

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6700470号
(P6700470)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int. Cl. F I
 H O 2 J 50/12 (2016.01) H O 2 J 50/12
 H O 2 J 50/80 (2016.01) H O 2 J 50/80
 H O 2 J 50/40 (2016.01) H O 2 J 50/40
 H O 4 B 5/02 (2006.01) H O 4 B 5/02
 H O 2 J 50/60 (2016.01) H O 2 J 50/60

請求項の数 17 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2019-503190 (P2019-503190)
 (86) (22) 出願日 平成29年4月4日(2017.4.4)
 (65) 公表番号 特表2019-520028 (P2019-520028A)
 (43) 公表日 令和1年7月11日(2019.7.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/NZ2017/050038
 (87) 国際公開番号 WO2017/176128
 (87) 国際公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)
 審査請求日 平成30年10月3日(2018.10.3)
 (31) 優先権主張番号 62/318,133
 (32) 優先日 平成28年4月4日(2016.4.4)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/355,823
 (32) 優先日 平成28年6月28日(2016.6.28)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 503260918
 アップル インコーポレイテッド
 Apple Inc.
 アメリカ合衆国 95014 カリフォル
 ニア州 クパチーノ アップル パーク
 ウェイ ワン
 One Apple Park Way,
 Cupertino, Californ
 ia 95014, U. S. A.
 (74) 代理人 100094569
 弁理士 田中 伸一郎
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103610
 弁理士 ▲吉▼田 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電力送信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力送信コイルを有する送信回路であって、第1の周波数で誘導電力受信機に無線電力を送信するように構成された送信回路と、

前記電力送信コイルを駆動するように構成されたインバータと、

制御回路と、を備える誘導電力送信機であって、

前記制御回路は、

前記インバータを制御して、前記第1の周波数とは異なる第2の周波数でRFID/NFCハンドシェイク信号を前記電力送信コイルに生成させること、

前記電力送信コイルに近接するRFID/NFCデバイスから前記電力送信コイルを介して前記RFID/NFCハンドシェイク信号に対する応答を受信することに応答して、前記電力送信コイルを用いた前記第1の周波数での無線電力の送信を取り止めて、無線電力伝送によって起こる損傷から前記RFID/NFCデバイスを保護すること、及び、

前記電力送信コイルに近接する認証されていないデバイスから前記電力送信コイルを介して前記RFID/NFCハンドシェイク信号に対する応答を受信しないことに応答して、前記電力送信コイルを用いて前記第1の周波数で無線電力を送信すること、

を制御するように構成されている、

誘導電力送信機。

【請求項 2】

前記電力送信コイルは、NFCリーダコイル又はRFIDタグリーダコイルのどちらで

10

20

もない、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 3】

前記送信回路は、前記送信回路を前記第 1 の周波数に同調するために前記電力送信コイルに直列に接続された同調コンデンサを更に備える、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 4】

制御回路は、前記第 1 の周波数で前記誘導電力受信機に前記無線電力を送信するための第 1 の電圧と、前記ハンドシェーク信号を生成するための第 2 の電圧とを生成するように前記インバータを制御するように更に構成されており、前記第 2 の電圧は前記第 1 の電圧よりも高い、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 5】

前記認証されていないデバイスからの前記応答は、前記認証されていないデバイスが R F I D デバイスであることを示すデータを含み、前記制御回路は、前記データを受信することに応答して前記第 1 の周波数での前記無線電力の送信を取り止めることにより、前記電力送信コイルを用いた前記第 1 の周波数での前記無線電力の送信を取り止めるように構成されている、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 6】

前記制御回路は、

対象物検出信号を前記電力送信コイルに生成させるように前記インバータを制御するように更に構成されており、前記送信回路は、前記電力送信コイルに近接する認証されたデバイスの検出に応答して前記第 1 の周波数で前記誘導電力受信機に前記無線電力を送信することにより、前記第 1 の周波数で前記誘導電力受信機に前記無線電力を送信するように構成されている、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 7】

前記対象物検出信号は、前記第 1 の周波数及び前記第 2 の周波数とは異なる、第 3 の周波数である、請求項 6 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 8】

前記第 1 の周波数は、前記誘導電力伝送に対して 1 0 0 ~ 2 0 0 k H z であり、前記第 2 の周波数は 1 3 ~ 1 4 M H z であり、前記第 3 の周波数は 1 ~ 2 M H z である、請求項 7 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 9】

前記送信回路は、前記第 1、第 2 及び第 3 の周波数とは異なる、第 4 の周波数で認証されたデバイスから返信を受信することに応答して前記第 1 の周波数で前記誘導電力受信機に前記無線電力を送信することにより、前記第 1 の周波数で誘導電力受信機に前記無線電力を送信するように構成される、請求項 8 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 10】

前記第 4 の周波数は約 2 k H z である、請求項 9 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 11】

前記ハンドシェーク信号は、前記第 2 の周波数のオン/オフキーイング、振幅偏移キーイング又は二位相偏移キーイング変調を備える、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 12】

前記制御回路は、第 5 の周波数を検出することによって前記認証されていないデバイスからの前記応答を検出するように構成されている、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 13】

前記第 5 の周波数は、実質的に、1 0 6 ~ 3 1 8 k H z、4 2 4 ~ 4 8 0 k H z、又は 8 4 7 ~ 8 4 8 k H z である、請求項 12 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 14】

前記認証されていないデバイスは、R F I D デバイスである、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 15】

前記制御回路は前記インバータを制御して、前記第 2 の周波数に先立って第 6 の周波数

10

20

30

40

50

で前記送信回路を駆動させ、認証されていない共振デバイスを有する認証された受信機に前記認証されていない共振デバイスを無効にするように命令するために、信号に応じて前記第 6 の周波数を変調させるように構成されている、請求項 1 に記載の誘導電力送信機。

【請求項 16】

第 1 の周波数で誘導電力受信機に無線電力を送信するように構成されたコイルを含む送信回路を備える誘導電力送信機を動作させる方法であって、

前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数で前記送信回路を駆動することと、

R F I D / N F C ハンドシェーク信号に応じて前記第 2 の周波数を変調することと、

前記コイルに近接する認証されていない R F I D / N F C デバイスから前記 R F I D / N F C ハンドシェーク信号に対する応答を受信したとき、前記コイルを用いた前記第 1 の周波数での前記無線電力の送信を取り止めて、無線電力伝送によって起こる損傷から前記 R F I D / N F C デバイスを保護することと、

認証されていないデバイスから前記 R F I D / N F C ハンドシェーク信号に対する応答を受信しないとき、前記コイルを用いて前記第 1 の周波数で前記無線電力を送信すること

を含む、方法。

【請求項 17】

電力送信コイルを有する送信回路であって、第 1 の周波数で誘導電力受信機に無線電力を送信するように構成された送信回路と、

第 3 の周波数で対象物検出信号を生成するように構成された対象物検出コイルと、

前記対象物検出コイルを駆動するように構成されたインバータと、

制御回路と、を備える誘導電力送信機であって、

前記制御回路は、

前記第 3 の周波数とは異なる第 2 の周波数で R F I D / N F C ハンドシェーク信号を前記対象物検出コイルに生成させるように前記インバータを制御し、

近接する認証されていない R F I D / N F C デバイスから前記 R F I D / N F C ハンドシェーク信号に対する応答を受信することに応答して、前記電力送信コイルを用いた前記第 1 の周波数での前記無線電力の送信を取り止めて、無線電力伝送によって起こる損傷から前記 R F I D / N F C デバイスを保護し、そして、

認証されていないデバイスから前記 R F I D / N F C ハンドシェーク信号に対する応答を受信しないことに応答して、前記電力送信コイルを用いて前記第 1 の周波数で前記無線電力を送信するように構成されている、

誘導電力送信機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に誘導電力送信機に関し、詳細には誘導電力伝達システムに関するものであるが、これに限定されない。

【背景技術】

【0002】

I P T システムには、確立した技術の周知の分野（例えば電動歯ブラシの無線充電）及び開発途上の技術（例えばハンドヘルドデバイスの「充電マット」上の無線充電）がある。典型的には、電力送信機は、送信コイル（複数可）から時変磁界を発生する。この磁界によって電力受信機内の適切な受信コイルに交流電流が誘起され、次いで、バッテリーを充電するため、又はデバイス若しくは他の負荷に給電するために使用され得る。

【0003】

ハンドヘルドデバイスの無線充電の I P T システムに関して、無線電力が、いわゆる異物（充電マット（例えば境界面）上に置かれた、受信機デバイスの一部ではないあらゆる対象物と定義され得る）ではなく、受信機デバイスにのみ伝達されることが特に重要である。そのような異物の典型例としては、コイン、キー、クリップなどの、金属を含んでい

10

20

30

40

50

る寄生要素が挙げられる。例えば、有効なIPTエリアの近くに寄生金属があると、振動磁界に由来する渦電流によって電力伝達中に熱くなり得る。そのような寄生金属の温度が受け入れ難いレベルまで上昇するのを防ぐために、電力送信機は、電力受信機と異物を識別して、電力伝達を適時に中断することができるべきである。

【0004】

境界面上の異物の加熱を検出する既存の方法は、電力損失方法を使用する。この方法では、電力送信機によって生成された磁界のためにハンドヘルドデバイスに包含された電力受信機の内部で消費される電力の総量を示すために受信電力PPRが使用される。受信電力は、電力受信機の出力から利用可能な電力に、その出力電力を生成する際に失われるあらゆる電力を加えたものに等しい。電力受信機はそのPPRを電力送信機に通信し、その結果、電力送信機は、電力損失が許容できる設定された限界の範囲内にあるかどうかを判定し、範囲内でなければ、異物の存在を示し得る異常な挙動を判定して送電を中断することができる。しかしながら、この電力損失の計算方法は、不測の挙動の出現を検出するのみで、それ自体が実際に異物を検出するわけではない。

10

【0005】

対照的に、国際特許公開番号WO2014/095722は、送信機の内部の、一次側IPT送信コイル（複数可）と分離した励起コイル及び検出コイルを使用する異物検出の方法を提案している。その場合、対象物の予想される存在を判定するために、検出巻線の出力電圧又はインダクタンスのどちらかの変化が使用される。しかしながら、このシステムは、基本インダクタンスを判定するのに複雑な校正を必要とする。このシステムは、金属対象物に対する鉄又は磁性対象物の感度も悪く、したがって、異物と例えば受信機デバイスといった役に立つ対象物とを判別するための手段は提供されない。検出に対する一次側IPT磁界の動作の何らかの望ましくない影響も考慮又は特徴付けがなされておらず、提案された方法は信頼性が低い可能性がある。

20

【発明の概要】

【0006】

本発明は、改善された誘導電力送信機を提供すること、又は有用な選択を公に提供することを目的とするものである。

【0007】

例示的な一実施形態によって提供される誘導電力送信機は、コイルを有する送信回路であって、第1の周波数において、又はその周波数のあたりで、誘導電力伝達又は対象物検出用に調整された、適合された、又は最適化された送信回路と、

30

第1の周波数において送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、コイルに隣接隣接した所定の認証されていないデバイスからの応答を発生するために、第2のより高い周波数において送信回路を駆動して所定のハンドシェーク信号によって第2のより高い周波数において信号を変調するためのインバータを、制御するように構成されたコントローラと、を備える。

【0008】

第2の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、コイルを有する送信回路と、送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、コイルに隣接隣接した所定の認証されていないデバイスからの応答を発生するために、インバータを制御して、第1のハンドシェーク周波数において送信回路を駆動させ、所定のハンドシェーク信号によって第1のハンドシェーク周波数において信号を変調させるように構成されたコントローラと、を備え、

40

所定の認証されていないデバイスは、第1のハンドシェーク周波数よりも高いキャリア周波数を有する指定されたハンドシェーク信号を有し、

所定のハンドシェーク信号は一連のポーリングコマンドを含み、指定されたハンドシェーク信号は一連のポーリングコマンドを含み、それぞれの所定のハンドシェーク信号のポ

50

ーリングコマンドのサイクル数は、個々のそれぞれの指定されたハンドシェーク信号のポーリングコマンドのサイクル数と同じである。

【 0 0 0 9 】

第 3 の例示的实施形態によって提供される誘導電力受信機は、
コイルを有する受信機回路と、
認証されていない共振デバイスと、

誘導電力送信機によって送られたコイルにおけるディスエーブル信号を検出し、ディスエーブル信号に依存して、認証されていない共振デバイスをディスエーブルにし、コイルにおける信号を変調して、電力伝達を開始するように送信機に命じるように構成されたコントローラと、を備える。

10

【 0 0 1 0 】

第 4 の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、
コイルを有する送信機回路と、
送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、

インバータを制御して、第 1 のピング周波数において送信回路を駆動させ、ディスエーブル信号によって第 1 のピング周波数における信号を変調させ、認証された受信機内の認証されていない共振デバイスをディスエーブルにさせ、コイルにおける開始信号を検出して、認証された受信機への電力伝達を始動させるように構成されたコントローラと、を備える。

【 0 0 1 1 】

20

第 5 の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、
少なくとも 1 つの多目的コイルと、

I P T 磁界内の対象物又は隣接隣接する対象物を検出するように構成された対象物検出システムと、を備え、

対象物検出システムは、多目的コイルにエネルギーを与え、所定の認証されていない対象物からの応答を発生するように構成されたハンドシェーク信号を送って有効な応答を受信することに基づいて、認証されていない対象物を検出する。

【 0 0 1 2 】

第 6 の例示的实施形態によって提供される、誘導電力送信機用の対象物検出システムは、

30

認証された誘導電力受信機に関連付けられた所定の署名及び / 又は認証されていない対象物を記憶するように構成されたメモリを備え、

対象物検出システムは、

認証されていない対象物に関連付けられた、所定の署名のうちの 1 つ以上を検出すること、

及び / 又は、認証された受信機に関連付けられた所定の署名に相当しない署名を検出することに応答して、認証されていない対象物を示すように構成されている。

【 0 0 1 3 】

第 7 の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、

誘導電力伝達 (inductive power transfer、I P T) 磁界を発生するように構成された少なくとも 1 つの電力送信コイルと、

40

I P T 磁界内の対象物又は隣接隣接する対象物を検出するように構成された対象物検出システムと、を備え、

対象物検出システムは、承認されていない共振デバイスを検出するように構成されている。

【 0 0 1 4 】

第 8 の例示的实施形態によって提供される、誘導電力送信機用の対象物検出システムは、

複数の周波数における反射インピーダンスを判定するように構成されたコイル及び回路と、

50

認証された誘導電力受信機に関連付けられた所定の周波数及び／又は認証されていない受信機に関連付けられた所定の周波数を記憶するように構成されたメモリと、を備え、

この対象物検出システムは、

認証されていない受信機に関連付けられた所定の周波数における反射インピーダンスの所定の増加又は減少を検出すること、

及び／又は、認証された誘導電力受信機に関連付けられていない周波数における反射インピーダンスの所定の増加を検出することに応答して、認証されていない受信機を指示するように構成されている。

【 0 0 1 5 】

第 9 の例示的实施形態によれば、誘導電力送信機用の、コイル及び回路を備える対象物検出システムを動作させる方法が提供され、この方法は、第 1 の電力レベルでコイルを駆動して第 1 の反射インピーダンスを判定することと、

第 2 のより高い電力レベルでコイルを駆動して第 2 の反射インピーダンスを判定することであって、

所定の認証されていない受信機の動作を始動するのに、第 1 の電力レベルは不十分であるが第 2 の電力レベルは十分である、判定することと、

第 1 の反射インピーダンスと第 2 の反射インピーダンスの間の所定の差を判定することに応答して、認証されていない受信機を検出することと、を含む。

【 0 0 1 6 】

第 1 0 の例示的实施形態によれば、誘導電力送信機用の対象物検出システムを動作させる方法が提供され、この方法は、

複数の周波数における反射インピーダンスを判定することと、

認証されていない受信機を指示することであって、

認証されていない受信機に関連付けられた所定の周波数における反射インピーダンスの所定の増加又は減少を検出すること、

及び／又は認証された誘導電力受信機に関連付けられていない周波数における反射インピーダンスの所定の増加を検出することに応答して、認証されていない受信機を指示することと、を含む。

【 0 0 1 7 】

第 1 1 の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、

コイルを有する送信回路であって、誘導電力伝達用又は対象物検出用の第 1 の周波数に同調された送信回路と、

第 1 の周波数において送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、

コイルに隣接した所定の認証されていないデバイスからの応答を発生するために、第 2 のより高い周波数において送信回路を駆動して所定のハンドシェーク信号によって第 2 のより高い周波数を変調するためのインバータを、制御するように構成されたコントローラと、を備える。

【 0 0 1 8 】

第 1 2 の例示的实施形態によれば、コイルを含んで第 1 の周波数に同調された送信回路を備える、誘導電力送信機と、第 1 の周波数において送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、を動作させる方法が提供され、この方法は、

第 2 のより高い周波数において、コイルに隣接したあらゆる所定の認証されていないデバイスを検出するために送信回路を駆動することと、

認証されていないデバイスが認識し得る所定のハンドシェーク信号によって第 2 のより高い周波数を変調することと、

所定の応答を検出することに応答して、認証されていないデバイスの存在を指示することと、を含む。

【 0 0 1 9 】

第 1 3 の例示的实施形態によって提供される誘導電力送信機は、

コイルを有する送信回路と、

10

20

30

40

50

送信回路を駆動するように動作可能なインバータと、

コイルに隣接した所定の認証されていないデバイスからの応答を発生するために、インバータを制御して、第1のハンドシェーク周波数において送信回路を駆動させ、所定のハンドシェーク信号によって第1のハンドシェーク周波数において信号を変調させるように構成されたコントローラと、を備え、

所定の認証されていないデバイスは、第1のハンドシェーク周波数よりも高いキャリア周波数を有する指定されたハンドシェーク信号を有し、

所定のハンドシェーク信号は一連の変調状態を含み、指定されたハンドシェーク信号は一連の変調状態を含み、それぞれの所定の変調状態のハンドシェーク信号系列のサイクル数は、個々のそれぞれの指定された変調状態のハンドシェーク信号系列のサイクル数と同じである。

10

【0020】

「備える、含む(comprise)」、「備える、含む(comprises)」、及び「備える、含む(comprising)」という用語は、様々な権限下で、排他的な意味にも包括的な意味にも対応付けられ得ることが認められている。本明細書の目的のために、特に述べられない限り、これらの用語は包括的な意味を有することを意図しており、すなわち直接的に参照される列挙された構成要素を含み、また、明言されていない他の構成要素や要素も含む可能性があることを意図して採用されることになる。

【0021】

本明細書におけるいかなる文献の参照も、従来技術であること又は共通の一般知識の一部を形成することの承認を構成するわけではない。

20

【0022】

添付の図面は、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成し、本発明の実施形態を説明し、上記で示された発明の全般的な説明及び以下で示される実施形態の詳細な説明とともに、本発明の原理を説明するのに役立つものである。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】誘導電力伝達システムの概略図である。

【図2】対象物検出システムのブロック図である。

【図3】二重ODコイルの概略図である。

30

【図4】単一ODコイルの概略図である。

【図5】別の二重ODコイルの概略図である。

【図6】送信コイルのレイアウトの概略図である。

【図7】フェライトのまわりに介挿されたODコイル及びIPTコイルを示す概略図である。

【図8】PCBベースのODコイルの断面図である。

【図9】IPTフェライトを使用する励磁コイルによって発生される磁束線のシミュレーションである。

【図10A】検出アルゴリズムの流れ図である。

【図10B】別の検出アルゴリズムの流れ図である。

40

【図11】励磁コイル駆動回路の概略図である。

【図12】励磁コイル駆動回路の回路図である。

【図13】検出器の概略図である。

【図14】マルチプレクサの回路図である。

【図15】ミキサの回路図である。

【図16】更なる実施形態の概略図である。

【図17】様々な共振デバイスのインピーダンスのグラフである。

【図18A】様々な共振デバイスの有効電力のグラフである。

【図18B】様々な共振デバイスの有効電力のグラフである。

【図19a】RFID/NFCタグなどの認証されていない共振デバイスを検出する署名

50

方法の流れ図である。

【図 19 b】異なるキャリア周波数におけるポーリングコマンドのグラフである。

【図 20】1 MHz におけるポーリング要求を有する送信機の回路図である。

【図 21】ポーリングコマンドを送って R F I D / N F C タグなどの認証されていない共振デバイスを検出する方法の流れ図である。

【図 22】13 . 56 MHz におけるポーリング要求を有する送信機の回路図である。

【図 23】送信機から信号を送って有効な受信機における N F C エミュレーションをディスプレイにする方法の流れ図である。

【図 24】送信機からの信号を受信して有効な受信機における N F C エミュレーションをディスプレイにする方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図 1 には誘導電力伝達 (I P T) システムが全体的に示されている。 I P T システムは誘導電力送信機 2 及び誘導電力受信機 3 を含む。誘導電力送信機 2 は適切な電源 4 (商用電源又はバッテリーなど) に接続されている。誘導電力送信機 2 は、(使用される電源のタイプに依存して) 例えば A C - D C コンバータといった 1 つ以上のコンバータ 5 と、例えばコンバータ 5 に接続されたインバータ 6 (存在する場合) と、を有する送信機回路を含み得る。インバータ 6 が送信コイル 7 (複数可) に A C 信号を供給して、送信コイル 7 (複数可) が交番磁界を発生する。いくつかの構成では、送信コイル 7 が、インバータ 5 から分離していることも考えられ得る。送信コイル 7 (複数可) は、並列又は直列のいずれかにおいてコンデンサ (図示せず) に接続されて、共振回路を作てよい。

【0025】

コントローラ 8 は、誘導電力送信機 2 のそれぞれの部分に接続されてよい。コントローラ 8 は、誘導電力送信機 2 のそれぞれの部分から入力を受信して、それぞれの部分の動作を制御する出力を生成する。コントローラ 8 は、例えば電力潮流、同調、送信コイルの選択的励磁、誘導電力受信機の検出、及び / 又は通信を含むその能力に依存して、誘導電力送信機 2 の様々な様相を制御するように構成された単一のユニット又は個別のユニットとして実装されてよい。コントローラ 8 は、測定データ及び計算データを記憶するためのメモリを内部に含んでよく、又はそのような目的のために外部メモリに接続されてよい。

【0026】

誘導電力受信機 3 は受信機回路に接続された受信コイル 9 (複数可) を含み、受信機回路は負荷 11 に電力を供給する電力調整回路 10 を含み得る。誘導電力送信機 2 のコイルと誘導電力受信機 3 のコイルが適切に結合されているとき、送信コイル 7 (複数可) によって発生された交番磁界が受信コイル 9 (複数可) に交流電流を誘起する。電力調整回路 10 は、誘導電流を負荷 11 にとって適切な形式に変換するように構成されており、例えば大電力整流器、電源調整回路、又は両方の組合せを含み得る。受信コイル 9 (複数可) は、並列又は直列のいずれかにコンデンサ (図示せず) に接続されて共振回路を作り得る。いくつかの誘導電力受信機では、受信機は、受信コイル 9 (複数可) の同調、電力調整回路 10 の動作、及び / 又は通信を制御するコントローラ 12 を含み得る。

【0027】

「コイル」という用語は、電流が磁界を発生する導電性構造を含み得る。例えば、誘導「コイル」は、3 次元の形状又は 2 次元の平面形状の導電性線、プリント回路板 (P C B) 技術を使用して複数の P C B 「層」の上の 3 次元の形状に製作された導電性材料、及び他のコイル状の形状であり得る。単数又は複数のいずれかでの「コイル」という用語の使用は、この意味において限定的であることを意味しない。用途に依存して他の構成が使用され得る。

【0028】

図 2 には例示的送信機 2 が示されている。インバータ 6 が送信コイル 7 に電力を供給して、 I P T 磁界を発生する。対象物検出 (object detection、 O D) 回路 200 は、 I P T 磁界から分離した対象物検出 (O D) 磁界を発生するための励磁コイル 202 (複数可

10

20

30

40

50

）と、送信機 2 上の、又は送信機 2 に隣接した対象物の、存在及び／又は位置を感知するために使用される検出コイル 204（複数可）と、を含む。送信機 2 のコントローラ 8 は、励磁コイル 202 に供給される励磁を、直接、又は個別の制御回路を介して判定し、検出コイル 204 からの出力信号を処理するように構成されている。

【0029】

これは、単一の励磁コイル及び検出コイルのアレイ、励磁コイルのアレイ及び単一の検出コイル、励磁コイルのアレイ及び検出コイルのアレイを包含し得、用途の要件に依存して、単一コイルを励磁と検出の両方に使用し、かつ／又は励磁コイル（複数可）として IPT コイルを使用する（また、IPT 周波数を使用するか、又は励磁信号を IPT 磁界の上に変調する）。

10

【0030】

一実施形態では、この検出技術は、電力受信機（又は検出磁界における他の導電性対象物）に励磁信号を送信し、次いで、これが、連続的に又は周期的に監視されるセンサのアレイへと後方散乱されることによって作動する磁気視覚システムの形態と考えられてよい。励磁信号の後方散乱の強度及び遅延が測定され、アレイにわたってそれぞれの位置において別々に分析されてよい。これは、次いで、対象物（役に立つ対象物と異物の両方）を検出して、複数の受信機などのそのような対象物の位置及び／又は移動を、IPT 磁界において、又は送信機の表面上で、追跡するために使用され得る。この検出技術は、電力受信機の受信コイル（複数可）などの役に立つ対象物に重畳している異物も検出し得る。

【0031】

20

検出アレイは、重要な異物が感知されるか又は「見られ」て確認されるのに十分な分解能があるように構築されており、1つ以上の電話又はことによるとタブレット若しくはポータブル PC 若しくは他のポータブルの再充電可能な機器の存在及び位置を識別することができるように、十分な開口を有する。

【0032】

1つ以上の実施形態は、反射ではなくエネルギー伝達（対象物へのエネルギー伝達又は励磁コイルと検出器コイルの間のエネルギー伝達のいずれか）に直接又は間接的に頼って判定してよい。言い換えれば、励磁コイル、対象物及び／又は検出器コイルの間の結合係数が、例えば異物（又は役に立つ対象物）といった対象物の性質及び／又は位置を判定するのに使用される。

30

【0033】

IPT 磁界からの結合解除

OD 磁界は対象物の検出に使用されるが、IPT 磁界は、電子デバイス間で、意味のあるレベルの電力を無線で伝達するために使用される。それゆえに、IPT 磁界のパワーは OD 磁界よりも数桁大きく、電力伝達中に対象物検出装置を効果的に動作させるためには、IPT 磁界から OD 磁界を実質的に結合解除するのが望ましいことであり得る。そのような結合解除を達成する多くの方法をここで説明する。このように、検出に対する IPT 磁界の動作のいかなる望ましくない影響も最小限になり、それによって、本発明の検出方法が、より確実かつ頑健になる。

【0034】

40

OD 磁界は、IPT 磁界用に使用される周波数よりもかなり高い周波数又はかなり低い周波数を有するように生成される。これにより、IPT 磁界からの周波数分離が可能になる上に、対象物において共振が生じ得るために、通貨などの物理的に小さな対象物の感度が増加する。IPT の一般的な用途に関して、IPT 磁界が約 110 kHz ~ 約 205 kHz の動作周波数を有する場合には、約 1 MHz などのより高い MHz 領域又は約 5 kHz などのより低い kHz 領域の OD 磁界周波数が使用されてよい。そのような周波数は、一定のタイプの異物に対して感度を良くすることもできる。このように、OD 磁界は IPT 磁界からの周波数結合を解除される。

【0035】

それゆえに、一実施形態では、OD 磁界の駆動は、1つの OD 磁界周波数が対象物検出

50

に使用されるように構成され、この周波数は、例えば約5kHzといったIPT磁界周波数よりも低いもの又は約1MHzといったIPT磁界周波数よりも高いものになる。代替実施形態では、OD磁界の駆動は、いわゆる周波数「ホッピング」又は周波数「スイープ」を使用して、一連のOD磁界周波数が使用されるように構成される。対象物検出のための測定が行われる、既に説明された典型的なレベルに関して、いくつかの異なる周波数が使用され得る。例えば、IPT磁界周波数よりも高いOD磁界周波数については、測定は約800kHz、約1MHz、及び約1.2MHzのそれぞれにおいて行われてよく、IPT磁界周波数よりも低いOD磁界周波数については、測定は、約1kHz、約5kHz、及び約10kHzのそれぞれにおいて行われてよい。この周波数ホッピングにより、異物と役に立つ対象物の間を判別する能力が有利に向上する。例えば、共振回路と、例えば金属又はフェライトといった非共振対象物の一部として受信機コイル（複数可）と、を有する電力受信機については、特別のOD磁界周波数におけるOD磁界に対して類似した反応をもたらす得る。例えば、これは、選択されたOD磁界周波数がIPT磁界周波数の高調波であるために生じる可能性がある。しかしながら、そのような共振受信機は異なるOD磁界周波数において異なる応答をもたらすはずであるが、非共振の対象物の応答は実質的に周波数に依存しない。

【0036】

（総体としてODコイルと称される）励磁コイル202（複数可）及び/又は検出コイル（複数可）204は、正のIPT磁束及び同等の負のIPT磁束をほぼ包含するように構成され得る。このように、OD磁界はIPT磁界からの磁気結合を実質的に解除される。これは多くのやり方で達成され得る。例えば、逆巻きの（すなわち右巻きと左巻きの）ODコイルが、それぞれの逆巻きのODコイルにおいて等しい磁束を有する、それぞれのIPT送信機コイルの内部の、又はそれぞれのIPT送信機コイルの（すなわち、そのコイルの寸法の範囲内の、又はそのコイルの水平面に対するそのコイルの上若しくは下の送信コイルの「フットプリント」に包含された）対称の位置で使用されてよい。それぞれのODコイルの更なる例示の部分が、IPT送信機コイルの内部及び外部にあり得る。（右巻きの部分対左巻きの部分において）異なる巻数を有する1つ以上の送信機コイルによって生成されたIPT磁界の非対称の部分において、なお更なる例示の逆巻きのODコイルが使用され得る。

【0037】

図3は、二重の励磁/検出コイル300の例を示す。コイル300は、右巻きの部分302及び左巻きの部分304を有する。コイル300は、全体として、送信機コイル7を通る対称軸306の両側に置かれた右巻きの部分302と左巻きの部分304を有する1つのIPT送信機コイル7の内部にあり、その結果、それぞれの部分302、304を等しい量のIPT磁束が通る。この例示的实施形態では、逆に巻かれた部分302、304は、当該技術分野に精通している者によって理解されるやり方で互いに結合された個別の巻線又は（実質的に対称な）「8の字形の」構成に巻かれた単一卷線として形成されてよい。

【0038】

図4は、単一の励磁/検出コイル400の例を示す。コイル400は、1つのIPT送信機コイル7に対して外側の（第1の）部分402及び内側の（第2の）部分404を有する。すなわち、コイル400は送信機コイル7に重畳するように構成されており、その結果、等しい量の（逆向きの）IPT磁束がそれぞれの部分402、404を通り抜けるように、外側の部分402はIPT送信機コイル7への外部に構成されており、内側の部分404はIPT送信機コイル7の内部に構成されている。

【0039】

図5は、二重の励磁/検出コイル500の別の例を示す。コイル500は、右巻きの部分502及び左巻きの部分504を有する。コイル500は、全体として、送信機コイル7を通る非対称軸506の両側に置かれた右巻きの部分502と左巻きの部分504を有する1つのIPT送信機コイル7の内部にあり、その結果、それぞれの部分502、50

4を異なる量のIPT磁束が通る。この例では、逆巻きの部分502、504を通るIPT磁束は、コイル部分の巻線502、504の相対的なサイズ（例えば厚さ、直径など）又は（例えば異なる導体材料を使用することにより）導電率を、IPT磁束の不均衡を実質的に補償するように計算された構成にすることより、それぞれの部分502、504において、IPT磁束の不均衡又は不均衡なインピーダンスを実質的に補償するように意図された不均衡な巻数を使用することによってバランスをとられ得る。図3の例のように、逆巻きの部分502と504は、互いに結合された個別の巻線又は（実質的に非対称の、又は斜めになった）「8の字形」に巻かれた単一巻線として形成され得る。

【0040】

用途に依存して、結合解除の他の形態が使用され得る。送信機コイル（複数可）から分離された1つ以上の励磁コイルが検出磁界の発生用に使用される実施形態では、前述の磁束を相殺するやり方で巻かれるのは励磁コイルであるが、1つ以上の送信機コイルが検出磁界の発生用に使用される実施形態では、例えば送信機コイルアレイにおける他の送信機コイルから発生されるIPT磁束からの結合を解除するために前述の磁束を相殺するやり方で巻かれるのは検出コイルであることが注意される。

【0041】

励磁コイル及び検出コイルのレイアウト

感度を増加するため、及び/又は製造原価を低減するために、ODコイル内のいくつかの機能が提供され得る。

【0042】

送信コイルのアレイの一例が図6に示されている。系統的に構成されたIPTフェライト要素（コア）604のまわりに、それぞれの送信又はIPTのコイル602が設けられている。IPTコイル602は矩形のアレイ構造で構成され、直線状に（2D）、重畳して、又は（図6のように）3次元的に（3D）構成されてよい。コイル及びアレイ自体は、異なる幾何学的形状又は任意の形状を有するように構成されてよい。フェライトコア（のアレイ）は、IPTコイル602によって発生されたIPT磁界を、当該技術分野に精通している者によって理解されるやり方で増強するために使用され、また、全体の内容が参照によって明白に本明細書に組み込まれている、2014年8月12日に出願したSystem and Method for Power Transferという名称の米国特許仮出願第62/070,042号に説明されているような送信機コイルアレイに関連して、それぞれのフェライト要素の上部表面が（送信機コイルの面に対して垂直なIPTシステムのZ軸（それに沿って、いわゆる「Z方向の高さ」がIPTシステムの送信コイルと受信コイルの間の距離として定義される）に関して）、IPTコイル602から出るように構成され、かつ寸法設定されてよく、又は、フェライト要素の上部の表面が、送信コイルの最上の面に対して共面であるか若しくは下にあるように構成されてよい。フェライト要素の上部の表面は、実質的に平坦でよく、又は丸みがあってもよい。以下に述べるように、そのようなフェライト要素がIPTアレイに存在すると、それらは磁界の検出用にも有利に使用され得る。

【0043】

図7は、例示的な構成において、図6のIPTコイルのアレイ602に検出コイルのアレイ702を介挿したものを示す。それぞれのIPTコイル602が4つのフェライトコア604を包含する。検出コイル702のそれぞれが、フェライトコア604のうちの1つの上部表面の上に（すなわち、フェライト要素の上部表面に対して平行ではあるが高められた面に）構成されており、その結果、図7の態様において見られるように、単一のフェライトコアがそれぞれの検出コイルによって囲まれるか又は包囲される。この機構により、コア604のフェライト材料は、OD磁界を増強することによって、IPT磁界の効果と同様に、検出コイル702がより高感度になることを可能にする。しかしながら、フェライトコア604がコアの位置にIPT磁界の磁束を集中するので、コア間の空間のIPT磁束は相応して密度が低い。それゆえに、いくつかのエリアは、IPT磁束が低値ではあるがゼロではないIPT磁界空704を形成し得る。同様に、フェライトコア604

の間で検出コイル 702 の感度も下がる。したがって、全体としてこれらのポイントにあるいかなる異物も同様に IPT 磁束を受けず、加熱のリスクが低減するので、IPT 磁界空 704 及びより低い感度の OD 磁界領域の位置調整は望ましいものであり得る。

【0044】

励磁コイル 202 は、同様に送信コイル 7 を介挿されてよく、励磁コイルアレイによって生成される OD 磁界の強度を高めるために、用途要件に依存してフェライト要素 604 が使用され得る。

【0045】

図 8 は、プリント回路基板 (PCB) として構築された OD コイルアレイを示す。PCB 804 のベース層 802 は、送信コイルのアレイ及びフェライト要素を有し得る。PCB 804 は、一方の側に銅トレース層 808 があって他方の側に銅トレース層 801 がある基板層 806 を含み得る。(ベース層 802 に面する) 下側トレース 808 は、励磁コイル 202 を含み得る。上部トレース 810 は検出コイル 204 を含み得る。このように、OD コイルアレイのサイズが最小化され得る。

【0046】

図 9 は、励磁コイルが(検出コイルに関して以前に論じられたやり方で)それぞれのフェライト要素 604 を囲むように構成されている、図 8 の下側トレース 808 に関する例示的な磁界分布 900 を示す。検出コイル及び/又は励磁コイルは、上記で説明されたような IPT 送信機コイルアレイのフェライト構造を使用し、磁界ラインはそれぞれのフェライト要素 604 の極 902 に集中する。この実施形態では、フェライト要素 604 (したがって PCB 804) は、これもフェライト製のベース又は基板(裏板) 904 上に設けられている。したがって、底板 904 は、コイルアレイの下のいかなる金属も加熱されたり誤って検出されたりすることのないように、IPT 及び OD のコイルのアレイの(以前に説明された次元平面に関して)下側のためのシールドとして働く。このように、OD 回路 200 は指向性がある。

【0047】

この実施形態では、フェライト要素はフェライト裏板に付けられた個別の要素でよく、又は適切な製造によって裏板と一体になってもよい。OD コイルは、あるいは、例えば IPT コイルアレイがそのような要素を使用していない、といった用途に依存して、検出の感度を高めるために個別のフェライト要素/コアを組み込んでよい。

【0048】

検出 HW 及びアルゴリズム

前述のように、送信機 2 のコントローラ 8 は、それぞれの検出コイルからの電圧で直接又は間接的に給電されて、それぞれの位置に対する振幅及び位相を経時的に抽出する。この目的のために、コントローラ 8 は励磁コイル駆動回路及び検出回路を含み得る。

【0049】

以前に論じたように、異物と例えば電力受信機といった役に立つ対象物を判別するための手段が必要である。存在する対象物の種類を判別するために使用され得る方法の 1 つには、励磁コイルと、励磁(OD)磁界に影響を及ぼしている送信パッドの上の対象物の間の結合係数を測定するものがある。本出願者は、主として金属を含む対象物は、OD 磁界に対する結合を抑制する(電圧振幅出力を低下させる)傾向があるが、比較的際立った量のフェライトを有する対象物は、結合を強化する(電圧振幅出力を大きくする)傾向があり、共振ピックアップ又は二次回路を有する電力受信機などの共振構造は、後方散乱信号における位相シフトを誘起する傾向があることに気付いた。したがって、OD 磁界の挙動におけるこれらの特性が適切に判定されれば、誘導ピックアップコイルのフェライト保護などの「役に立つ」対象物をコインなどの「異物」から区別することができる。

【0050】

図 10A は対象物を検出する例示的なアルゴリズム 1000 を示す。コントローラ 8 は、ステップ 1002 において、OD アレイのそれぞれの位置における電圧の大きさ及び位相を判定する。何らかの位置において位相が変化している場合(ステップ 1004)には

、ステップ１００６において、この位置は電力受信機が存在することを指示するように更新される。位相は変化していないが大きさが増加している場合（ステップ１００８）には、ステップ１０１０において、この位置は磁性材料が存在することを指示するように更新される。大きさが減少している場合（ステップ１０１２）には、ステップ１０１４において、この位置は金属材料が存在することを指示するように更新される。この判定はＯＤアレイにおけるそれぞれの位置について継続し（ステップ１０１６）、次いで、連続的に、周期的に、又は所定のイベント（複数可）が発生したとき繰り返される。

【００５１】

図１０Ａのアルゴリズム１０００は、相対的な大きさ及び位相変化を判定することにより、受信機及び異物が比較的簡単に検出される例を図解するものである。これらの変化は多くの様々なシナリオにあるが、変化の量は、環境ノイズ及び／又は回路の電子ノイズから区別するのが難しいことがある。変化は、受信機と異物の両方が存在するシナリオにおいても区別不能なことがある。図１０Ｂは、そのような状況において対象物の検出を更に促進するための別の例示的なアルゴリズム１０５０を示す。

【００５２】

アルゴリズム１０５０は、検出コイル７０２の一定のグループにわたる周囲の（すなわち対象物が存在しない）条件において、測定におけるある程度の変動があり得ることを認識して、標準偏差の尺度をもたらしためにこれらのグループを使用する。本出願者は、これらのグループが近隣の検出コイルを含み、一般にコイルアレイの全体的なトポロジーの代表であり、変動は製造工程及び公差によるものであることに気付いた。例えば、アレイは４つを超える縁を有する多角形を表現し得、その中に画定された４つ以下の縁を有するサブ多角形が異なる検出コイルグループをもたらし、例えばアレイが「十字形」（１２の縁の多角形）であれば、その中に４つの縁の多角形が３つ画定され得て、３つの検出コイルグループが画定され、それぞれのグループの内部のコイルが、そのグループの他のコイルと実質的に一致した特性を有し、他のグループのコイルとは異なる特性を有し得る。この、コイルのグループ化は、それらのグループ内のコイルにわたる測定において、測定の正確さにおける合理的な確実性を伴う（大きさ及び／又は位相）の差が生じることを可能にするものであり、それによって対象物の確実な検出をもたらし。

【００５３】

それゆえに、図１０Ｂでは、コントローラ８は、ステップ１０５２において、当該技術分野に精通している者によって理解されるやり方で、ＯＤアレイのそれぞれのグループの内部の電圧の大きさ及び位相によって表現される極の大きさの標準偏差を判定する。標準偏差が通常のパラメータの範囲内にあれば、コントローラ８は、前述のように、連続的に、周期的に、又は定義されたイベントにおいて、ＯＤアレイをサンプリングし続ける。しかしながら、何らかのグループの中で標準偏差が一定の閾値量（例えば既知の製造公差に基づいて前もって定義されたもの）よりも大きければ、充電表面に近接した１つ以上の対象物があると判定される（ステップ１０５４）。次いで、コントローラ８は、対象物（複数可）を有すると判定されたグループの内部のそれぞれの検出コイルについて、又はＯＤアレイのすべての検出コイルについて、式（１）のように、現在（すなわち $t(n)$ ）の極の大きさの測定値と（直）前（すなわち $t(n-1)$ ）の極の大きさ測定値の比を計算する。この比は、設定された位置における表面上での式（１）の変化を表現するものである。

【００５４】

【数１】

$$\text{Ratio}_{t(n)} = \text{Polar Magnitude}_{t(n)} / \text{Polar Magnitude}_{t(n-1)} \quad (1)$$

【００５５】

次いで、コントローラ８は、存在する対象物（複数可）のタイプを検出するために、計算された比に基づいて一連の検査を実行する。ステップ１０５６において、グループ（又は表面）の内部における比の増加の最大値が受信機の検出閾値よりも大きいかどうか判定

することによって、受信機（複数可）に関する検査が遂行され、「yes」であれば、比の増加が最大の位置が判定され（ステップ1058）、IPTアレイを使用して電力伝達を始めることができるように、判定された検出コイルにおける受信機の位置が報告される（ステップ1060）。ステップ1056の結果が「no」であれば、次いで、ステップ1062において、グループ（又は表面）の内部において最も大幅な比の減少が異物の検出閾値よりも小さいかどうか判定することによって異物（複数可）に関する検査が遂行され、「yes」であれば、最も大幅な比の減少の位置が判定され（ステップ1064）、IPTアレイを使用する電力伝達が許可されないように、判定され検出コイルにおける異物の位置が報告される（ステップ1066）。ステップ1062の結果が「no」であれば、次いで、ステップ1068において、IPTアレイを使用する電力伝達がイネーブルにされないように、未知の対象物が存在と判定する。この「未知の」対象物は、受信機の閾値と異物の閾値を適切に選択することにより、受信機と異物の組合せを表現し得る。そのような選択は、測定と、当該技術分野に精通している者によって理解されるやり方で様々なシナリオをモデル化することと、を通じてなされてよい。

【0056】

図10A及び図10Bに図解されて説明されたステップのシーケンスは単なる例示であり、シーケンスは、必要に応じて並行ステップに変更されるか又は置換され得ることが理解される。

【0057】

図11は、励磁コイル駆動回路1100の例を示す。MCU 1102は、例えば5kHz/1MHz（又は1kHz~10kHz/800kHz~1.2MHzの周波数範囲）といった所望のOD磁界周波数において、PWM信号1103並びに90°位相シフトした信号1105を供給する。どちらの信号も、PWM矩形波から高調波を除去することによって正弦波を形成するために、フィルタ1104を使用してローパスフィルタリングされてから、検出器（後に説明する）に供給される。電力増幅器1106は、過度の電力を使用することなく優れたSN比がもたらされるように、励磁コイル202への信号を十分な量だけスケールリングする。

【0058】

図12は励磁コイル駆動回路1200に関する別の例示的な回路を示す。2つの同一の信号チェーンが使用されており、1つのチェーン1202は、大きな駆動能力を備えた演算増幅器（オペアンプ）1204を使用して励磁コイル202を駆動する。他のチェーン1206はコントローラ（検出器）を駆動する。MCU 1102は、励磁チェーン1202に対して、検出器チェーン1206への駆動信号の位相を変化させることができる。このように、0°又は90°の基準が検出器に提示され得る（後に説明する）。

【0059】

あるいは、互いに対して90°位相の2つの信号を発生するために、実際の励磁出力が分相器（例えばR/C及びC/Rネットワーク）に供給され、次いで、いずれかを選択するために電子スイッチが使用される。

【0060】

図13は、検出コイルアレイを有する検出器1300の例を示す。それぞれの検出コイル204がマルチプレクサ1302に接続されている。マルチプレクサ1302は、信号1303を用いて、検出コイルのすべてを連続的に、若しくは周期的に、循環するようにプログラムされてよく、又は対象物が検出された一定の検出コイルに集中してもよい。マルチプレクサ出力は増幅器1304によって増幅され、前述の励磁信号（電圧）は、上記で説明されたように、MCU 1102のソフトウェアにより、スイッチ1305を使用して位相スイッチングされる。増幅されたマルチプレクサ出力は、ミキサ1306によって、励磁駆動回路からの2つの異なる位相スイッチングされた励磁電圧1308と混合される（掛け算される）。あるいは、混合は、DSP又はマイクロプロセッサによって行われ得る。ミキサの出力は、フィルタ1310によってローパスフィルタリングされ、ADC 1312によってデジタルサンプリングされる。フィルタ1310の応答が検出コイ

ルのスイッチングレートを判定し、したがって、整定時間は、OD磁界サンプリングの分解能についての用途要件によって選択されるべきである。

【0061】

混合及び/又は多重化の構成には、可変フィルタを必要とせずに励磁の周波数を追跡するという長所がある。更に、位相スイッチングにより、MCU 1102はデジタル信号から振幅及び位相の情報を抽出することができる。励磁コイル(複数可)からの電圧が検出コイル(複数可)からの電圧と同じ周波数であるので、2つの信号を掛け算すると、結果として、周波数が2倍の成分及びDC成分からなる1つのコンポジット信号が生じる。ローパスフィルタ1310は、より高い周波数の信号を除去する。次いで、励磁基準電圧を90°だけ位相シフトし、DCレベルの第2の読取り値を得ることにより、位相は、例えば式(2)を使用して、2つのミキサのDC出力の大きさの割り算の逆正接として計算され得る。

【0062】

【数2】

$$\tan^{-1} \frac{[0\text{度}]}{[90\text{度}]} \quad (2)$$

【0063】

図14及び図15は、検出器用の例示的な回路を示す。すべての検出器コイル204の出力は、直列に接続された1つ以上のマルチプレクサ1402、1404の入力に接続され、最終的な出力1406がオペアンプ1408によって増幅される。オペアンプ1408出力はギルバートセルミキサ1502に渡される。ギルバートセルミキサ1502に続く増幅器1504は、ADC 1312の入力範囲に適するように、ゲインとDCオフセットの両方をもたらす。

【0064】

励磁/検出コイルは、電力消費が小さいので(約10mW)、連続的なOD磁界をもたらすように連続的に駆動することができる。あるいは、OD磁界はパルス化され得て、電力消費が更に小さくなり得る。

【0065】

検出磁界がIPT磁界から結合解除されているので、検出磁界から絶対測定が行われるとき、送信機「パッド」上に異物が既に存在する場合にも、始動時にはこの異物が検出されず、単に周囲の環境の一部になる可能性がある。これを避けるために、使用に先立って送信機を較正するために、設定された位置に送信機を置き、位置及び対象物タイプが正しく判定されるまでアルゴリズム出力を調整することにより、既知の特性の物理的(例えば金属ディスク)又はデジタル(例えば較正係数)の較正トークンが使用され得る。

【0066】

あるいは、使用に先立って、始動環境における何か異常なものを判定するために、一次側コイル、励磁コイル及び検出コイルの間の相対的な位相及び振幅の測定値が、相対的な期待値に対して比較され得る。これは、環境を手動で検査するための警報を発生するため、又はアルゴリズムを調節するために、使用され得る。

【0067】

更なる代替形態では、既存のコイル又は一定の間隔における特別なコイル(複数可)を通じてシステムに既知の信号を注入することにより、較正係数が判定され得る。これは、手動の較正及び/又はシステムの外部の較正対象物(例えば較正トークン)の必要性を回避し得る。

【0068】

前述の特徴のうちのいくつかの組合せを含む更なる実施形態が、図16を参照しながら説明される。単一の送信機アレイから複数の受信機に給電すると、誘導電力受信機(inductive power receiver、PRx)の電力伝達が存在する状態における異物ワット損を検出する問題のダイナミックレンジが拡大する。これは、複数のPRxユニットをサポートすると、関連する、合計の、誘導電力送信機(inductive power transmitter、PTx)の

10

20

30

40

50

電力伝達レベルがかなり高まるためである。

【 0 0 6 9 】

(1 つの PRx を近似する空間に局所化された) 空間測定は、その電力送信機製品に対して追加の電力受信機が付加されるので、問題のダイナミックレンジを抑制するやり方をもちます。

【 0 0 7 0 】

境界領域 (受信機を置くための送信機表面) にわたって空間的に分配された検出器コイルのアレイにおけるそれぞれの検出器コイル又はセルの複素インピーダンス若しくは結合係数の測定値を評価すると、

- 対象物が境界面上に置かれたときの対象物検出 (及び置かれた場所の検出) 、
- 対象物が性質上は実質的に金属であるかどうか、
- 対象物がフェライトを包含しているかどうか、
- 対象物が $L-C$ 並列共振タンクなどの共振回路を有するかどうか、といった有用な指示をもちたすことができる。

10

【 0 0 7 1 】

ここで説明された実施形態は、独立して、又は異物検出の他の方法と併せて使用され得る。

【 0 0 7 2 】

図 16 を参照して、対象物検出システムは以下のシステムブロックを備える。

a) 印加される電流が境界エリアの面を通る磁束を生成するように、境界エリア又は表面をカバーするように置かれた、導体又は導体のアレイ (これは一次コイルから分離して結合解除されてよい) からなる FOD 励磁コイル (1605)。導体 (複数可) は、一次コイルからの (同じ導体の逆巻き部分への) 磁束鎖交が正味の誘起電圧を最小化するように、「二重の逆巻きループ」構成で置かれ得る。

20

b) 境界面にわたって空間に分配されたセルのアレイからなる FOD 検出コイルアレイ (1610)。それぞれのセルが、 FOD 励磁コイルによって発生されたいかなる磁束も、境界面の近く又は境界面上に置かれた対象物と鎖交し (すなわち通り抜け)、 FOD 検出コイルアレイの少なくとも 1 つのセルにおける導体とも鎖交するように構成された導体 (複数可) を包含する。

c) FOD 励磁コイルに連続的な励磁電流又はパルス化された励磁電流を印加する励磁コイル駆動回路 (1615) 回路。

30

d) FOD 検出コイルアレイのそれぞれのセルにおいて複素インピーダンスを測定して評価する対象物検出ユニット (1620)。典型的には、これは、それぞれのセルからの信号を、数値計算ユニットによって評価することができるよう処理する測定回路で構成されことになる。

【 0 0 7 3 】

異物 (1625) 及び有効な誘導電力受信機 (1630) も示されている。(1635 の) 励磁コイルのそれぞれのためのフェライトシールド及び (1630 の) 受信機も示されており、有利には有効な受信機 (1630) を検出するために使用される。

【 0 0 7 4 】

40

この実施形態は、それぞれのセルの出力ベクトルの大きさ又は極の大きさを、複素インピーダンスの尺度として、以下のように評価してよい。

1. 励磁コイル駆動回路を有効化することにより、励磁電流 $I_{FOD-excitation}$ を印加する。対象物検出システムが、2つの異なる対象物グループ (異物又は有効な受信機) の複素インピーダンスを、(複素インピーダンスの尺度を判定することにより) それらを識別するための十分な正確さを伴って評価することができるよう、 $I_{FOD-excitation}$ の大きさ及び周波数は (システム実装形態の属性と併せて) $foreign_FOD-Detection-Coil-N_PRx-Secondary-Coil$ の十分なレベルの磁束を生成するように構成されている。 $I_{FOD-excitation}$ の周波数は、典型的には PRx (1630) 内の L_s 、 C_s 、及び C_d によって形成された共振検出周波数 f_d に近いものであるが、正確に

50

等しいわけではない。

2. FOD検出コイルアレイにおけるそれぞれのセル(1610)に対して終端インピーダンスを与え、それぞれの $L_{\text{FOD-Detection-Coil-N}}$ において電圧信号の振幅及び位相を測定する。これは、対象物検出回路(1620)によって実施される複素インピーダンスの測定である。

3. 振幅は、同相であって(励磁コイル駆動回路出力などの)局部的基準に対して直角位相であるセル出力信号の成分を測定することによって評価され得る。ベクトル又は極の大きさは、測定された同相成分及び直角位相成分の平方の合計の平方根として評価され得る。同様に、ベクトルの位相角は、同相成分を直角位相成分で割った比の逆正接すなわちアークタンジェントを計算することによって評価され得る。しかしながら、これらの測定値を判定する他の方法が代替として使用され得る。

【0075】

検出コイルにおける複素インピーダンスの尺度を使用する対象物の存在及びタイプの検出は、以下のように遂行され得る。

1. 境界面上に対象物がないとき、それぞれのセルの出力ベクトルの大きさを評価することによって、(たとえば送信機の電源投入時の)「空ボード」の風袋値を記録する。

2. アレイにおけるセルの出力ベクトルの大きさ(すなわち複素インピーダンスの尺度)の統計的な分散(すなわち標準偏差の2乗)として、 $\text{FOD-Detection-Coils}^2$ を周期的に計算する(それぞれのセルについて風袋値を差し引いた後の正味の値を使用する)。

3. $\text{FOD-Detection-Coils}^2$ が閾値 $k_{\text{array_change}}$ 未満であれば、アイドル状態のままにしてステップ2へ戻る。閾値 $k_{\text{array_change}}$ は最終的なシステム実装形態に対する事前の実験によって確立されてよい。

4. それぞれのセルの出力ベクトルの大きさをそのセルに関する以前の測定値で割った比である $N_{\text{slope_cell_N}}$ を評価する。

5. $N_{\text{slope_cell_N}}$ が閾値 $k_{\text{slope_PRXfound_min}}$ を超えていれば、有効なPRXが見いだされた。閾値 $k_{\text{slope_PRXfound_min}}$ は、最終的なシステム実装形態に対する事前の実験によって確立されてよい。

6. $N_{\text{slope_cell_N}}$ が閾値 $k_{\text{slope_PRXfound_max}}$ 未満であれば、異物(又は異物とPRXの両方)が見いだされた。閾値 $k_{\text{slope_PRXfound_max}}$ は最終的なシステム実装形態に対する事前の実験によって確立されてよい。

7. この調査は、精度を改善するために、 $I_{\text{FOD-excitation}}$ の代替周波数において繰り返され得る。

【0076】

代替機構では、対象物検出システムの励磁コイルとして送信機の電力コイルも使用され得る。同様に、励磁コイルは、送信機の個別の電力コイルから結合解除されなくてもよい。検出コイルのアレイが採用されてきたが、あるいは単一の検出コイルが使用されてもよい。更なる代替形態として、検出コイルとして電力コイルが採用され得る。その上、複素インピーダンスの異なる尺度が使用され得る。(受信機及び異物に加えて)異なるタイプが、複素インピーダンスの尺度を使用して検出され得る。

【0077】

極の大きさが受信機検出閾値を超えて増加した(すなわち、 $N_{\text{slope_cell_N}} > k_{\text{slope_PRXfound_min}}$)と判定するのに応答して受信機タイプの対象物を検出することとしての実施形態が説明されてきたが、所定の範囲内の変化など、極の大きさととのより一般的な関係が使用され得る。同様に、対象物の異物タイプの検出は、極の大きさが異物検出閾値未満まで減少する(すなわち $N_{\text{slope_cell_N}} < k_{\text{slope_PRXfound_max}}$)のに応答することとして説明されてきたが、第2の所定の範囲内の変化など、極の大きさととのより一般的な関係が使用され得る。

【0078】

複素インピーダンスの尺度は、検出コイル(複数可)の同相の電圧成分及び直角位相の電圧成分から判定されてよい。これは、アナログ回路成分とデジタル処理の組合せ - すな

10

20

30

40

50

わち極の大きさによって判定され得る。

【 0 0 7 9 】

対象物検出アルゴリズムは、実際のコイルのパラメータにおける差及び／又は変化を明らかにする際の精度を改善するために、測定値における「大幅な」変化が検出された場合にのみ実行されてよい。これは、検出コイル（又はこれらのサブグループ）における複素インピーダンスの所定の尺度（例えば「空のボード」値）からの変化の計算された統計的な分散が、統計的な分散検出閾値を超えたとき（すなわち $FOD-Detection-Coils^2 > k_{array_change}$ ）生じるように構成されてよい。

【 0 0 8 0 】

異物の改善された検出

受信機対象物は、IPT 受信機対象物の予期された周波数範囲内の複素インピーダンスにおける予期された変化を提示し得るが、生来の共振周波数に近い周波数において複素インピーダンスが変化する他の共振デバイスがあり得る。一例としてRFID タグが挙げられる。受信機デバイスがRFID タグとともに存在する場合、主要なIPT 磁界がイネーブルになるとRFID タグが焼ける恐れがある。これは望ましくないであろう。そのような対象物は、対象物がない状態又は考えられる受信機が見いだされた状態のいずれかから区別不能なことがある。

【 0 0 8 1 】

（RFID タグなどの）異物は、Qi 受信機（又は対象物がない状態）によって生成されるものに類似でもある励磁コイルと検出コイルの間の結合の変化に影響を及ぼし得る。以前に説明された対象物検出の方法のうちの1つ以上が、これを、選択された構成（たとえば励磁周波数の選択）及び感度のレベルに依存して、検出信号の大きさ及び／又は位相の、受信機対象物と比較しての明白な変化に類似のものとして解釈する可能性がある。

【 0 0 8 2 】

以前に説明された対象物検出の方法のうちの1つ以上が、対象物の存在の有無及びタイプを更に確立するためにデジタルピングを遂行する可能性がある。しかしながら、デジタルピングをそのように実行すると、（例えばMiFare 近接キャリアアクセスカードが）例えばバス又は列車の近接チケットカード、NFC クレジットカードといった電子システムを含む一定の異物に対して復元不能な損害をもたらすことが懸念される。加えて、（例えばRFID といった電子システムを包含して）そのような高感度な異物が、無線充電可能な携帯電話と同時に置かれる状況では、対象物検出システムは、承認済みの無線充電可能な携帯電話があるために、この異物をうまく検出できない可能性がある。そのようなカードが、無線充電可能な携帯電話の近くに（又は例えば保護スリーブ若しくは財布の中といった同じ場所に）しばしばあるとすれば、これは最適に及ばないであろう。

【 0 0 8 3 】

本発明者は、システムが、充電区域の内部に（例えば、近くに有効な電力受信機もあるのに、可能な受信機又は非対象物として検出されかねないRFID タグといった）対象物の周波数依存の特性（例えば共振）を検出することによって、瞬間的にさえ電力伝達を試行するのを防止するのが有益であり得ると判断した。

【 0 0 8 4 】

例えば、RFID タグは、特定の動作周波数において共振し、システムがこの特定の周波数において走査すると、検出器コイルに対する励磁の結合の大幅な変化を提示するはずであることが知られている。

【 0 0 8 5 】

他の共振デバイスを検出するために、技術の1つには、様々な承認されていないデバイスに関して予期される周波数において応答を判定するものがある。この状況では、承認されていないデバイスとは、送信機とともに使用することが承認されているIPT 受信機デバイスとは別のあらゆるものを意味する。承認されているデバイスは、Qi ver 1.1 以上に準拠のIPT 受信機を含み得る。承認されていないデバイスは、他の共振デバイス又は非共振デバイスを含み得る。例えばRFID タグは、例えば以下の周波数帯で共

10

20

30

40

50

振することが知られている。

- 1 2 0 ~ 1 5 0 k H z (L F)
- 1 3 . 5 6 M H z (H F) の I S M 周波数帯
- 4 3 3 M H z (U H F)
- 8 6 5 ~ 8 6 8 M H z (欧州)
- 8 6 0 ~ 9 6 0 M H z
- 9 0 2 ~ 9 2 8 M H z (北米) の U H F の I S M 周波数帯
- 2 . 4 G H z (マイクロ波) の I S M 周波数帯
- 5 7 2 5 ~ 5 8 7 5 M H z (マイクロ波) の I S M 周波数帯
- 2 4 . 1 2 5 、 6 1 . 2 5 、 1 2 2 . 5 、 2 4 5 G H z の I S M 周波数帯

10

【 0 0 8 6 】

これらの R F I D 周波数のうちのいずれかの周波数又はそれに隣接した周波数で、閾値よりも大きいインピーダンス又は閾値よりも小さいインピーダンスが判定されると、システムは、承認されていない共振デバイスが存在すると判定して I P T をディスエーブルにすることになる。用途に依存して、他の承認されていないデバイスが含まれている可能性がある。例えば、図 1 7 では、このシステムは約 1 3 . 5 6 M H z において閾値 1 7 0 2 よりも大きいインピーダンス又は閾値 1 7 0 2 よりも小さいインピーダンスを検査することになる。承認されていないデバイスの周波数が承認された I P T デバイスの共振周波数に近い場合には、非常に精細に同調された励磁及び検出のシステムが必要とされるはずである。

20

【 0 0 8 7 】

あるいは、システムは、何らかの異常な応答を探して、承認された受信機デバイスに関する予期された周波数とは別の範囲の周波数ホッピング又は周波数走査をすることができる。例えば、承認された I P T デバイスは、（用途の要件に従って選択され得る）以下の周波数の範囲内で共振すると期待され得る。

- 7 0 ~ 1 5 0 k H z : 例えば 1 0 0 k H z 又は 1 2 0 k H z
- 9 0 0 k H z ~ 1 . 1 M H z : (例えば Q i 1 . 1 の規格に従って) 例えば 1 M H z

【 0 0 8 8 】

それらの周波数から離れた何らかの周波数で、閾値よりも大きいインピーダンス又は閾値よりも小さいインピーダンスが判定されると、システムは、承認されていない共振デバイスが存在すると判定して I P T をディスエーブルにすることになる。例えば、図 1 7 において、システムは、1 2 0 k H z 及び 1 M H z とは別の周波数において、閾値 1 7 0 4 、 1 7 0 6 よりも小さいインピーダンス又は閾値 1 7 0 4 、 1 7 0 6 よりも大きいインピーダンスを検査することになる。

30

【 0 0 8 9 】

これは、O D システム 2 0 0 の（スペクトルの）周波数インピーダンス応答を測定し、このスペクトル応答が既知の望ましい範囲に含まれることを検査して、問題の異物（例えば R F I D タグ）が存在してはならないようにすることによって実施され得る。一例としては、受信機が存在を認める 7 0 ~ 1 5 0 k H z の範囲の、幅の広いピークに関する（比較的）広い許容エリアがあったとしても、1 2 0 ~ 1 4 0 k H z の狭いスパイクが見いだされた場合には、L F の R F I D タグが存在すると見なされ得る。共振応答の幅は、対象物が承認されているか否かを判定するために使用され得る。これは応答の「Q」又は帯域幅に相当する。

40

【 0 0 9 0 】

R F I D タグ及び他の認証されていないデバイスからのこれらの予期される反射インピーダンス応答又は所定の反射インピーダンス応答は、認証されていないデバイスに関連付けられた所定の反射インピーダンス署名と考えられ得る。これらの署名は、特定の周波数及び送信される電力レベルに関連付けられ得、認証されていないデバイスの存在を検出するために対象物検出システムによって記憶され得る。この対象物検出システムは、それに加えて、又はその代わりに、認証されたデバイスに関連付けられた所定の反射インピーダ

50

ンス署名を記憶してよく、その結果、反射インピーダンス署名が、認証されたデバイスに関連付けられていないと判定されたとき、認証されていないデバイスが検出され得る。様々な反射インピーダンス署名の例を、以下でより詳細に説明する。

【 0 0 9 1 】

更なる代替形態では、システムは、RFIDチップが一旦始動すると、それに関連付けられたインピーダンスにおける２段階の変化を検出してよい。これは、承認されたIPTデバイスのものに近い共振周波数を有する承認されていないデバイスを区別するのを支援することができる。図１７に示されるように、RFIDチップは、当初は第１の電力レベルで走査されたとき、当初は約 13.56 MHz において大きなQの共振 1708 を表はす。異なる磁界強度レベル又は励磁の期間において、RFIDチップは、始動する場合 / 始動しない場合において、かなり異なる量の電力を引き込み得る（すなわち、かなり異なる量のインピーダンスを表し得る）。次いで、RFIDタグがオンになって、より小さいQの共振 1710 を表すことになる。この特徴的な２段階のインピーダンス変化又は「圧縮効果」が検出され得て、IPTをディスエーブルにすることができる。この変化は、（増加する）入力刺激に対して変化する、観測された出力応答の比例性の低下としても説明され得る。これは、分圧器回路網を形成する、入力刺激における直列インピーダンスを用いて実施することができ、そのゲインは、フィルタキャパシタンスが充電されるときインピーダンスにおけるこの変化とともに変化する。次いで、このゲインが、そのような認証されていないデバイスが存在するかどうか評価するために閾値と比較され得る比例する振幅電圧信号を生成するために採用され得る。

【 0 0 9 2 】

所与の電力レベル及び所定のRFIDタグに関して、チップが始動する前の期間を予期することができる。言い換えれば、第１のインピーダンスからなる「署名」が使用され得、次いで所定時間の後に、より確信してRFIDタグを検出するために、RFIDタグの共振周波数における第２のインピーダンスが使用され得る。この方法は、互いに類似した共振周波数を有するRFIDタグと認証された受信機（Qi受信機など）を区別するのにも有効であり得る。

【 0 0 9 3 】

２段階のインピーダンス変化の方法は、予期された共振周波数におけるインピーダンス変化を判定する方法とともに使用され得る。あるいは、２段階のインピーダンス変化の方法は、以下の一実施形態で論じられるように、RFIDタグ又は認証された受信機の共振周波数によらずに使用され得る。

【 0 0 9 4 】

更なる代替形態では、RFIDチップなどの異物の共振周波数におけるものであってもなくてもよい励磁磁界を印加することによって、特有の半導体接合の閾値電圧（例えば１つのシリコンダイオードにつき 0.7 V）が一旦超えられると、システムは、整流器ダイオード又は他の半導体デバイスのバイアスに関連付けられた、インピーダンスにおける２段階の変化を検出し得る。

【 0 0 9 5 】

例えば、システムは、例えば 900 MHz のRFIDタグとQi受信機の 1 MHz \pm 10 % の二重共振回路を区別するために、所定の周波数における大きさ又は時間応答の非線形の変化又は段階的な変化を調査してよい。RFIDタグは、励磁のレベルに著しく依存して変化する応答を提示し得、それは、小さい励磁レベルでは狭い応答（高いQ）であり得、次いで、励磁レベルが増加されたとき、それに応答して、より多くの電力を引き込み始めるようにRFIDアクティブ回路を刺激するように（それを分流する小さな等価インピーダンスを有する並列共振タンクのために、広い帯域幅で小さなQへと）徐々に変化し得る。

【 0 0 9 6 】

加えて、RFIDアクティブ回路は、当初は（ $t = 0$ ミリ秒）軽い負荷（高インピーダンス）であるが、内部の蓄積キャパシタンスを充電するのに十分な時間（例えば $t = 10$

10

20

30

40

50

ミリ秒)が経過すると大きい負荷(低インピーダンス)になり、共振受信機回路における共振を構築するか、又は接続された回路(例えばRFIDチップ)の半導体接合にバイアスをかける。

【0097】

インピーダンスの変化は、RFID周波数におけるインピーダンスの大きさから、RFID周波数に密接した周波数におけるインピーダンス大きさまで、測定することによって検出され得る。RFIDタグに関して、これは、当初は高いQの共振1708であるときには顕著な差を有するはずである。後に、1710で、RFID周波数におけるインピーダンスの大きさと、RFID周波数に密接した周波数におけるインピーダンスの大きさの間の差が低減したことが測定されると、NFCのPICCカード/タグ対象物の存在を確認するのに使用され得る。

10

【0098】

RFIDタグに関連付けられた署名は、有効電力署名を使用しても検出され得る。例えば図18Aに示されるように、電力は、コンデンサが充電されている間、当初は1802で、比較的大きいものであり得る。一旦充電されると、状態機械の稼動電力が最小になるので、電力は1804でかなり減少する。他方では、図18Bにおいて、Qi受信機は初期の電力レベル1806を有し、ハンドシェークの後に1808に増加するのみである。Qi受信機内のマイクロプロセッサは、RFIDタグの状態機械よりもはるかに大きな電力を使用する。

【0099】

20

図19(a)は、RFID署名の方法1900に関する流れ図を示す。1902で、送信機は、IPT磁界における対象物に関する第1のインピーダンス又は電力レベルを検出する。1904で、送信機は、IPT磁界における対象物に関する第2のインピーダンス又は電力レベルを検出する。次いで、1906で、送信機は、認証されていない対象物(例えばRFID/NFCデバイス)及び/又は認証されたIPT受信機に関する既知の署名のライブラリに対して第1及び第2の測定値を照合する。認証されていない対象物が検出されると、1908で、IPTはディスエーブルにされる。

【0100】

認証されていないデバイスからの通信アクティビティに対して反射インピーダンス署名が関連付けられてよい。例えば、いくつかのRFIDタグは後方散乱通信を使用し、いくつかは送信(アクティブタグ、典型的にはLFの120kHz又は433、848MHzのもの)を発生する。ODシステム200は、有効になったときのRFIDチップによって発生されている後方散乱通信を「読み取る」ことができる。ODシステム200は、この応答を起動するのにRFIDチップを採用する必要はなく、RFIDタグを立ち上げるはずの適切な信号を送って、RFIDタグによる有効なハンドシェーク返信の構成要素となる既知のサブキャリア変調を監視することができる。初期信号は、RFIDリーダ用の標準的なキャリア周波数(例えばISO/IEC 14443-2で定義されているような13.56MHz)よりもはるかに低いQiの1MHzのデジタルピング周波数などの周波数であり得る。ODシステム200は、必ずしもRFID方式(例えばNFC)によって規定された周波数においてではなく、RFID対象物が待つように設計されているコマンドシーケンスを送信する(例えばISO/IEC 14443-3によって規定されているように「REQA」、「WUPA」、「REQB」、「WUPB」を順次送る)ポーリング処理を行なってよく、その結果、前述の変調クロック又はサブキャリアがRFIDチップによって発生される。ODシステム200は、例えばRFIDタグとRFIDリーダの間で生じるはずの通常のハンドシェークメッセージの最初の部分又は切り詰めた部分といった、RFIDタグからの所定の通信シーケンスを検出するように構成されてよい。RFIDリーダの完全なメッセージの解読能力のうちのいかなるものも実施する必要はなく、サブキャリア変調応答を検出するだけでよい。例えば、ODシステム200は、様々なRFIDシステムにおいて規定されている検出可能なサブキャリア振幅変調(例としては、タイプA(オン/オフキーイング(On-Off Keying、OOK)、ミラーコーディ

30

40

50

ング)、タイプB(10%ASK、マンチェスターコーディング)、タイプF(JIS X 6319-4による10%ASK、マンチェスターコーディング)、又はタイプV(BPSK、NRZ-L)を使用する、 f_c がポーリング要求を送る周波数とは無関係な13.56MHzの $f_c/128$ 、 $f_c/64$ 、 $f_c/32$ 、 $f_c/16$ が挙げられ、タイプA、BについてはISO/IEC 14443-2によって規定されており、タイプFについてはJIS X 6319-4によって規定されており、タイプVについてはISO/IEC 15693によって規定されている)を探してよい。

【0101】

送信機が、より低い周波数でポーリングコマンドを送る場合には、コマンドを認識するには、標準的なNFC又はRFIDのタグ向けの確実な適応が必要となり得る。ポーリングコマンドは、それぞれのタイプの受信機向けのそれぞれのコマンドを経て循環する。受信機は、それ自体のタイプに関するコマンドを検出したとき応答する。

10

【0102】

あるタイプのRFIDタグは、それほど正確でない局部発振器(例えばカード/タグにおけるオンチップのR-C発振器)を訓練するか又は同期させることにより、入来キャリア周波数に対して、局部的(すなわち、カード/タグPICC対象物に内蔵の)精密時間ベース(すなわち水晶振動子又はシリコンMEMS発振器などの時間基準)を使用せずに、ポーリングコマンドの変調パターンを検出する。そのような訓練された局部発振器は、次いで、有効なポーリングコマンドを検出するために、第1の状態(例えばの0%ASKの未変調のレベル)としてキャリアが存在するか又はその最大の振幅であることが認められる期間を、第2の状態(例えば-10%ASK又は-100%ASKの変調レベル、すなわちオフ)としてキャリアが存在しないか又はその最小の振幅であることが認められる期間と比較して測定することにより、2つの変調状態を検出するのに使用され得る。したがって、使用されているキャリア周波数が標準値よりも低い場合には、標準的なキャリア周波数よりも低い周波数を使用しているそれぞれのビットのサイクル数又は期間が、標準的なキャリア周波数において定義されるようなキャリアの同一のサイクル数と一致するように、ポーリングコマンドにおけるそれぞれの変調ビットの期間を増加する必要がある。これが使用されるのは、サイクルカウンティング(又は、同様な意味合いで、時間基準として使用するためにキャリアからクロック信号を抽出すること)が、予期された信号を検出してそれらに応答するのに、PICCカード/タグ上に、補助の、又は独立した、精密な時間基準を必要としない単純な機構であるためである。しかしながら、キャリアからクロック信号を抽出することにより、PICCカード/タグは、周波数を13.56MHzの標準値に設定されたキャリアの実装形態に完全に頼ってしまい、それからのいかなる乖離も認識しないことになる。したがって、上記の手法は、RFID対象物を、承認(ATQ-A/A/TQ-B(ATQ-Cなど))を伴って応答させるように刺激するのに、なお効果があるはずである。

20

30

【0103】

例えば、ポーリングコマンドが表1に示されるような一連のビットを含んでいる場合には、

【0104】

40

【表1】

ビット数	3	3	5	2	1	7	1
状態	オン	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン

【0105】

同一のサイクル数/ビットを得るための変調期間は、表2に示されるように、13MHzに関するものの10倍になる。

【0106】

【表 2】

状態	オン	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン
周期	30T	30T	50T	20T	10T	70T	10T
13MHz	21 μ s	21 μ s	35 μ s	14 μ s	7 μ s	49 μ s	7 μ s
1.3MHz	210 μ s	210 μ s	350 μ s	140 μ s	70 μ s	490 μ s	70 μ s

【0107】

10

図19(b)は、13.56MHzのポーリングコマンド1910を1.3MHzのポーリングコマンド1912と比較して示す。これは、RFID対象物の応答を起動するために同一のサイクル数が存在することを保証するものである。

【0108】

PICC(NFCカード/タグ)からの応答を刺激するためのRFIDポーリング要求は、以前に説明されたように、IPT送信コイル7によって発生され得る。これに対する利点は、個別のRFID/NFCリーダアンテナ及び回路が不要なことである。典型的には、ほとんどのIPT送信機が、受信機と通信するためにASK後方散乱通信モジュールを含むことになる。これは、典型的には、変流器及び2kHz(受信機がIPT磁界を変調する周波数)のバンドパスフィルタを含み、又は同等の電圧モード検出が使用され得る。この場合、送信機2は、図20に示されるような通信モジュール2000を含む。変調器2002は、コイル7の電圧にポーリングコマンド2004を導入する。ポーリングコマンドは範囲内の何らかのNFC又はRFIDのタグによって受信され、タグは、一旦エネルギーを与えられると、サブキャリア周波数においてIPT信号を振幅変調する。これは、1つ以上のバンドパスフィルタを有する変流器で(又は電圧測定によって)検出される。フィルタ2008は、RFID/NFCタグ2010(又は予期されたRFID/NFCの応答周波数のあたりの範囲のバンドパスフィルタ)からの応答に対して、その承認応答を変調するのに使用される、予期されたPICC(カード/タグ)のサブキャリア周波数(すなわち212、424又は848kHz)のあたりに中心周波数がある。有効な応答が受信されると、IPTはディスエーブルにされる。バンドパスフィルタは、典型的なRFID/NFCの応答を包含するのに適切な、例えば106~318、424~480、及び847~848kHzといった帯域幅を有し得る。

20

30

【0109】

キャリア周波数が13.56MHz未満であると、承認(ATQ-A/ATQ-B、ATQ-Cなど)変調の周波数も比例して低下してよい。その場合、バンドパスフィルタは、予期される低下した周波数のRFID/NFC応答に適切な帯域幅を有してよい。例えば、13.56MHzのキャリアに対する848kHzのサブキャリア変調仕様によって8つのキャリアサイクルが示唆される場合には、同様な意味合いで、1.356MHzのキャリアを使用することによって、刺激されたカード/タグPICCの応答は84.8kHzのサブキャリアになるはずである。それゆえに、変調検出フィルタは、この予期された周波数範囲(この例では84.8kHz)を中心とするか又は含むべきである。

40

【0110】

そのような復調器の実装形態の論理回路部分に必要とされる帯域幅を縮小するために、信号を直流に変換するための整流器及びコンデンサのフィルタとともに、並列の(ノッチ周波数において高インピーダンスの)、又は直列の(ノッチ周波数において低インピーダンスの)共振タンクを含む、簡単な大きさ検出器が採用され得て、比較的小さい帯域幅のADCを使用する低コストのマイクロコントローラで、サブキャリアの大きさを検出し、したがってその存在を検出することが可能になる。

【0111】

一旦サブキャリアが検出されると、電力送信機はアイドル状態又はスリープ状態に戻る

50

ことになる。それに続く、対象物又は対象物の位置の変化の検出は、上記のサブキャリアの探索を繰り返すことによる、NFC対象物の存在に対する新規の探索になる。

【0112】

図21は、RFIDサブキャリア変調技術に関する流れ図2100を示す。2102で、送信機は、(個別のRFID/NFCリーダモジュールとは対照的に)IPTコイル又はODコイルを使用してポーリングコマンドを送る。コイルは第1の周波数に同調され、所定のNFC/RFID対象物のポーリングコマンドをエミュレートするために第2のより高い周波数で変調される。2104で、範囲内の何らかのRFID/NFCタグがコマンドを受信して応答を送る。2106で、送信機は、NFC/RFID対象物の所定の応答に対応する第3の周波数において何らかの有効なRFID/NFC応答を検出する。第3の周波数において有効な応答が受信されると、これはNFC/RFID対象物の存在を示し、2108でIPTをディスエーブルにする。

10

【0113】

あるいは、ポーリングコマンド2200は、図22に示されるようなインバータ2201によって、例えば13.56MHzといった予期されたFc周波数で送られてよい。この場合、2202では、IPTコイル7又はODコイル202は、かなり低い周波数において同調されることになる。RFID/NFCタグ2202は848kHzにおいて返信し、これが、1つ以上のバンドパスフィルタを有する変流器2206によって検出される。第1のフィルタ2210は、RFID/NFCタグ2204からの応答を得るために、約848kHzに中心周波数がある。

20

【0114】

一部の場合には、送信機の送信回路は同調用可変コンデンサによって100kHzに同調されるのではなく、コイルのインダクタンス及びインバータの駆動電圧を選択することによってこの周波数に適合するか又は最適化されることになる。例えば、電力伝達回路は、コイルに10回の巻線を使用すると10マイクロヘンリーのインダクタンスを有し得る。100kHzにおいて、これは、ほぼ6のリアクタンスをもたらすが、このコイルを13MHzで駆動するとほぼ800のリアクタンスをもたらす、類似の大きさの電流を駆動するのに、はるかに高い電圧を必要とする。それゆえに、インバータが適切な動作パラメータ(例えば5V)を用いてより高い周波数で駆動することができるよう、NFCリーダのコイルは、より少ない巻数でより大きなサイズの、はるかに低いインダクタンスを有することになる。何らかの隣接した認証されていないデバイスからの応答を刺激するために、はるかに高い周波数の110kHzに最適化されたIPT回路を駆動するなら、結果として生じる磁界を検出するための十分な電流をRFIDカードに与えるために、インバータを、例えば20Vといった高い電圧で駆動する必要がある。

30

【0115】

認証された受信機が検出された場合、インバータ2201はコイル7へ通常のIPT信号を送る。インバータ2201は、受信機3と通信するために、IPT電圧も1MHzで変調してよい。第2のフィルタ2208は、IPT受信機3からの標準的なASK後方散乱通信の応答のために、約2kHzに中心周波数がある。

【0116】

40

電力送信コイルは、ほぼ12uHのインダクタンスであって、ほぼ100kHzに同調され得る。ほとんどのRFIDの実装形態は、13.56MHzに同調されるために1~4uH以下を使用する。したがって、ポーリング要求は多目的コイルから送られる。つまり、例えばIPT電力伝達のコイル又は例えば対象物検出コイル202といった、第1の目的を有するコイルである。第2の目的は、近くのNFC/RFIDタグなどの、何らかの認証されていない対象物に、ポーリング要求を送ることである。対比として、個別のNFC/RFIDタグリーダモジュールを組み込むことは、1つの目的のみを有するリーダコイルを含むことになる。

【0117】

あるいは、他のタイプの認証されていない対象物用の他の通信プロトコル、及び/又は

50

更なるタイプの認証されていない対象物用の署名が含まれてよい。

【0118】

例えば、NFC-F（日本で鉄道輸送に使用されているソニーのFelicaカード）プロトコルは、サブキャリアを発生するようには見えないが、212 kbit/秒の正味のシンボルレートでPCDのキャリアを直接変調する。この種のカードに対応する検出器はほぼ212 kHzになるはずであるが、メッセージコンテンツは、この212 kHzの「メジアン」シンボルレートのまわりに周波数コンテンツ（すなわち側波帯）をかなり広げるはずである。文献は、マンチェスターコーディングのパワースペクトル密度（power spectral density、psd）がビットレートの0～150%であることを示唆しており、そのため、恐らく $212 \times 1.5 = 318 \text{ kHz}$ の検出帯域幅を規定する。大多数の信号電力はビットレートの50%～100%にあるはずであり、そのため、恐らく $212 \times 0.5 = 106 \text{ kHz}$ から212 kHzまでであろう。

10

【0119】

ODシステム200は、存在する可能性があるいかなるRFIDタグの破壊も回避するために、認証されたデバイスと相互作用するために通常採用される電力レベルよりも低い電力レベルを使用して、認証されていないデバイス及び/又は認証されたデバイスに関連付けられた反射インピーダンス署名の検出を実施してよい。そこで、ODシステムによるそのようなデバイスの検出は、誘導電力送信機による電力伝達をディスエーブルにすることになる。上記の実施形態を使用して実施される初期の異物検出段階は、デジタルピング段階に先立って、認証されたデバイスを検出するためにデジタルピング段階で使用される電力レベルよりも低い電力レベルを使用して実行され得る。例えば、ポーリングコマンドは、デジタルピングの電力の50%又は20%で送られてよい。

20

【0120】

認証されたQi受信機を包含する製品がカード/タグ（PICC）エミュレーションモードにおけるNFCの機能も包含している場合に生じる「誤判定」を防止するために、受信機は、例えば、既知の、又は送信機によって充電するのに可能性のある受信機を検出するために使用すると申告された、1 MHzの信号又は他のインパルス刺激（例えば175 kHzのバースト）といったQiピングを検出したとき、最初に、そのNFCのPICCエミュレーション機能をディスエーブルにすることができる。受信機は、NFCエミュレーション機能も有する場合は常に、電力伝達回路の整流電圧（Vr）においてインパルスが検出された場合には、送信機がRFID対象物を探索するとき、誤判定をしないために、一時的に（例えば5秒間）その機能を無効にするべきである。

30

【0121】

RFIDピング中又は検出検索中に、より確実にそのような誤判定を解消するために、Qi送信機は、認証されたQi受信機に対して、同受信機がQi送信機によってまさに調査されようとしていることを通知する、1 MHz、175 kHz、又は110 kHzにおけるトーンバーストなどの取り決められた信号を発するべきである。

【0122】

他の共振デバイスを検出するこの方法は、以前に言及された対象物検出用の手法のうちの任意のものと組み合わせられてよい。

40

【0123】

送信機によって採用された方法が図23に示されている。2302で、送信機は、有効な受信機、RFIDを含む異物などの、新しく置かれた対象物を監視するためにアナログピングを使用する。アナログピング用に様々な方法が採用され、これはQi仕様によって定義されない。例えば、これはIPT送信機コイルに対する短い刺激によって実施されて、何らかの反射インピーダンスを探してよい。あるいは個別の対象物検出コイルが使用されてもよい。

【0124】

2302で、アナログピングには、受信機に対して違った行動をとるように信号伝達するために使用され得る所定の信号であるRFIDピングが補われてよい。これは、アナロ

50

グピングを検出するために受信機に頼るよりも、頑健であり得る。RFIDピングはアナログピングとは別のステップであり得、又は、RFIDピングがアナログピングを置換して、何らかの対象物の検出用並びに受信機に対する信号伝達用に使用されることになる。

【0125】

RFIDピングは、好ましくは、より高度な目的で、これが任意のQi受信機への電力ゲインを離調して、より安定した励磁レベルを誘起するので、標準的な電力伝達の周波数範囲における短い低電力トーンバーストによって実施され得る。したがって、デジタルピングに使用されるのと同じの175kHzの信号が使用され得るが、欧州のスペクトル規定のために、より優れた周波数は約145kHzにあり得る。RFIDピングは、エネルギーが例えば12アンペア回数と同等の磁界レベル制限されており、また、デジタルピングを受信するときに使用される最低限の許容できる不成功のQiピング位相時間 $t_{ping} + t_{expire} = 65 + 90 = 155$ ミリ秒未満の期間であるため、デジタルピングから区別される。これは、RFIDピングによってQi受信機がピング段階から先へ進んで電力伝達が開始してしまうのを防止することを保証する。

【0126】

次いで、送信機は、特定のRFID検出方法2304及び/又はより一般的なFOD方法を遂行してよい。ここで、Qi受信機におけるいかなるNFCカード/タグエミュレーション機能もディスエーブルにされたことが分かっており、組み込まれたNFCエミュレーション機能がNFCのREQA信号などに応答しないので、ここでのRFID探索は「誤判定」の結果をもたらさないはずである。

【0127】

送信機は、FOD/RFIDが見いだされていないと想定して、次いで、デジタルピングから始まるQi開始プロトコル2306へ進み、これは、典型的には175kHzにおける連続トーンであって、典型的にはRFIDピングよりも電力が大きいはずであり、バッテリーを内蔵していない受信機の給電を可能にする。次いで、受信機から送信機への通信が、通常のやり方でトーンの負荷変調を使用して確立される。

【0128】

受信機によって採用された方法2400が図24に示されている。受信機が、NFCエミュレーション機能（例えばロイヤルティーカードなどをエミュレートするもの）を有するスマートフォン又は類似のものであって、この機能がオンであると、この方法は特定のRFID検出方法を混同して電話への電力伝達を防止することがある。送信機上に置かれたすべての他の対象物は、このプロトコルの影響を受けないはずである。

【0129】

2402で、受信機は、RFIDピング（前述のようにアナログピングであり得る）用のコイルを監視する。RFIDピングは、基本的に、受信機に信号伝達して、そのNFCエミュレーション機能をオフにする。送信機がRFIDピングを使用せずインパルスなどの既存のアナログピングを使用している場合には、受信機は、これを検出して、送信機がそのエミュレーション機能のオフ状態を信号伝達していると宣言することがなお可能であり得る。

【0130】

次いで、2404で、受信機は（ONであれば）所定時間にわたってそのNFCエミュレーション機能をオフにする。所定時間は、送信機がRFID検出方法を実行することを可能にするのに十分なものである。0.5秒は、Qi送信機にとって、受信機が置かれたとき電力伝達を開始するのに最低限必要な始動時間であり、そのため適切な期間と言える。0.5秒以内に電力伝達が始まっていなければ、受信機はたいがい少しも給電されないであろう（例えばFOD阻止）。

【0131】

次いで、2406で、期間の最後において、Rxは、Txからデジタルピングを受信するのに応答して指定されたQi開始プロトコルに従う。

【0132】

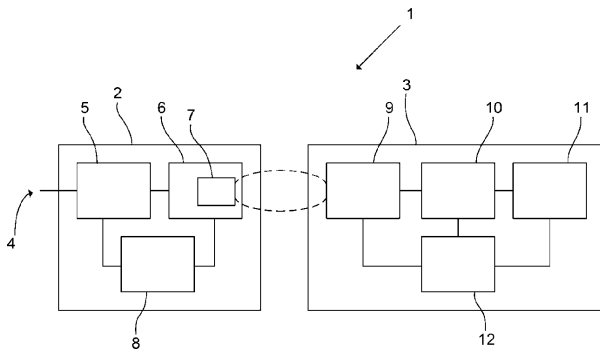
対象物検出システムが送信機の電力コイルから分離した励磁コイル及び受信機コイルを使用する実施形態が説明されてきたが、代替機構では、対象物検出システムは、1つ以上の送信機の電力コイル、又は電力送信機コイル、励磁コイル及び受信機コイルの組合せを使用してよい。

【0133】

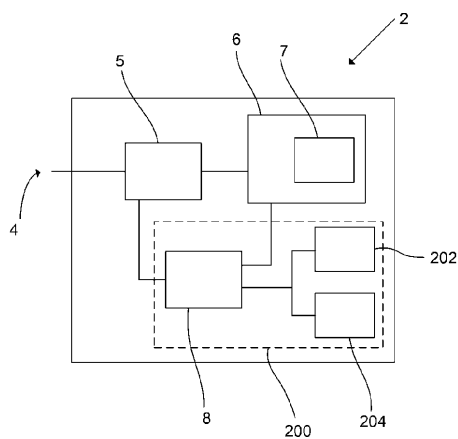
本発明が、その実施形態を説明することによって例証され、実施形態が詳細に説明されてきたが、本出願者は、添付の特許請求の範囲をそのような細部に制限すること、又は多少なりとも限定することを意図するものではない。当該技術分野に精通している者には、更なる利点及び修正形態が容易に出現するであろう。したがって、より広範な態様における本発明は、具体的な詳細、代表的な装置及び方法、並びに示されかつ説明された実例となる例に限定されない。それゆえに、本出願者の一般的な発明概念の精神又は範囲から逸脱することなく、そのような詳細からの離脱がなされ得る。

10

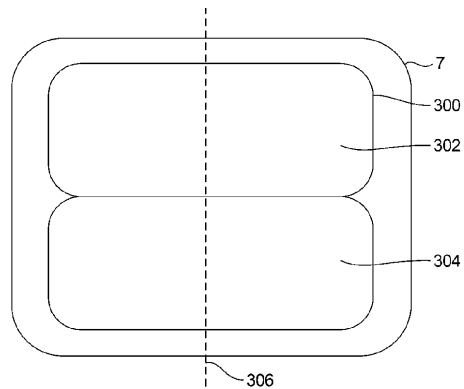
【図1】



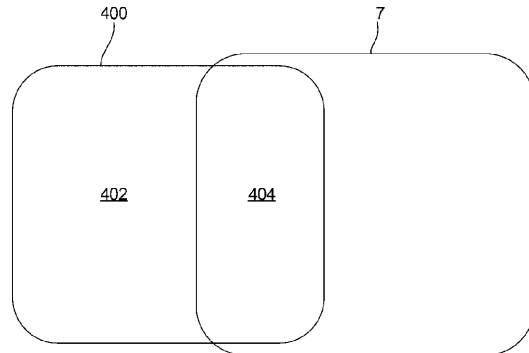
【図2】



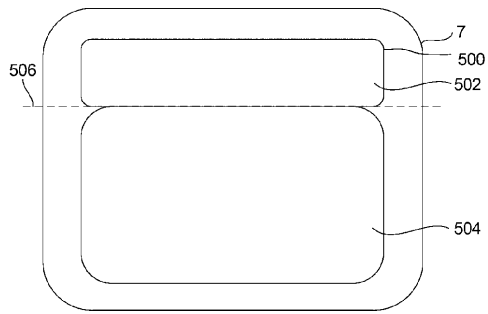
【図3】



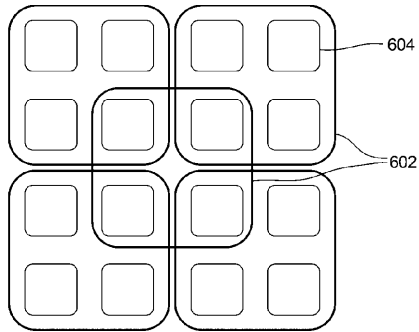
【図4】



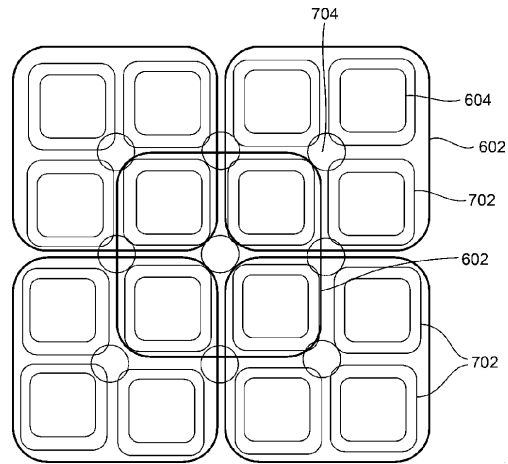
【図 5】



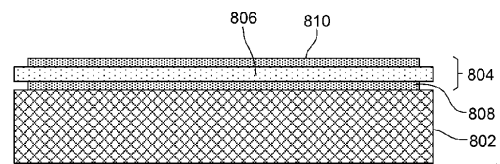
【図 6】



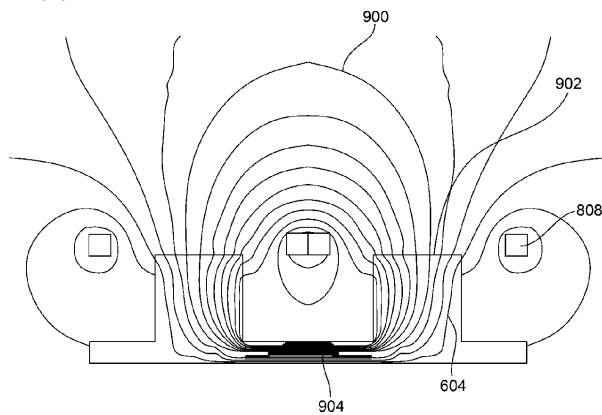
【図 7】



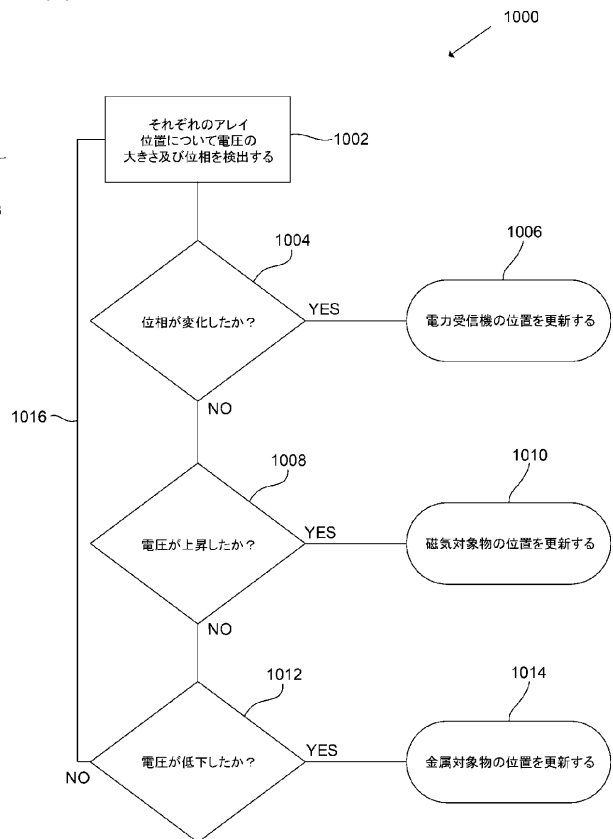
【図 8】



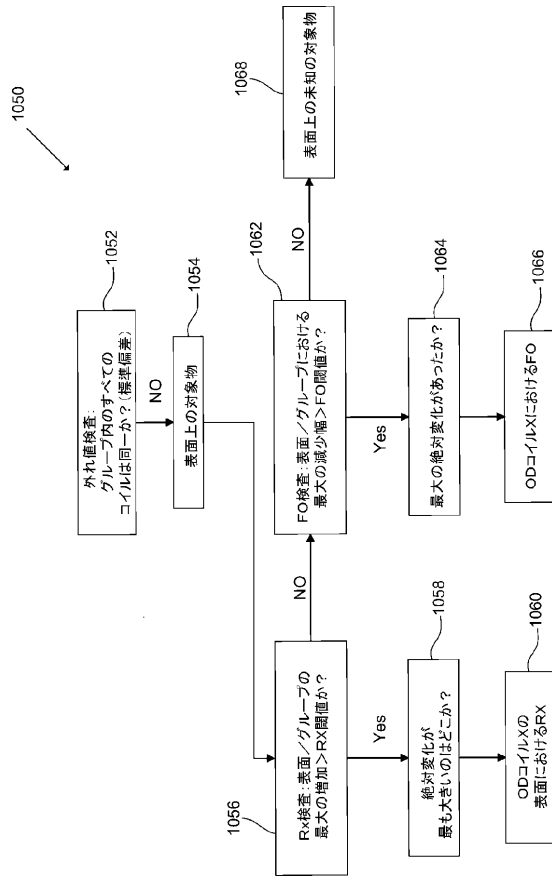
【図 9】



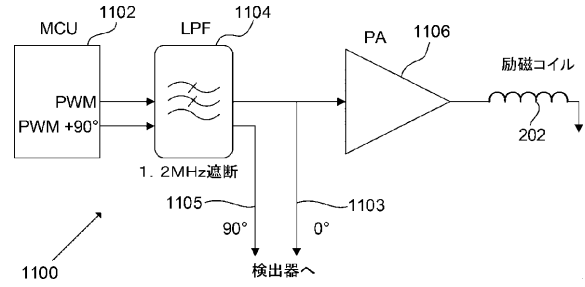
【図 10 A】



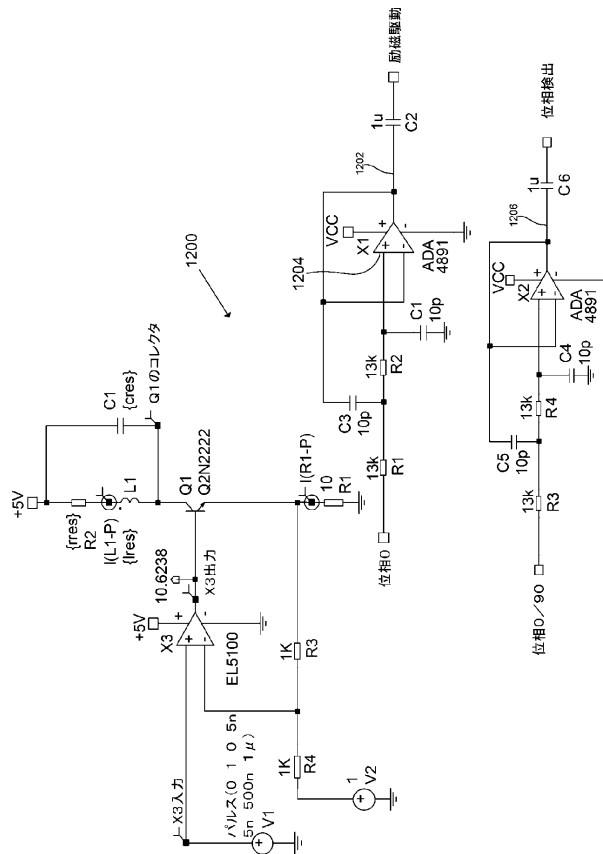
【図10B】



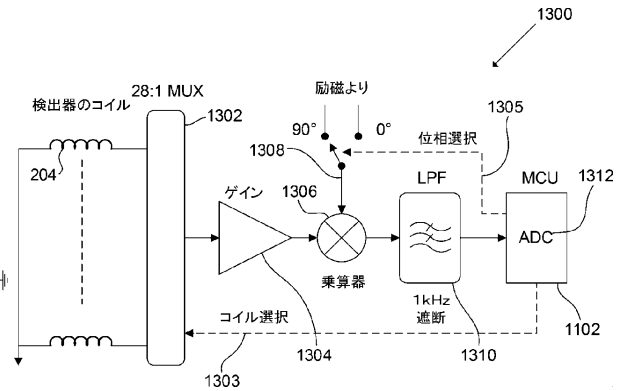
【図11】



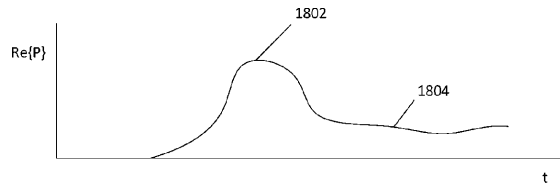
【図12】



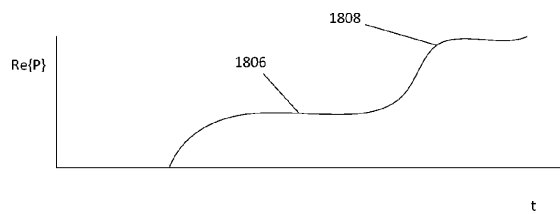
【図13】



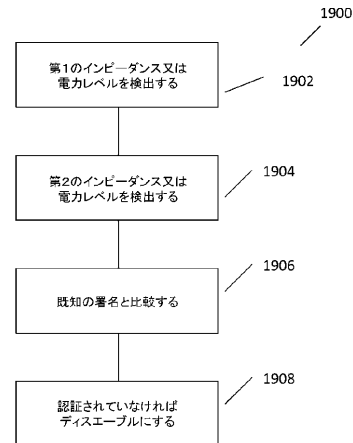
【図18A】



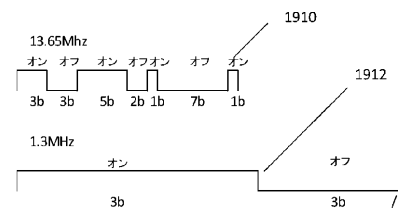
【図18B】



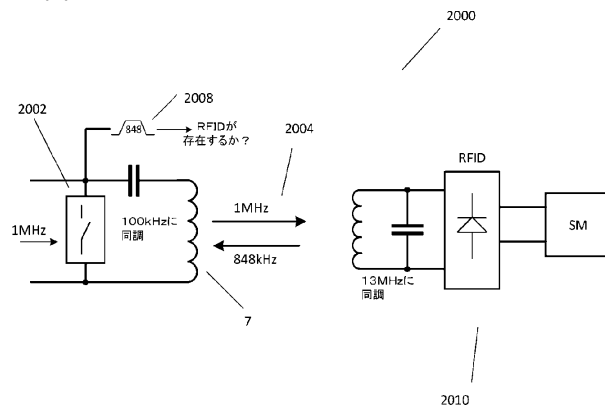
【図19a】



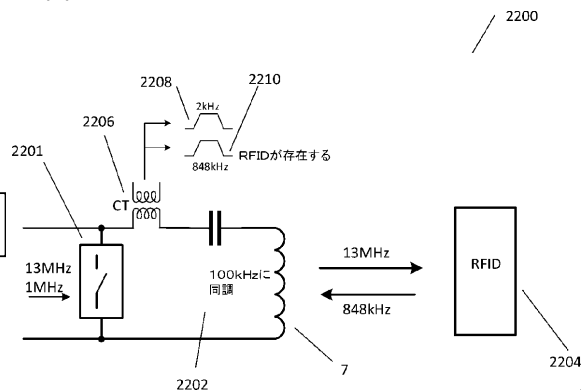
【図19b】



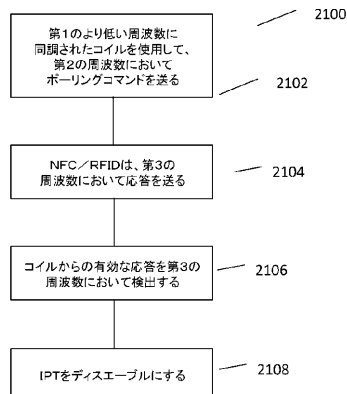
【図20】



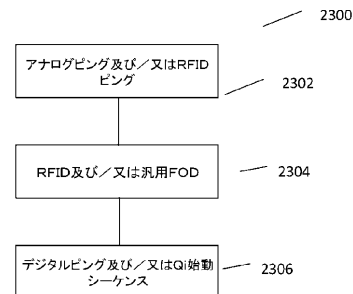
【図22】



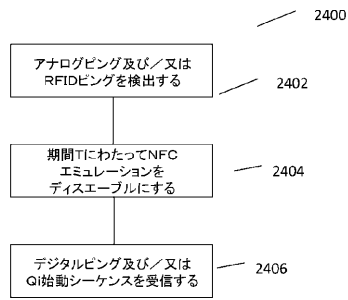
【図21】



【図23】



【図 24】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 62/475,813
(32)優先日 平成29年3月23日(2017.3.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

- (74)代理人 100067013
弁理士 大塚 文昭
(74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74)代理人 100139712
弁理士 那須 威夫
(74)代理人 100121979
弁理士 岩崎 吉信
(72)発明者 ルイス ジェフリー ダグラス
ニュージーランド 1 0 1 1 オークランド フリーマンズ ベイ フランクリン ロード 1 1
1

審査官 右田 勝則

- (56)参考文献 特開2014-075858(JP,A)
特開2014-155376(JP,A)
国際公開第2015/008462(WO,A1)
特開2015-027172(JP,A)
特表2014-507922(JP,A)
国際公開第2005/101304(WO,A1)
特開2014-075857(JP,A)
特開2014-057235(JP,A)
特開2012-065472(JP,A)
特表2018-503063(JP,A)
特表2017-511111(JP,A)
特表2012-504387(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0180264(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0270719(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0162785(US,A1)
米国特許出願公開第2016/0142174(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 50/12
H02J 50/40
H02J 50/60
H02J 50/80
H04B 5/02