電コイルと、複数の検出コイルのそれぞれに、給電コイルを介して所定の周波数を持つ交流電力を供給する電力供給回路と、複数の検出コイルのそれぞれから、供給された交流電力に対して出力される電圧を検出し、検出された電圧に応じて送信コイルと受信コイルの間に混入した異物を検出する検出回路とを有する。そして検出回路は、複数の検出コイルのそれぞれについての基準電圧を記憶する記憶部と、受電装置の受信コイルへ伝送するための電力が送信コイルに供給されている場合に、電力供給回路から所定の周波数を持つ交流電力の供給が開始されたときに複数の検出コイルのそれぞれから出力される基準電圧を検出し、複数の検出コイルの何れかにつ

いて、基準電圧が所定の範囲から外れている場合、送信コイルへの電力供給を停止させる信号を出力し、一方、複数の検出コイルのそれぞれの基準電圧が所定の範囲に含まれる場合、複数の検出コイルのそれぞれの基準電圧を記憶部に記憶させる制御部と、複数の検出コイルの何れかについて、その検出コイルの基準電圧に対する、その検出コイルについての検出された電圧の比が所定の許容電圧変化率の範囲から外れる場合、送信コイルと受信コイルとの間に混入した異物が有ると判定する判定部とを有する。

本発明に係る異物検出装置は、このような構成を有することにより、送電側の装置の送信コイルと受電側の装置の受信コイルとの間に混入した異物の検出精度を向上することができる。さらに、この異物検出装置は、基準電圧の設定時において送信コイルと受信コイルとの間に既に異物混入している場合に不適切な基準電圧が設定されることを防止して、混入した異物の検出に失敗することを防止できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、本発明の一つの実施形態に係る異物検出装置を含む電力伝送システムの概略構成図である。

[図2]図２は、異物検出装置の概略構成図である。

[図3]図３は、異物検出装置が設けられる基板と送信コイルとの位置関係の一例を示す概略側面断面図である。

[図4]図４は、異物検出装置が有する、複数の検出コイルと給電コイルの配置の一例を示す概略平面図である。

[図5]図５は、電力供給回路の一例を示す回路構成図である。

[図6]図６は、検出回路の一例を示す回路構成図である。

[図7]図７は、給電コイルと検出コイル間の位置関係と結合度との関係を説明する図である。

[図8]図８は、混入した異物の位置と、各検出コイルから出力される電圧と、電圧変化率との関係を表す測定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一つの実施形態による異物検出装置を、図を参照しつつ説明する。この異物検出装置は、非接触により電力を伝送する電力伝送システムが有する、送電側の装置（以下、単に送電装置と呼ぶ）の送信コイルと、受電側の装置（以下、単に受電装置と呼ぶ）の受信コイルとの間に配置される基板を有し、その基板上に形成される、異物検出用の電力を供給するための給電コイルと、給電コイル内において互いに異なる位置に配置され、給電コイルと電磁結合可能であり、かつ、給電コイルよりも小さい複数の検出コイルを有する。複数の検出コイルのそれぞれは、送電装置の送信コイルに供給される電力の周波数とは異なり、かつ、送信コイルを含む共振回路（送電側に共振回路が設けられる場合）及び受信コイルを含む共振回路の何れもが共振しない周波数において共振可能となっている。この異物検出装置は、給電コイルに、それら検出コイルが共振する周波数を持つ交流電力を供給し、一方、複数の検出コイルのそれぞれから出力される電圧を検出する。送信コイルと受信コイルの間に金属などの導電性を有する異物が混入すると、複数の検出コイルの何れかの共振特性が変化し、その結果として、検出される電圧が変化する。そこで、この異物検出装置は、検出される電圧を監視して、その電圧が、異物が混入していない場合に相当する所定の基準範囲から外れると、送信コイルと受信コイルの間に異物が混入したと判定する。さらに、この異物検出装置は、キャリブレーション処理の実行時において給電コイルに電力を供給したときに各検出コイルから出力される電圧に基づいて検出コイルごとに異物混入の有無の基準となる電圧（以下、単に基準電圧と呼ぶ）を設定し、その基準電圧に対する、検出された電圧の比に対する許容電圧変化率を基準範囲として設定することで、個々の検出コイルと給電コイルとの位置関係の違いによる異物の誤検出を抑制する。さらにまた、この異物検出装置は、キャリブレーション処理の実行時において、何れかの検出コイルから出力された電圧が所定の初期設定範囲から外れていると、基準電圧の設定を中止し、送電装置の送信コイルへの電力供給を停止させる。

[0010] 図１は、本発明の一つの実施形態に係る異物検出装置を含む電力伝送シス

テムの概略構成図である。図１に示されるように、電力伝送システム１は、送電装置２と、受電装置３と、異物検出装置４とを有する。送電装置２と受電装置３とは、非接触給電装置を構成し、送電装置２から受電装置３へ、空間を介して非接触で電力が伝送される。送電装置２は、電力供給回路１１と、送信コイル１２とを有する。一方、受電装置３は、受信コイル２１と、共振コンデンサ２２と、受電回路２３とを有する。電力伝送システム１は、例えば、いわゆる一次直列二次直列共振コンデンサ方式（ＳＳ方式）、または一次直列二次並列共振コンデンサ方式（ＳＰ方式）の非接触給電装置とすることができる。あるいは、電力伝送システム１は、一次側の共振を利用せず、二次側において受信コイルと共振コンデンサとが直列共振する方式（ＮＳ方式）、または、一次側の共振を利用せず、二次側において受信コイルと共振コンデンサとが並列共振する方式（ＮＰ方式）の非接触給電装置であってもよい。

[0011] 先ず、送電装置２について説明する。

電力供給回路１１は、交流電力を送信コイル１２へ供給する。そのために、電力供給回路１１は、例えば、直流電力を供給する直流電源と、直流電源から供給された直流電力を交流電力に変換して送信コイル１２へ供給するインバータ回路と、インバータ回路を制御する制御回路とを有する。インバータ回路は、４個のスイッチング素子（例えば、MOSFET）がフルブリッジ状に接続されるフルブリッジインバータであってもよく、あるいは、２個のスイッチング素子がハーフブリッジ状に接続されるハーフブリッジインバータであってもよい。制御回路は、送信コイル１２に供給される交流電力の周波数が所定の周波数（例えば、受電装置３の共振回路が共振する周波数）となるように、インバータ回路が有する各スイッチング素子のオン／オフの切り替えを制御する。さらに、制御回路は、電力供給回路１１から送信コイル１２への電力供給が開始されると、その電力供給が開始されたことを表す信号を異物検出装置４へ出力する。また、制御回路は、異物検出装置４から、送信コイル１２への電力供給を停止する制御信号または異物が検出されたことを

表す信号を受信すると、インバータ回路の各スイッチング素子をオフのままに保つようにして、電力供給回路１１から送信コイル１２への電力供給を停止する。電力供給回路１１は、さらに、直流電源とインバータ回路との間に、ＤＣ－ＤＣコンバータを有してもよい。あるいは、電力供給回路１１は、直流電源の代わりに、交流電源と接続され、交流電源からの交流電力を整流する整流回路と、整流回路と接続され、整流回路から出力される脈流電力を直流電力に変換する力率改善回路とを有していてもよい。この場合には、制御回路は、例えば、受電装置３が受電する電力の電圧を一定に保つために、力率改善回路を制御して、インバータ回路へ供給される直流電力の電圧を調整してもよい。

[0012] 送信コイル１２は、電力供給回路１１から供給された交流電力を、空間を介して受電装置３の受信コイル２１へ伝送する。なお、送電装置２は、送信コイル１２と電力供給回路１１のインバータ回路との間に、送信コイル１２と直列に接続されるコンデンサを有してもよい。このコンデンサは、直流電力を遮断するためのものであってもよく、あるいは、送信コイル１２に供給される交流電力の周波数において送信コイル１２とともに共振する共振回路を構成するためのものであってもよい。

[0013] なお、送電装置２は、受電装置３による受電状況を表す信号を受信する通信器をさらに有してもよい。この場合には、電力供給回路１１の制御回路は、受電状況に応じて、送信コイル１２に供給される交流電力の周波数を変更するよう、インバータ回路の各スイッチング素子のオン／オフの切り替えタイミングを変更してもよい。

[0014] さらに、電力供給回路１１の制御回路は、異物検出装置４から、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した異物が検出されたことを表す信号を受信すると、インバータが有する各スイッチング素子をオフにして、電力供給回路１１から送信コイル１２への電力供給を停止してもよい。

[0015] 次に、受電装置３について説明する。

受信コイル２１は、共振コンデンサ２２とともに共振回路を構成し、送電

装置２の送信コイル１２に流れる交流電流と共振することで、送信コイル１２から電力を受信する。そのために、共振コンデンサ２２は、受信コイル２１と直列に接続されてもよく、あるいは、受信コイル２１と並列に接続されてもよい。そして受信コイル２１と共振コンデンサ２２とにより形成される共振回路から出力される交流電力は、受電回路２３へ出力される。なお、受信コイル２１の巻き数と、送信コイル１２の巻き数は同じでもよく、あるいは、互いに異なっていてもよい。

[0016] 受電回路２３は、受信コイル２１と共振コンデンサ２２とにより形成される共振回路からの交流電力を直流電力に変換して、直流電力を受電回路２３と接続される負荷回路（図示せず）へ出力する。そのために、受電回路２３は、例えば、共振回路からの交流電力を脈流電力に変換する全波整流回路と、全波整流回路から出力される脈流電力を平滑化して負荷回路へ出力するための平滑コンデンサとを有する。さらに、受電回路２３は、負荷回路へ出力される電圧を測定するための電圧計、電圧計により測定された電圧など、受電状況を表す信号を送電装置２へ送信するための通信器、負荷回路と受電回路２３との接続または切断を切り替えるためのスイッチング素子、及び、そのスイッチング素子のオン／オフの切り替えを制御する制御回路などを有してもよい。

[0017] 次に、本実施形態による、異物検出装置４について説明する。異物検出装置４は、送電装置２と受電装置３とが、電力伝送可能な位置関係、すなわち、送信コイル１２と受信コイル２１とが電磁結合可能な位置関係となっている場合における、送信コイル１２と受信コイル２１の間に配置される。そして異物検出装置４は、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した、金属などの導電性を有する異物を検出する。

[0018] 図２は、異物検出装置４の概略構成図である。図３は、異物検出装置４が設けられる基板と送信コイル１２との位置関係の一例を示す概略側面断面図である。さらに、図４は、異物検出装置４が有する、複数の検出コイルと給電コイルの配置の一例を示す概略平面図である。

[0019] 図２に示されるように、異物検出装置４は、電力供給回路４１と、給電コイル４２と、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎ（ｎは２以上の整数）と、複数のコンデンサ４４－１～４４－ｎと、検出回路４５とを有する。電力供給回路４１、給電コイル４２、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎ、複数のコンデンサ４４－１～４４－ｎ、及び、検出回路４５は、送信コイル１２と受信コイル２１とが電磁結合可能な位置関係となっている場合における、送信コイル１２と受信コイル２１の間に位置する基板４６上に設けられる。本実施形態では、基板４６は、送電装置２に取り付けられる。そして検出回路４５からの異物の検出結果を表す信号は、送電装置２の電力供給回路１１へ出力される。

[0020] 図５は、電力供給回路４１の一例を示す回路構成図である。電力供給回路４１は、例えば、直流電力を供給する直流電源５１と、コンデンサ５２と、インバータ回路５３と、インバータ回路５３を制御する制御回路５４とを有する。そして電力供給回路４１は、給電コイル４２を介して、各検出コイル４３－１～４３－ｎへ異物検出用の電力を供給する。

[0021] 給電コイル４２は、その一端がコンデンサ５２を介してインバータ回路５３と接続され、他端が接地される。なお、給電コイル４２とコンデンサ５２の接続順序は入れ替わってもよい。

[0022] インバータ回路５３は、直流電源５１から供給された直流電力を交流電力に変換して給電コイル４２へ供給する。この例では、インバータ回路５３は、２個のスイッチング素子（例えば、MOSFET）がハーフブリッジ状に接続されるハーフブリッジインバータとして構成されるが、インバータ回路５３は、４個のスイッチング素子がフルブリッジ状に接続されるフルブリッジインバータであってもよい。制御回路５４は、給電コイル４２に供給される交流電力の周波数が所定の周波数となるように、インバータ回路が有する各スイッチング素子のオン／オフの切り替えを制御する。

[0023] なお、電力供給回路４１から給電コイル４２を介して各検出コイル４３－１～４３－ｎへ供給される交流電力の周波数は、送電装置２の送信コイル１

２に供給される交流電力の周波数とは異なり、かつ、送信コイル１２を含む共振回路（送電装置２に共振回路が設けられる場合）及び受信コイル２１を含む共振回路の何れもが共振しない周波数とすることが好ましい。例えば、電力供給回路４１が供給する交流電力の周波数は、送信コイル１２に供給される交流電力の周波数（例えば、85kHzまたは150kHz）よりも高い周波数、例えば、ISMバンドに属する、13.56MHz、27.12MHzまたは40.68MHzとすることができる。これにより、電力供給回路４１から供給される交流電力が送電装置２から受電装置３への電力伝送に影響することが防止される。またこのように電力供給回路４１が供給する交流電力の周波数が設定されることで、異物検出装置４が有する複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれのインダクタンスを相対的に小さくできるので、各検出コイルのサイズを送信コイル１２のサイズよりも小さくすることが容易となる。

[0024] 再度図３及び図４を参照すると、給電コイル４２及び複数の検出コイル４３－１～４３－ｎ（図４では、n=10）のそれぞれは、基板４６上に設けられる、金属などの導体による配線パターンとして構成される。そして各検出コイル４３－ｉと対応するコンデンサ４４－ｉ(i=1,2,...,n)とは互いに接続され、それぞれ、一つの共振回路を構成する。各検出コイルのインダクタンス及び各コンデンサの静電容量は、その検出コイルとコンデンサとにより構成される共振回路の共振周波数が、送信コイル１２に供給される交流電力の周波数にて共振しない周波数となるように設定されることが好ましい。これにより、異物検出装置４の各共振回路は、送電装置２から受電装置３へ伝送される交流電力に対して共振しないので、異物検出装置４は、送電装置２から受電装置３へ伝送される交流電力が、異物の検出に影響することを防止できる。さらに、各検出コイルのインダクタンス及び各コンデンサの静電容量は、その検出コイルとコンデンサとにより構成される共振回路の共振周波数が、電力供給回路４１から給電コイル４２を介して供給される交流電力の周波数にて共振する周波数となるように設定されることが好ましい。これにより、電力供給回路４１から給電コイル４２を介して供給される交流電力が検出

回路４５に達するまでの損失が抑制されるので、異物検出装置４は、異物の検出精度が低下することを抑制できる。なお、各共振回路の共振周波数と、電力供給回路４１から供給される交流電力の周波数とは、電力供給回路４１から供給される交流電力に応じた電圧が各検出コイルから検出回路４５に出力される限りにおいて、一致していなくてもよい。

[0025] また、基板４６は、送信コイル１２の中心軸方向と基板４６の法線方向とが略平行となるように配置される。そして、基板４６の法線方向、すなわち、送信コイル１２の中心軸方向から見た給電コイル４２の外径が、送信コイル１２の外形と同程度あるいは送信コイル１２よりも大きくなるように、給電コイル４２が設けられることが好ましい。さらに、基板４６の法線方向から見て、給電コイル４２の内側に送信コイル１２が位置するように、給電コイル４２が設けられることが好ましい。そして複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれは、給電コイル４２よりも小さく、かつ、基板４６の法線方向から見て、給電コイル４２の内部の互いに異なる位置において、給電コイル４２と電磁結合可能に配置される。これにより、給電コイル４２は、各検出コイルに対して確実に異物検出用の電力を供給することができる。したがって、電力供給回路４１から給電コイル４２を介して供給された交流電力に対して、各検出コイルが対応するコンデンサとともに共振することで、その交流電力に応じた電圧が、各検出コイルから検出回路４５へ出力される。なお、複数の検出コイルのそれぞれが給電コイル４２から電力を受電可能な限りにおいて、複数の検出コイルのうちの一つまたは二つ以上が、基板４６の法線方向から見て、給電コイル４２の外側、または、給電コイル４２と重なるように配置されてもよい。

[0026] 図４に示される例では、各検出コイルは、千鳥足状に配置されているが、各検出コイルの配置はこの例に限らず、例えば、格子状に配置されてもよい。さらに、隣接する二つの検出コイル間の間隔が、隣接する二つの検出コイルの組ごとに異なっていてもよい。あるいは、各検出コイルは等間隔に配置されてもよい。

[0027] なお、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれは、互いに電磁結合可能であってもよく、あるいは、給電コイル４２を介さない場合に互いに電磁結合されなくてもよい。各検出コイルが互いに電磁結合されないほど互いに離して配置されることで、各検出コイルから検出回路４５へ出力される電圧に対して、各検出コイルの相互の影響が無視できるほど小さくなる。そのため、異物の混入に対する、各検出コイルのうち、異物近傍の検出コイルから検出回路４５へ出力される電圧の変動の感度が高くなる。したがって、各検出コイルが互いに電磁結合されないほど互いに離して配置されることで、異物検出装置４は、異物が混入したときの検出精度を向上できる。

[0028] 逆に、各検出コイルが互いに電磁結合可能なほど、各検出コイルの配置間隔を狭くすることで、異物が混入した際に、混入した異物に対して最も近い検出コイルまでの距離が短くなる。そのため、異物が混入した際に、何れかの検出コイルから検出回路４５へ出力される電圧の変動が大きくなる。したがって、各検出コイルが互いに電磁結合可能なほど、各検出コイルの配置間隔を狭くすることでも、異物検出装置４は、異物が混入したときの検出精度を向上できる。

[0029] なお、この例では、給電コイル４２と各検出コイル４３－１～４３－ｎとは、基板４６の同じ面上に配置されるが、給電コイル４２が配置される基板４６の面と、各検出コイル４３－１～４３－ｎが配置される基板４６の面とが互いに異なっていてもよい。さらに、各検出コイル４３－１～４３－ｎの一部が給電コイル４２と同じ面上に配置され、各検出コイル４３－１～４３－ｎの他の一部が給電コイル４２と異なる面上に配置されてもよい。

[0030] なお、図４に示される例では、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれは、略円形に形成されているが、各検出コイルの形状は円形に限られず、例えば、楕円形または矩形であってもよい。また、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれの形状及びサイズは、互いに同一でもよく、あるいは、互いに異なっていてもよい。さらに、送信コイル１２の中心軸方向から見た、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれのサイズは、送

信コイル１２のサイズよりも小さいことが好ましい。これにより、送信コイル１２よりも小さい異物が送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した場合でも、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎの何れかが、その異物により影響を受け易くなるので、異物検出装置４は、そのような小さな異物を精度良く検出することができる。

[0031] 検出回路４５は、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれから出力された交流電力の電圧を検出し、検出された電圧に基づいて、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した異物を検出する。

[0032] 本実施形態では、送電装置２から受電装置３へ伝送される交流電力は、給電コイル４２と複数の検出コイル４３－１～４３－ｎの何れかを介した、電力供給回路４１から検出回路４５への交流電力の伝達に影響しない。一方、送信コイル１２と受信コイル２１の間に異物が混入すると、その異物により、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのうち、異物の近傍に位置する検出コイルの共振特性が変化する。そのため、異物の混入は、その異物の近傍に位置する検出コイルを介した電力供給回路４１から検出回路４５への交流電力の伝達に影響する。その結果として、異物の近傍に位置する検出コイルから出力され、検出回路４５にて検出される電圧が変化する。例えば、供給された交流電力により、電流が流れている何れかの検出コイルに金属が近付くと、その電流により検出コイル近傍に生じる磁束により、その金属において渦電流が発生して損失が生じる。また、発生した渦電流による磁束により、検出コイルのインダクタンスが低下する。特に、その金属が磁性体である場合、インダクタンスの変化は小さいにもかかわらず、損失だけが比較的大きくなることがある。これらの結果として、その検出コイルを含む共振回路の共振特性が変化する。そこで、検出回路４５は、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれについて、その検出コイルから出力された電圧が所定の基準範囲に含まれるか否か判定し、所定の基準範囲から外れる場合に、送信コイル１２と受信コイル２１の間に異物が混入したと判定する。本実施形態では、所定の基準範囲は、検出コイルごとに設定される。なお、所定の基

準範囲の詳細については後述する。

[0033] 図６は、検出回路４５の一例を示す回路構成図である。検出回路４５は、受信コイル６１及び共振コンデンサ６２を有する共振回路６３と、ハイパスフィルタ６４と、アンプ６５と、半波整流回路６６と、ローパスフィルタ６７と、電圧検出回路６８と、判定回路６９と、記憶回路７０と、制御回路７１とを有する。なお、検出回路４５の回路構成は、図６に示されたものに限られず、各検出コイルにより伝達された交流電力の電圧を検出し、検出された電圧が所定の基準範囲から外れるか否かを判定可能な様々な回路の何れかとすることができる。

[0034] また、検出回路４５は、各検出コイルに対して同じ構成とすることができるので、図６では、一つの検出コイルについての検出回路４５の構成が示される。ただし、検出回路４５は、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれに対して共通に利用される一つの判定回路６９、記憶回路７０及び制御回路７１を有していればよい。また、判定回路６９、記憶回路７０及び制御回路７１は、それぞれ別個の回路として設けられてもよく、あるいは、判定回路６９、記憶回路７０及び制御回路７１のうちの何れか二つまたは全てが、一つの集積回路として設けられてもよい。

[0035] 共振回路６３は、電力供給回路４１から供給され、給電コイル４２と、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのうちの対応する検出コイルを介して伝達された交流電力を検出する。そのために、共振回路６３の受信コイル６１は、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのうちの対応する検出コイルと電磁結合可能に配置される。そして共振回路６３は、電力供給回路４１から供給された交流電力に対して共振するように、受信コイル６１のインダクタンス及び共振コンデンサ６２の静電容量は設定される。なお、図６では、二つの共振コンデンサ６２が受信コイル６１と並列に接続されることが示されているが、共振回路６３が有する共振コンデンサ６２の数は二つに限られず、一つまたは三つ以上であってもよい。また、受信コイル６１と共振コンデンサ６２とは、直列に接続されてもよい。

[0036] ハイパスフィルタ６４は、共振回路６３とアンプ６５との間に接続され、共振回路６３が受信した交流電力のうち、電力供給回路４１から供給される交流電力の周波数未満の周波数を持つノイズ成分を減衰させる。アンプ６５は、ハイパスフィルタ６４と半波整流回路６６との間に接続され、ハイパスフィルタ６４から出力された交流電力を増幅する。

[0037] 半波整流回路６６は、アンプ６５とローパスフィルタ６７の間に接続され、アンプ６５から出力された、増幅された交流電力を半波整流して脈流電力に変換する。ローパスフィルタ６７は、半波整流回路６６と電圧検出回路６８との間に接続され、半波整流回路６６から出力された脈流電力を平滑化して直流電力に変換する。

[0038] 電圧検出回路６８は、ローパスフィルタ６７と接続され、ローパスフィルタ６７から出力された直流電力の電圧を検出する。そして電圧検出回路６８は、検出した電圧を判定回路６９へ出力する。なお、電圧検出回路６８は、直流電圧を検出するための電圧検出回路の何れかとすることができる。

[0039] 判定回路６９は、判定部の一例であり、電圧検出回路６８から受け取った電圧を信号値に変換する変換回路と、その信号値が所定の基準範囲に含まれるか否かを判定するための演算回路とを有する。そして判定回路６９は、異物検出処理の実行時において、各検出コイルについて検出された電圧が所定の基準範囲に含まれるか否か判定する。全ての検出コイルについて検出された電圧が所定の基準範囲に含まれる場合、判定回路６９は、送信コイル１２と受信コイル２１の間に異物は無いと判定する。一方、何れかの検出コイルについて検出された電圧が所定の基準範囲から外れると、判定回路６９は、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入された異物が有ると判定する。そして判定回路６９は、異物の検出結果を表す信号を、制御回路７１を介して送電装置２の電力供給回路１１へ出力する。

[0040] 本実施形態では、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれについて個別に基準電圧が設定され、基準電圧に対して予め設定された許容電圧変化率（例えば、0.8～1.2）を乗じて得られる電圧値の範囲が、所定の基準範

囲として設定される。すなわち、検出コイルごとに別個に所定の基準範囲が設定される。これにより、検出コイルごとに給電コイル４２との結合度が異なる場合でも、検出コイルごとに所定の基準範囲が適切に設定される。なお、この例では、所定の基準範囲として、異物混入と判定されない電圧の下限値と上限値の両方が設定される。しかし、所定の基準範囲として、異物混入と判定されない電圧の下限値だけ設定されてもよく、あるいは逆に、異物混入と判定されない電圧の上限値だけ設定されてもよい。

[0041] 判定回路６９は、全ての検出コイルについて、基準電圧に対する、異物検出装置４が異物検出処理を実行している間に検出された、検出コイルから出力される電圧の比（以下、電圧変化率と呼ぶ）が許容電圧変化率以内であれば、異物を検出したと判定しない。一方、判定回路６９は、何れかの検出コイルについての電圧変改率が許容電圧変化率から外れると、異物を検出したと判定する。

[0042] 記憶回路７０は、記憶部の一例であり、例えば、不揮発性の半導体メモリまたは揮発性の半導体メモリを有し、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれについて、基準電圧及び許容電圧変化率といった、所定の基準範囲を表す情報を記憶する。さらに、記憶回路７０は、キャリブレーション処理で用いられる所定の初期設定範囲を記憶する。

[0043] 制御回路７１は、制御部の一例であり、例えば、判定回路６９から受け取った電圧を表す信号値が所定の初期設定範囲に含まれるか否かを判定するための演算回路と、送電装置２の電力供給回路１１と通信するための通信回路とを有する。

[0044] 制御回路７１は、キャリブレーション処理の実行時において、複数の検出コイル４３－１～４３－ｎのそれぞれについて、電力供給回路４１から給電コイル４２を介してその検出コイルに供給された電力に対する、その検出コイルから出力される電圧を所定の初期設定範囲と比較する。そして制御回路７１は、各検出コイルについて、その検出コイルから出力される電圧が所定の初期設定範囲に含まれる場合、その電圧を、その検出コイルについての異

物混入の有無判定の基準となる基準電圧として記憶回路７０に記憶することでキャリブレーション処理を終了する。そして制御回路７１は、キャリブレーション処理の終了後、異物検出処理を開始する。一方、何れかの検出コイルから出力される電圧が所定の初期設定範囲から外れる場合、キャリブレーション処理の実行時において既に、送信コイル１２と受信コイル２１との間に異物が混入している可能性が有る。そこでこの場合、制御回路７１は、送電装置２の電力供給回路１１へ、送信コイル１２への電力供給を停止させる制御信号を出力する。これにより、異物検出装置４は、キャリブレーション処理の実行時において既に異物が混入している場合に、基準電圧が不適切にされてしまい、異物が混入しているにもかかわらず、異物の検出に失敗することを防止できる。また、異物検出装置４は、異物が混入した状態のまま、送電装置２から受電装置３への電力供給が継続されることを防止できる。

[0045] なお、キャリブレーション処理は、送信コイル１２と受信コイル２１との間に異物が混入していないときに実行されることが好ましい。例えば、送電装置２から受電装置３へ電力供給開始された直後では、異物が混入していない可能性が高い。そこで、本実施形態では、制御回路７１は、送電装置２の電力供給回路１１から、送信コイル１２への電力供給が開始されたことを表す信号を受信すると、異物検出装置４の電力供給回路４１へ、給電コイル４２への電力供給を開始させる制御信号を出力することで、異物検出装置４にキャリブレーション処理の実行を開始させる。

[0046] 図７は、給電コイル４２と検出コイル間の位置関係と結合度との関係を説明する図である。この例では、給電コイル４２は半径100㎜の略円形として形成される。また、検出コイル４３－ｊは、半径10㎜の略円形として形成される。図７に示されるグラフの横軸は、検出コイル４３－ｊを、給電コイル４２の中心位置から半径方向に沿って給電コイル４２に近付けたときの、給電コイル４２の中心位置から検出コイル４３－ｊの中心までの距離xを表す。また、図７に示されるグラフの縦軸は、給電コイル４２と検出コイル４３－ｊ間の結合度を表す。そしてグラフ７００は、給電コイル４２の中心位置から

検出コイル４３－ｊの中心までの距離xと、給電コイル４２と検出コイル４３－ｊ間の結合度との関係を表す。グラフ７００に示されるように、検出コイル４３－ｊが給電コイル４２の中心から離れるほど、すなわち、検出コイル４３－ｊが給電コイル４２に近付くほど、給電コイル４２と検出コイル４３－ｊ間の結合度は大きくなる。結合度が大きくなるほど、検出コイル４３－ｊが給電コイル４２から給電される電力も大きくなる。そして給電される電力が大きくなるほど、検出コイル４３－ｊから検出回路４５へ出力される電圧も高くなる。したがって、給電コイル４２に対する検出コイル４３－ｊの相対的な位置関係により、検出コイル４３－ｊから検出回路４５へ出力される電圧が変動することが分かる。

[0047] 図８は、実験により求められた、混入した異物の位置と、各検出コイルから出力される電圧と、電圧変化率との関係を表す測定結果を示す図である。この測定結果では、線８００に示されるように、給電コイル４２の中心を通る方向に沿って異物が混入した位置が変化したときの、線８００上に位置する各検出コイル（検出コイル４３－ｐ、４３－ｑ、４３－ｒ、４３－ｓ）からの出力電圧及び電圧変化率との関係が示される。

[0048] 図８の上側及び下側のグラフのそれぞれにおいて、横軸は、線８００に沿った異物の混入位置を表す。上側のグラフの縦軸は、各検出コイルからの出力電圧を表す。また、下側のグラフの縦軸は、電圧変化率を表す。そして上側のグラフにおける、グラフ８０１～８０４は、それぞれ、異物の混入位置と検出コイル４３－ｐ、４３－ｑ、４３－ｒ、４３－ｓのそれぞれからの出力電圧の関係を表す。また、下側のグラフにおける、グラフ８１１～８１４は、それぞれ、異物の混入位置と、検出コイル４３－ｐ、４３－ｑ、４３－ｒ、４３－ｓのそれぞれからの出力電圧について算出される電圧変化率との関係を表す。また、位置x1は、検出コイル４３－ｐの中心位置を表し、位置x2は、検出コイル４３－ｑの中心位置を表し、位置x3は、検出コイル４３－ｒの中心位置を表し、位置x4は、検出コイル４３－ｓの中心位置を表す。

[0049] グラフ８０１～８０４に示されるように、何れの検出コイルについても、

異物の混入位置が近付くにつれて出力電圧が低下し、異物がその検出コイルの中心位置に存在するときに、その検出コイルについて、出力電圧が最小となることが分かる。しかし、各検出コイルと給電コイル４２との距離が互いに異なるため、異物の影響が無いほどその検出コイルから異物が離れているときの出力電圧（すなわち、基準電圧）は、検出コイルごとに異なる。そのため、各検出コイルに対して同じ異物検出の判定基準が適用されると、検出コイルによっては、異物が混入していないにもかかわらず、異物が検出されたと誤検出され、あるいは、異物が混入しているにもかかわらず、異物が検出されない可能性が有る。

[0050] しかし、グラフ８１１～８１４で示されるように、何れの検出コイルについても、その検出コイルの近傍に異物が混入しているときの電圧変化率はそれほど変わらない。同様に、何れの検出コイルについても、異物の影響が無いほどその検出コイルから異物が離れているときの電圧変化率はそれほど変わらない。そのため、検出コイルごとに基準電圧を設定し、かつ、電圧変化率に従って異物が混入したか否かを判定することで、異物検出装置４は、検出コイルと給電コイルとの相対的な位置関係によらず、混入した異物を精度良く検出できることが分かる。

[0051] 以上に説明してきたように、この異物検出装置は、送電装置と受電装置とが送電装置から受電装置へ電力伝送可能な位置関係となる場合に、送信コイルと受信コイルの間に配置される基板上に設けられる、複数の検出コイルを有する。この異物検出装置は、複数の検出コイルのそれぞれに、複数の検出コイルと電磁結合可能に配置される給電コイルを介して交流電力を供給し、検出コイルごとに、供給された交流電力に応じて出力された電圧を検出回路で検出する。そしてこの異物検出装置は、何れかの検出コイルから出力された電圧が所定の基準範囲から外れている場合に、送信コイルと受信コイルの間に異物が混入したと判定する。そのため、この異物検出装置は、送信コイル及び受信コイルよりも小さい異物が混入しても、その異物を精度良く検出することができる。その結果として、この異物検出装置は、異物の検出精度

を向上できる。さらに、この異物検出装置は、検出コイルごとに、異物が混入していない場合の出力電圧を基準電圧として設定し、その基準電圧に対する異物検出処理時の出力電圧の比である電圧変化率に基づいてその出力電圧が所定の基準範囲に含まれるか否か判定する。そのため、この異物検出装置は、各検出コイルと給電コイル間の相対的な位置関係によらずに精度良く異物を検出できるとともに、検出コイルごとに異物混入の判定基準を設定しなくてよいので、異物混入の判定基準設定の煩雑さを軽減することができる。さらにまた、この異物検出装置は、送電装置から受電装置へ伝送される交流電力とは別個の交流電力を用いて異物を検出するので、送電装置から受電装置への電力伝送に影響されずに異物を検出できる。さらにまた、この異物検出装置は、キャリブレーション処理の実行時において、何れかの検出コイルから出力された電圧が所定の初期設定範囲から外れていると、基準電圧の設定を中止し、送電装置の送信コイルへの電力供給を停止させる。そのため、この異物検出装置は、キャリブレーション処理の実行時において既に異物が混入している場合に、基準電圧が不適切にされて異物の検出に失敗すること、及び、異物が混入した状態のまま、送電装置から受電装置への電力供給が継続されることを防止できる。

[0052] なお、変形例によれば、異物検出装置４は、受電装置３に取り付けられてもよい。この場合には、受電装置３は、受信コイル２１と並列に、受信コイル２１の両端を短絡するか否かを切り替えるスイッチング素子（図示せず）と、そのスイッチング素子をオンにするかオフにするかを切り替えるための制御回路（図示せず）をさらに有していてもよい。そして検出回路４５からの異物の検出結果を表す信号は、受電装置３の制御回路へ出力され、制御回路は、その信号が、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した異物が検出されたことを表している場合、スイッチング素子をオンにして、受信コイル２１の両端を短絡する。これにより、送電装置２から受電装置３への電力伝送が中断され、混入した異物による故障の発生が防止される。

[0053] また、上記のように、送電装置２と受電装置３とが、互いに通信するため

の通信器（図示せず）をそれぞれ有していてもよい。この場合、受電装置３の制御回路は、異物検出装置４の検出回路４５の制御回路７１から受信した信号が、送信コイル１２と受信コイル２１との間に混入した異物が検出されたことを表している場合、通信器を介して、送電装置２へ電力伝送の停止を指示する信号を送信してもよい。そして送電装置２の電力供給回路１１の制御回路は、通信器を介して、電力伝送の停止を指示する信号を受信すると、電力供給回路１１から送信コイル１２への電力供給を停止してもよい。

[0054] この変形例において、受電装置３の受電回路２３が、負荷回路へ出力する電圧を測定するための電圧計を有していてもよい。この場合、受電装置３の制御回路は、その電圧計により測定された電圧が所定の閾値以下となる時間が一定期間以上継続した後に、その測定された電圧が所定の閾値を超えたときに、異物検出装置４の検出回路４５の制御回路７１へ、送電装置２から受電装置３への電力伝送が開始されたこと、すなわち、伝送用の電力が送信コイル１２に供給されていることを表す信号を出力してもよい。そして制御回路７１は、異物検出装置４の電力供給回路４１へ、電力供給を開始することを指示する信号を出力して、キャリブレーション処理を開始させてもよい。また、受電装置３の制御回路は、異物検出装置４のキャリブレーション処理の実行中に、異物検出装置４の検出回路４５の制御回路７１から、送電装置２の送信コイル１２への電力供給を停止させる制御信号を受信すると、その制御信号を、通信器を介して、送電装置２へ転送してもよい。これにより、異物検出装置４が受電装置３に取り付けられる場合でも、上記の実施形態と同様に、キャリブレーション処理の実行時において既に異物が混入している場合に、基準電圧が不適切にされて異物の検出に失敗すること、及び、異物が混入した状態のまま、送電装置から受電装置への電力供給が継続されることが防止される。

[0055] さらに、送電装置２と受電装置３のそれぞれに、異物検出装置４が取り付けられてもよい。すなわち、送信コイル１２と受信コイル２１との間に、二つの異物検出装置４が配置されてもよい。

[0056] また他の変形例によれば、異物検出装置４は、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した異物を除去するための除去機構（図示せず）をさらに有していてもよい。この場合、検出回路４５は、送信コイル１２と受信コイル２１の間に混入した異物を検出すると、その除去機構を動作させて、異物を除去してもよい。なお、そのような除去機構は、例えば、送電装置２の筐体の受電装置３と対向する側の面、または、受電装置３の筐体の送電装置２と対向する側の面を拭くワイパー、あるいは、送電装置２と受電装置３の間に空気を吹き出して異物を除去するエアーガンとすることができる。これにより、異物検出装置４は、異物が検出された場合でも、異物の発火及び異物の発熱による送電装置２または受電装置３の故障を防止しつつ、送電装置２から受電装置３への電力伝送の継続を可能とすることができる。

[0057] このように、当業者は、本発明の範囲内で、実施される形態に合わせて様々な変更を行うことができる。

符号の説明

[0058] １　電力伝送システム
２　送電装置
１１　電力供給回路
１２　送信コイル
３　受電装置
２１　受信コイル
２２　共振コンデンサ
２３　受電回路
４　異物検出装置
４１　電力供給回路
４２　給電コイル
４３－１～４３－ｎ　検出コイル
４４－１～４４－ｎ　コンデンサ
４５　検出回路

４６　基板
５１　直流電源
５２　コンデンサ
５３　インバータ回路
５４　制御回路
６１　受信コイル
６２　共振コンデンサ
６３　共振回路
６４　ハイパスフィルタ
６５　アンプ
６６　半波整流回路
６７　ローパスフィルタ
６８　電圧検出回路
６９　判定回路
７０　記憶回路
７１　制御回路

請求の範囲

[請求項1] 非接触にて電力が伝送される、送電装置の送信コイルと受電装置の受信コイルとの間において互いに異なる位置に配置される複数の検出コイルと、

前記複数の検出コイルのそれぞれについて、当該検出コイルとともに共振回路を構成する複数のコンデンサと、

前記複数の検出コイルのそれぞれと電磁結合可能に配置される給電コイルと、

前記複数の検出コイルのそれぞれに、前記給電コイルを介して所定の周波数を持つ交流電力を供給する電力供給回路と、

前記複数の検出コイルのそれぞれから、供給された前記交流電力に対して出力される電圧を検出し、検出された電圧に応じて前記送信コイルと前記受信コイルの間に混入した異物を検出する検出回路と、

を有し、

前記検出回路は、

前記複数の検出コイルのそれぞれについての基準電圧を記憶する記憶部と、

前記受信コイルへ伝送するための電力が前記送信コイルに供給されている場合に、前記電力供給回路から前記所定の周波数を持つ前記交流電力の供給が開始されたときに前記複数の検出コイルのそれぞれから出力される基準電圧を検出し、前記複数の検出コイルの何れかについて、前記基準電圧が所定の範囲から外れている場合、前記送信コイルへの電力供給を停止させる信号を出力し、一方、前記複数の検出コイルのそれぞれの前記基準電圧が前記所定の範囲に含まれる場合、前記複数の検出コイルのそれぞれの前記基準電圧を前記記憶部に記憶させる制御部と、

前記複数の検出コイルの何れかについて、当該検出コイルの前記基準電圧に対する、当該検出コイルについての前記検出された電圧の

比が所定の許容電圧変化率の範囲から外れる場合、前記送信コイルと前記受信コイルとの間に混入した異物が有ると判定する判定部と、

を有する異物検出装置。

[図1]

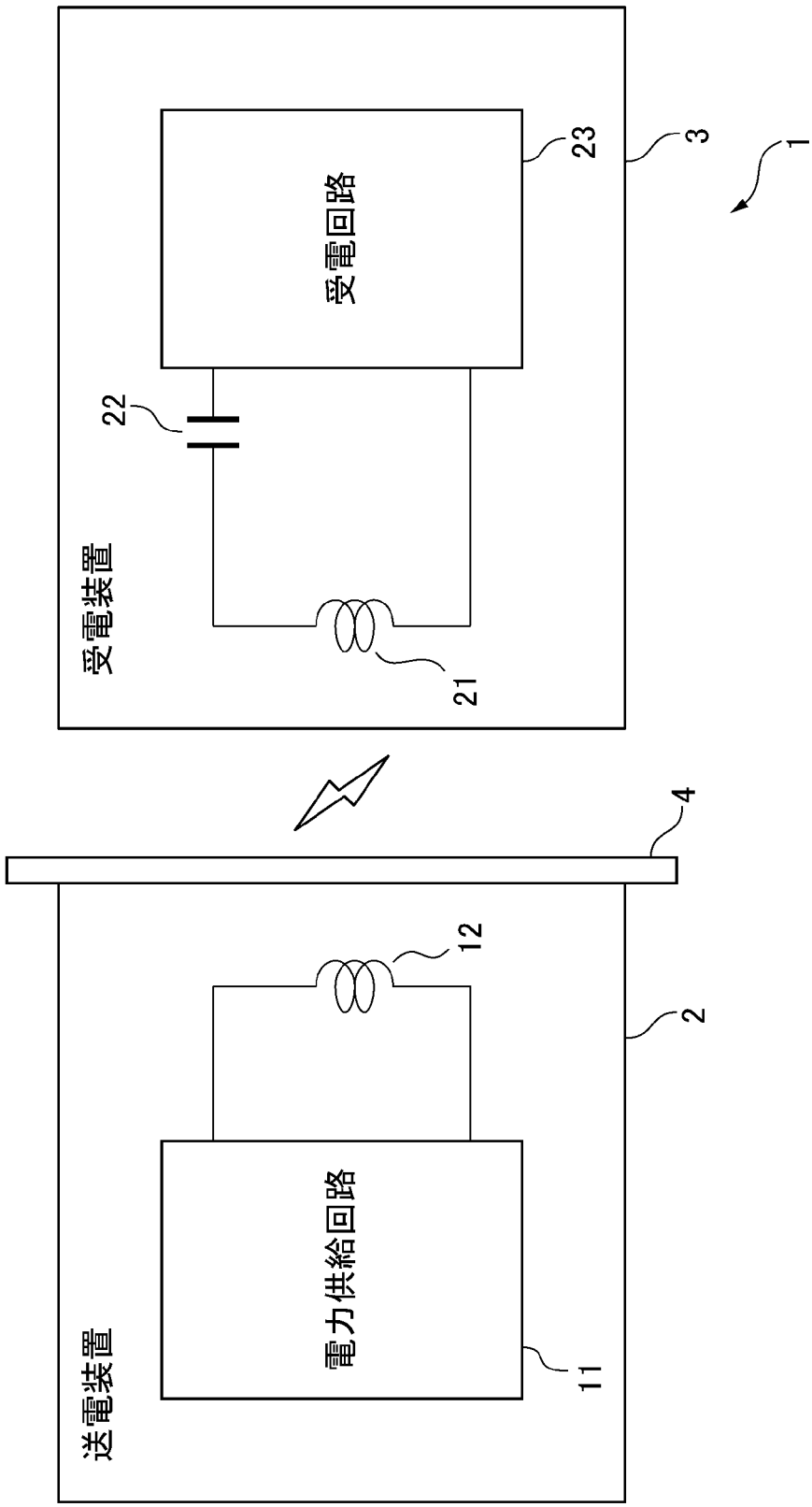
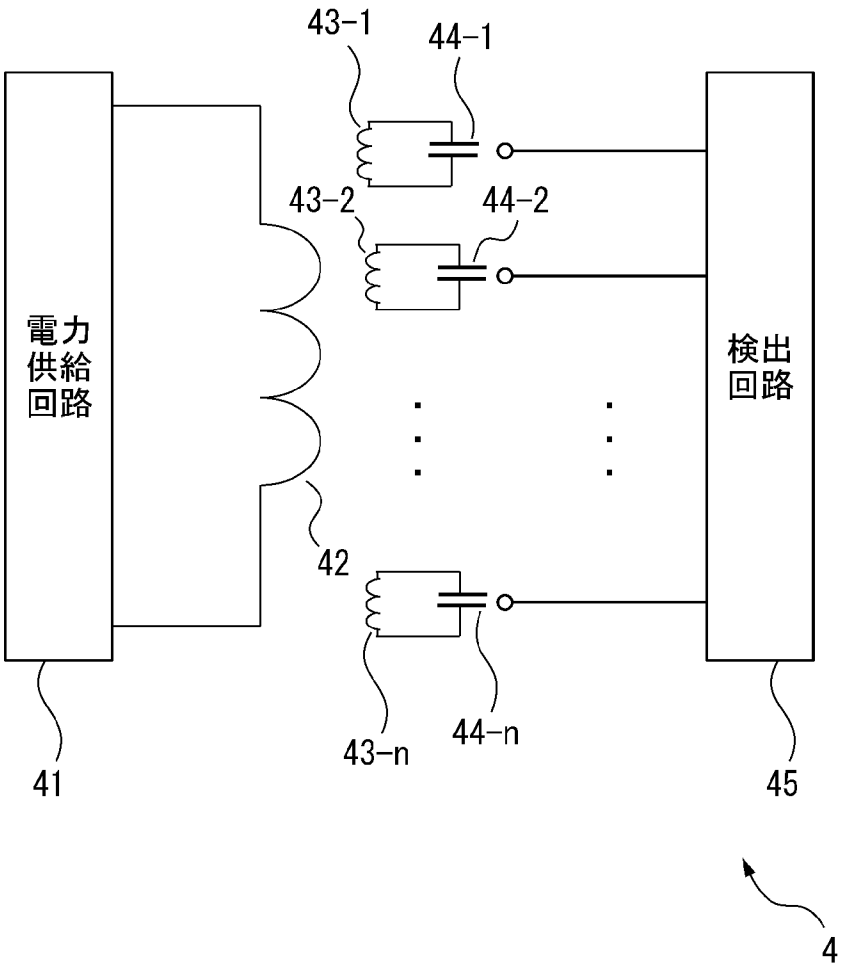


図1

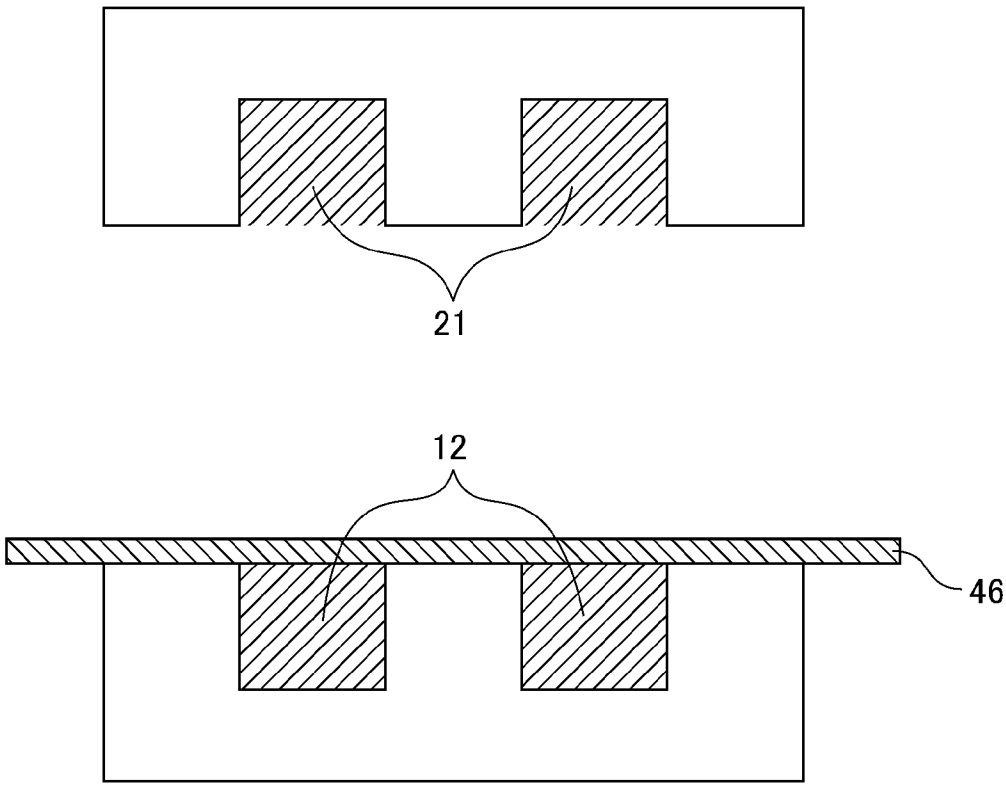
[図2]

図2



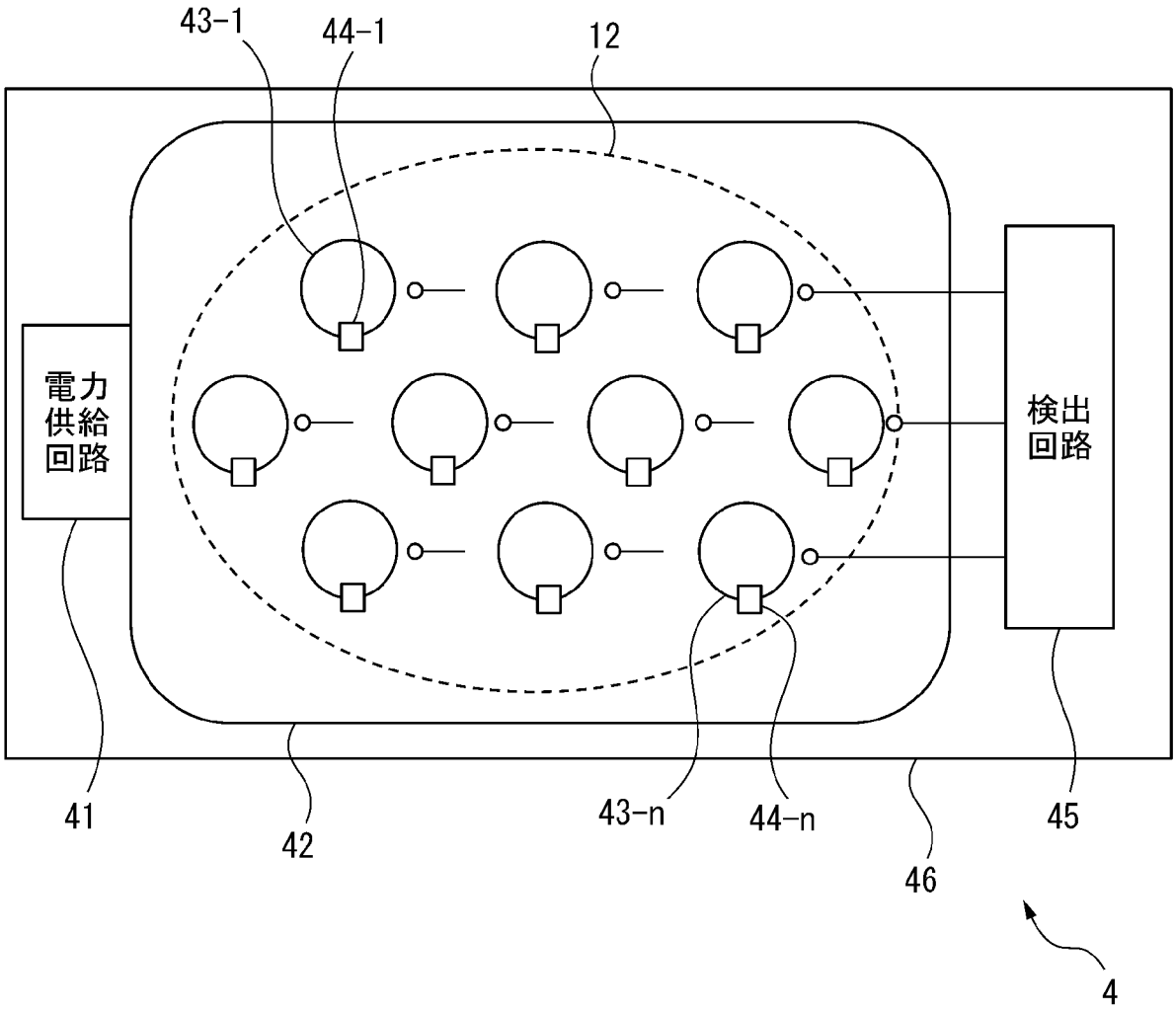
[図3]

図3

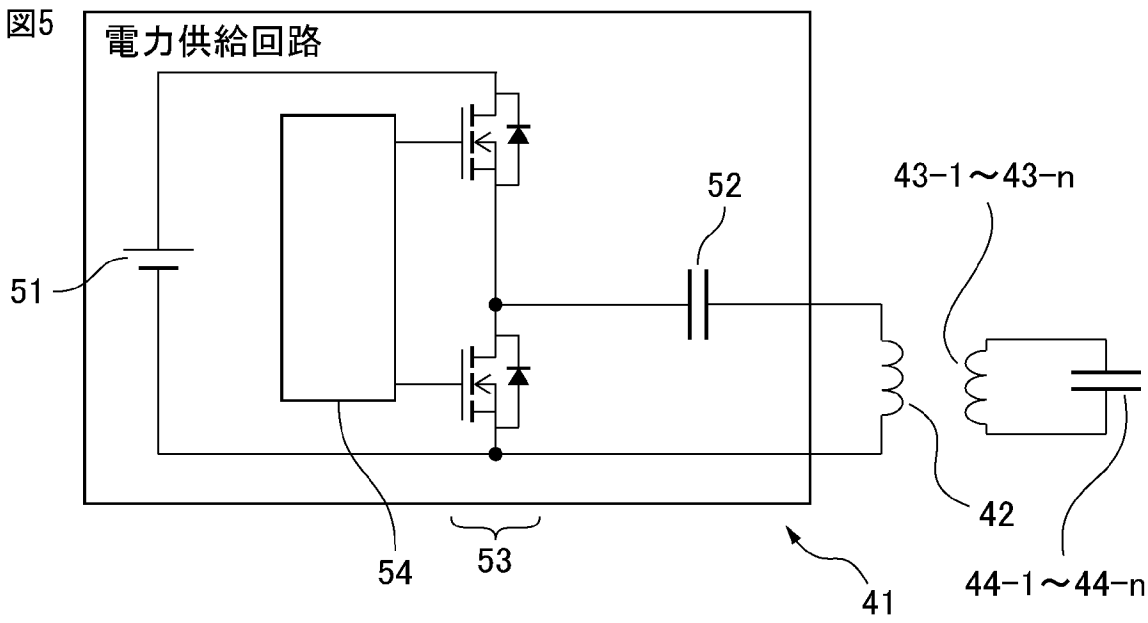


[図4]

図4



[図5]



[図6]

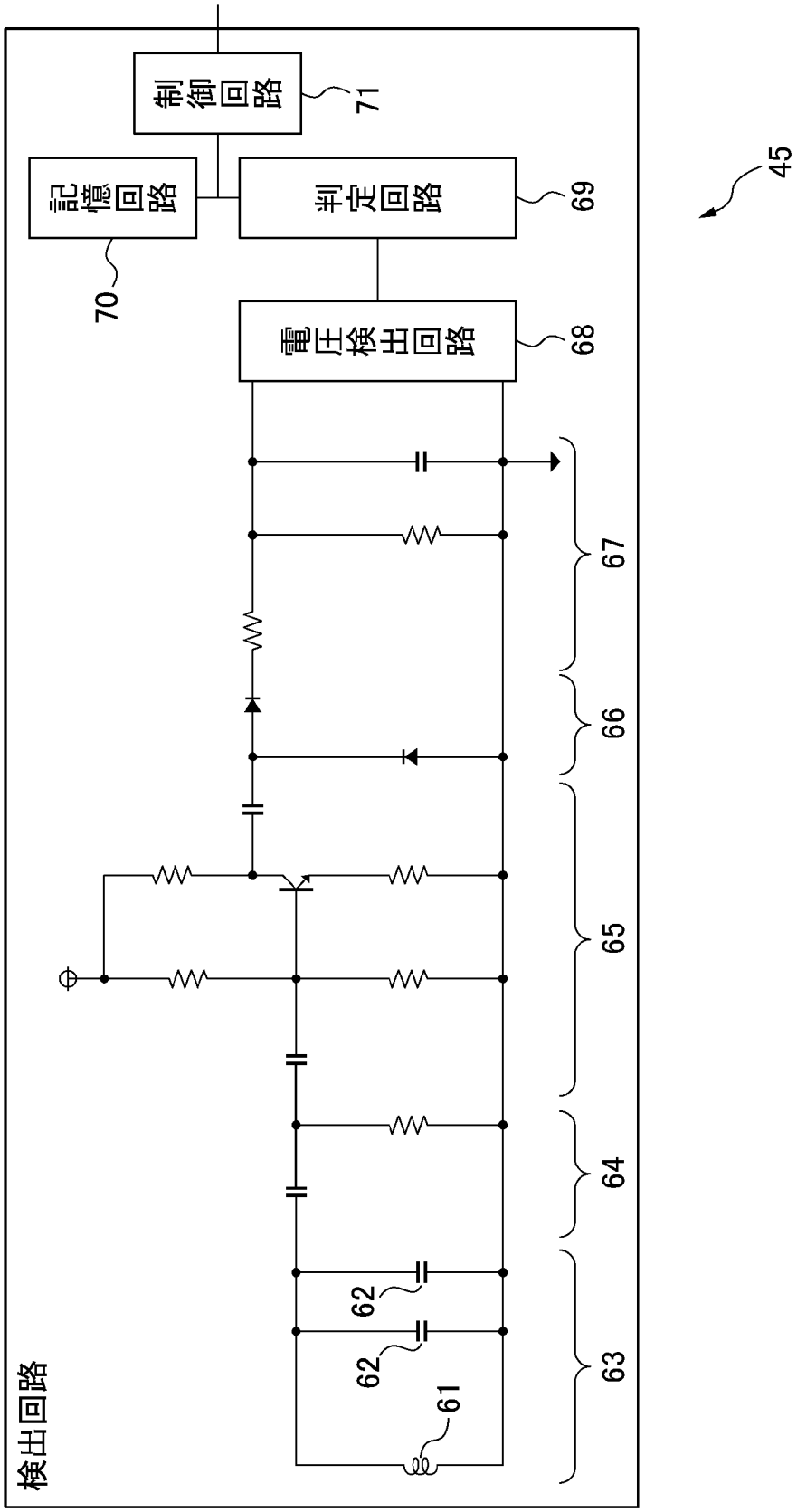


図6

[図7]

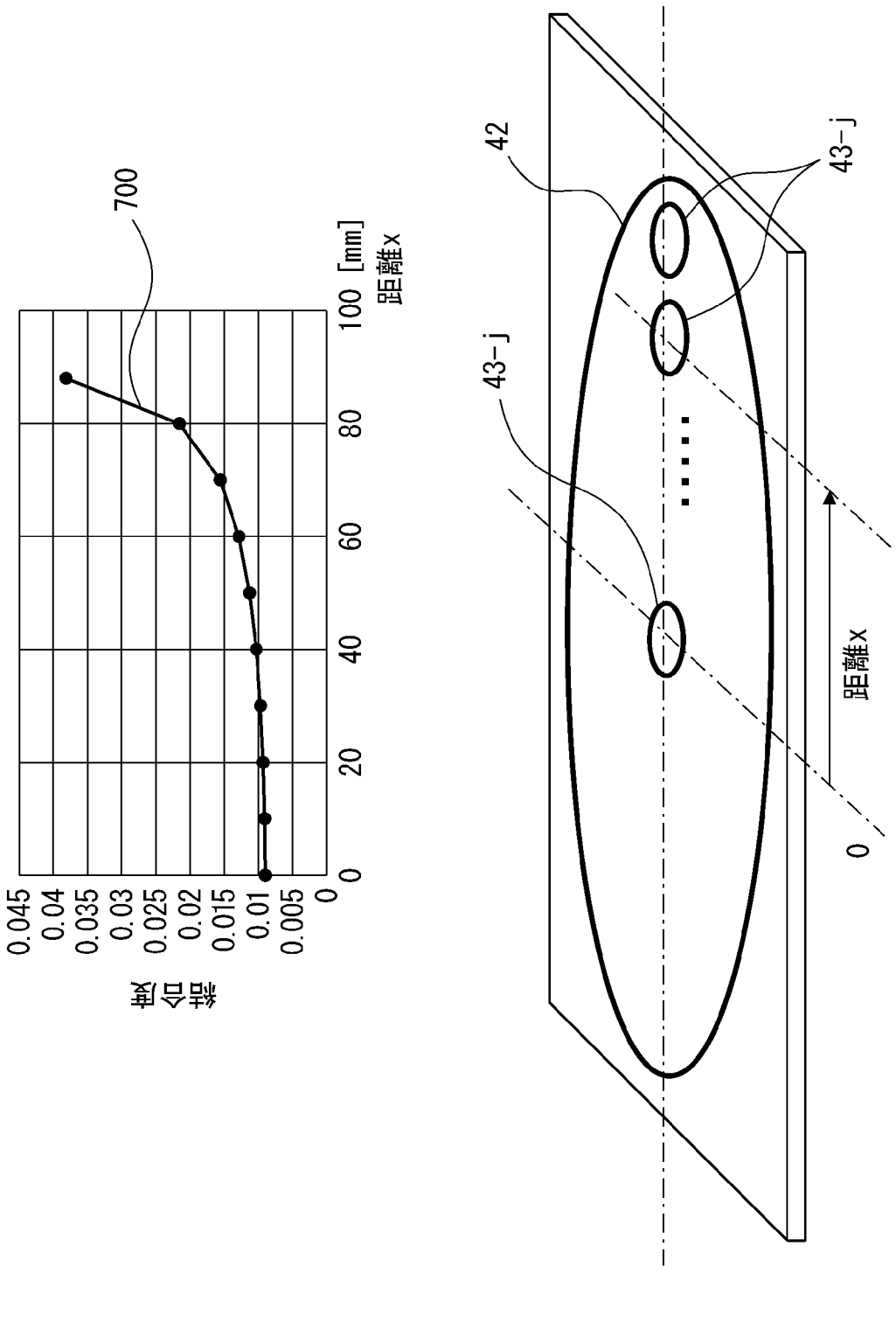

700
結合度
0.045
0.04
0.035
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
0
20
40
60
80
100 [mm]
距離x
42
43-j
43-j
0
距離x

図7

[図8]

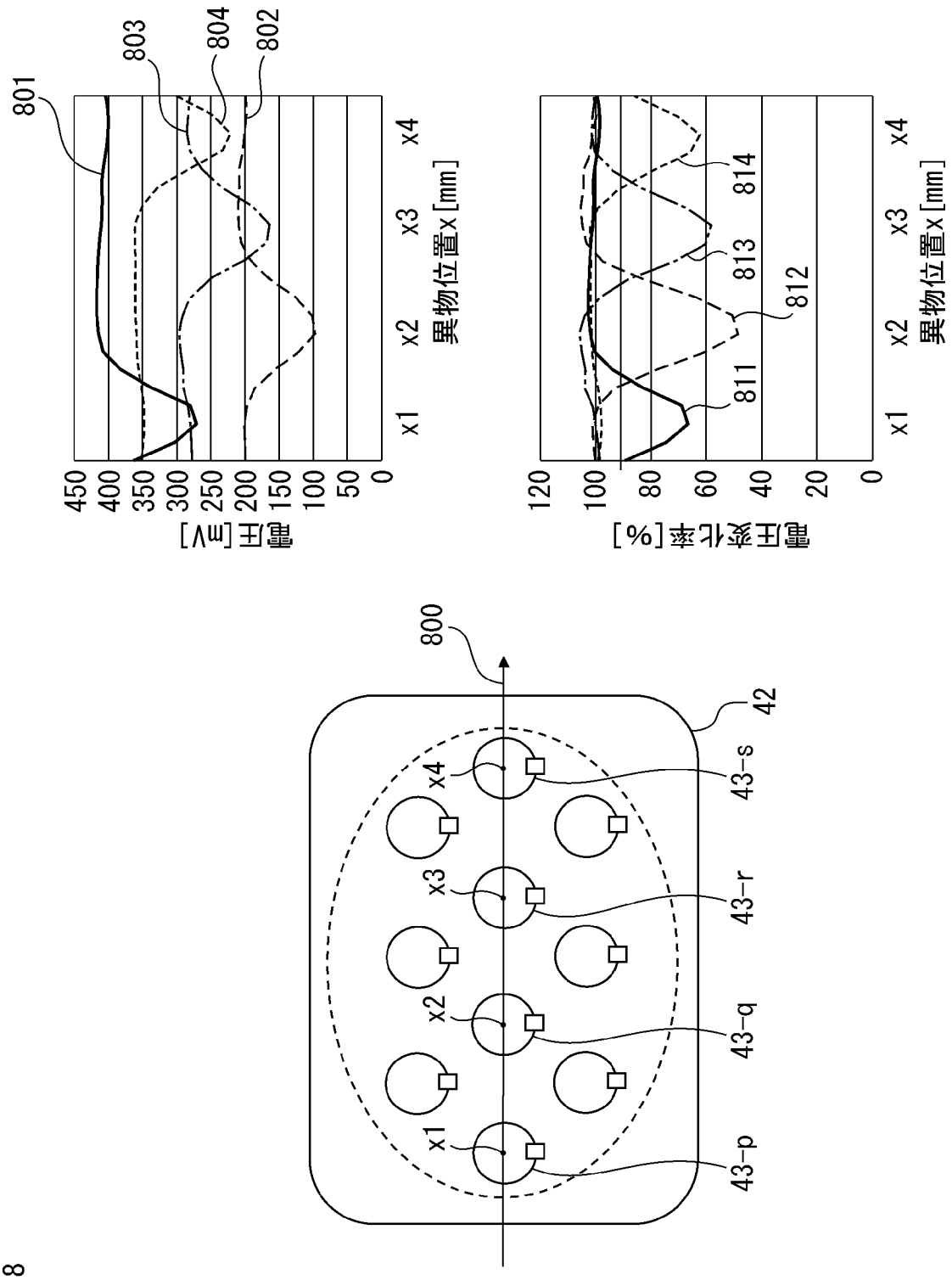

801
802
803
804
電圧[mV]
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
x1
x2
x3
x4
異物位置x[mm]
電圧変化率[%]
120
100
80
60
40
20
0
811
812
813
814
800
42
43-s
43-r
43-q
43-p

図8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/001850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H02J50/12(2016.01)i, H02J50/60(2016.01)i
FI: H02J50/12, H02J50/60

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)
Int. Cl. H02J50/12, H02J50/60

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	WO 2014/156655 A1 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 02 October 2014, paragraphs [0009]–[0016], [0039]–[0043], [0057]-[0076], fig. 1-3, 11, 12, 22, 23	1
A	JP 2015-128363 A (TDK CORP.) 09 July 2015, paragraphs [0027]-[0037], fig. 1-3	1
A	WO 2015/064102 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 07 May 2015, paragraphs [0047]–[0072], [0078]–[0089], fig. 9, 10, 20-24	1

☐ 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
30.03.2021	13.04.2021
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/JP2021/001850

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2014/156655 A1	02.10.2014	(Family: none)	
JP 2015-128363 A	09.07.2015	US 2015/0145529 A1 paragraphs [0037]-[0047], fig. 1-3 EP 2879265 A1 CN 104682571 A	
WO 2015/064102 A	07.05.2015	US 2016/0241064 A1 paragraphs [0069]-[0100], [0108]-[0127], fig. 9, 10, 20-24 EP 3065262 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/001850

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02J 50/12(2016.01)i; H02J 50/60(2016.01)i
FI: H02J50/12; H02J50/60

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））

H02J50/12; 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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
A	WO 2014/156655 A1 (日産自動車株式会社) 02.10.2014 (2014-10-02) ［０００９］－［００１６］，［００３９］－［００４３］，［００５７］－［００７６］，図１－３，図１１－１２，図２２－２３	1
A	JP 2015-128363 A (ＴＤＫ株式会社) 09.07.2015 (2015-07-09) ［００２７］－［００３７］，図１－３	1
A	WO 2015/064102 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 07.05.2015 (2015-05-07) ［００４７］－［００７２］，［００７８］－［００８９］，図９－１０，図２０－２４	1

☐ 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	国際調査報告の発送日
30.03.2021	13.04.2021

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）

高野　誠治 5T 3567

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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/JP2021/001850

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2014/156655 A1	02.10.2014	（ファミリーなし）	
JP 2015-128363 A	09.07.2015	US 2015/0145529 A1 ［００３７］－［００４７］，図１－３ EP 2879265 A1 CN 104682571 A	
WO 2015/064102 A1	07.05.2015	US 2016/0241064 A1 ［００６９］－［０１００］，［０１０８］－［０１２７］，図９－１０，図２０－２４ EP 3065262 A1	