

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6359556号
(P6359556)

(45) 発行日 平成30年7月18日 (2018. 7. 18)

(24) 登録日 平成30年6月29日 (2018. 6. 29)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 J 7/00 (2006. 01)	H O 2 J 7/00 3 O 1 D
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 50/90 (2016. 01)	H O 2 J 50/90

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-547439 (P2015-547439)	(73) 特許権者	507364838
(86) (22) 出願日	平成25年12月6日 (2013. 12. 6)		クアルコム、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-506228 (P2016-506228A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(43) 公表日	平成28年2月25日 (2016. 2. 25)		21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/073663		イブ 5775
(87) 国際公開番号	W02014/093172	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成26年6月19日 (2014. 6. 19)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成28年11月16日 (2016. 11. 16)	(74) 代理人	100163522
(31) 優先権主張番号	61/736, 143		弁理士 黒田 晋平
(32) 優先日	平成24年12月12日 (2012. 12. 12)	(72) 発明者	ウィリアム・エイチ・フォン・ノヴァク
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国・カリフォルニア・921
(31) 優先権主張番号	13/783, 151		21-1714・サン・ディエゴ・モアハ
(32) 優先日	平成25年3月1日 (2013. 3. 1)		ウス・ドライブ・5775
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コロケートされた送信機とのワイヤレス電力システムにおける通信の解決

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

充電可能デバイスを充電するためのワイヤレス充電器であって、
ワイヤレスで電力を送信するための手段と、
電力を送信するための前記手段を介して充電領域にワイヤレス充電場を生成するための手段と、

通信信号を送信または受信するための手段と、

通信信号を送信または受信するための前記手段を介して前記充電可能デバイスから第1のワイヤレス信号を受信することによって前記充電可能デバイスとワイヤレスに通信するための手段であって、前記充電可能デバイスが前記ワイヤレス充電器から離れている、手段と、

通信するための前記手段によって受信された前記第1のワイヤレス信号の信号強度を判定するための手段と、

前記第1のワイヤレス信号のタイミングを判定するための手段と、

前記第1のワイヤレス信号の前記タイミングと、前記第1のワイヤレス信号の前記信号強度が前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあることを示すという判定とに少なくとも部分的に基づいて、前記充電可能デバイスとの通信チャネルが適切に確立されているかどうかを判断するための手段と、

を含むワイヤレス充電器。

【請求項 2】

10

20

充電可能デバイスを充電するためのワイヤレス充電器であって、
ワイヤレス電力アンテナと、
前記ワイヤレス電力アンテナに結合された、充電領域にワイヤレス充電場を生成するように構成されたワイヤレス電力送信機と、

第1の通信アンテナと、

前記第1の通信アンテナに結合された、前記第1の通信アンテナを介して充電可能デバイスから第1のワイヤレス信号を受信することによって前記充電可能デバイスとワイヤレスに通信するように構成された第1のトランシーバであって、前記充電可能デバイスが前記ワイヤレス充電器から離れている、第1のトランシーバと、

前記第1のトランシーバによって受信された前記第1のワイヤレス信号の信号強度を判定するように構成された第1の信号強度検出器と、

前記第1のワイヤレス信号のタイミングを判定するとともに、前記第1のワイヤレス信号の前記タイミングと、前記第1のワイヤレス信号の前記信号強度が前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあることを示すという判定とに少なくとも部分的に基づいて、前記充電可能デバイスとの通信チャンネルが適切に確立されているかどうかを判断するように構成されたコントローラと、
を具備する、ワイヤレス充電器。

【請求項3】

前記コントローラは、前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあると判断すると、前記ワイヤレス電力送信機を有効にするようにさらに構成される、請求項2に記載のワイヤレス充電器。

【請求項4】

前記コントローラは、前記充電可能デバイスが前記充電領域の外部にあると判断すると、前記ワイヤレス電力送信機を無効にするようにさらに構成される、請求項2または3に記載のワイヤレス充電器。

【請求項5】

前記コントローラは、前記第1のトランシーバと前記充電可能デバイスとの間のいかなる送信をも中止するようにさらに構成される、請求項2から4のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項6】

前記コントローラは、前記第1の通信アンテナを介して前記充電可能デバイスまたは別のワイヤレス充電器のうちの少なくとも1つに通知を送信するようにさらに構成され、前記通知は、前記第1のワイヤレス信号の前記信号強度に関連する情報を含む、請求項2から5のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項7】

通知は、前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあるかどうかに関連する情報をさらに含む、請求項2から6のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項8】

前記第1のトランシーバによって受信された前記第1のワイヤレス信号の位相を測定するように構成された位相検出器をさらに含み、

前記コントローラは、前記第1のワイヤレス信号の前記位相に少なくとも部分的に基づいて、ロケーションと、前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあるかどうかとを判断するようにさらに構成される、請求項2から7のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項9】

第2の通信アンテナと、

前記第2の通信アンテナに結合された、前記第2の通信アンテナを介して前記充電可能デバイスと通信するように構成された第2のトランシーバと、

前記第2のトランシーバによって受信された第2の信号の信号強度を判定するように構成された第2の信号強度検出器と
をさらに含み、

10

20

30

40

50

前記コントローラは、前記第2の信号の前記信号強度に少なくとも部分的に基づいて、前記充電可能デバイスが前記充電領域内にあるかどうかを判断するようにさらに構成される、請求項2から8のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項10】

前記第1のトランシーバに前記第1の通信アンテナまたは前記第2の通信アンテナを選択的に結合するように構成されたマルチプレクサをさらに含み、

前記第2のトランシーバは前記第1のトランシーバであり、

前記第2の信号強度検出器は前記第1の信号強度検出器である、請求項9に記載のワイヤレス充電器。

【請求項11】

前記第1のワイヤレス信号は前記第2の信号である、請求項10に記載のワイヤレス充電器。

【請求項12】

前記第1および第2の通信アンテナは指向性アンテナである、請求項9から11のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器。

【請求項13】

ワイヤレス充電器によって実行される充電可能デバイスを充電するための方法であって、

通信信号を送信または受信するステップと、

前記充電可能デバイスから第1のワイヤレス信号を受信することによって前記充電可能デバイスとワイヤレスに通信するステップであって、前記充電可能デバイスが前記ワイヤレス充電器から離れている、ステップと、

前記第1のワイヤレス信号の信号強度を判定するステップと、

前記第1のワイヤレス信号のタイミングを判定するステップと、

前記第1のワイヤレス信号の前記タイミングと、前記第1のワイヤレス信号の前記信号強度が前記充電可能デバイスが充電領域内にあることを示すという判定とに少なくとも部分的に基づいて、前記充電可能デバイスとの通信チャネルが適切に確立されているかどうかを判断するステップと

を含む方法。

【請求項14】

通信信号を送信または受信するステップが、

前記ワイヤレス充電器から電力パルスを送信するステップと、

前記電力パルスおける負荷を、前記ワイヤレス充電器で検出するステップと、

前記充電可能デバイスからのブロードキャストについて、前記検出された負荷に応答して、スキャンするステップと、

前記充電可能デバイスからブロードキャストを受信するとともに、応答して、前記充電可能デバイスに接続要求を送信するステップとを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

請求項1から12のいずれか一項に記載のワイヤレス充電器を有し、充電可能デバイスをさらに有する帯域外通信のためのワイヤレス充電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にワイヤレス電力伝達に関する。より詳細には、本開示は、ワイヤレス電力受信機とワイヤレス電力送信機との間のデータ通信を確立するためのシステム、方法、およびデバイスを対象とし、受信機は、ワイヤレス電力送信機のワイヤレス充電領域内に位置するが、1つまたは複数の追加のワイヤレス電力送信機とのデータ通信を確立することが可能であり得る。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

ますます多くの様々な電子デバイスが、充電式バッテリーを介して電力供給されている。そのようなデバイスは、携帯電話、ポータブル音楽プレーヤ、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、コンピュータ周辺デバイス、通信デバイス(たとえば、ブルートゥースデバイス)、デジタルカメラ、補聴器などを含む。バッテリー技術は向上してきたが、バッテリー電源式電子デバイスは、より多くの電力量をますます必要とし、消費するので、頻繁に充電する必要がある。充電式デバイスは、多くの場合に、電源に物理的に接続されるケーブルまたは他の同様のコネクタを通して有線接続によって充電される。ケーブルおよび同様のコネクタは不便な場合があるか、または扱いにくい場合があり、他の欠点を有する場合もある。充電式電子デバイスを充電するか、または電子デバイスに電力を供給するのに用いられることになる電力を自由空間において伝達することができるワイヤレス充電システムは、有線式の充電解決策の欠点の一部を克服する可能性がある。したがって、電子デバイスに電力を効率的かつ安全に伝達するワイヤレス電力伝達システムおよび方法が望ましい。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

添付の特許請求の範囲内のシステム、方法、およびデバイスの様々な実装形態は各々、いくつかの態様を有し、そのどの態様も単独では、本明細書で説明する望ましい属性に関与することはない。添付の特許請求の範囲を限定することなく、本明細書においていくつかの顕著な特徴について説明する。

20

【0004】

本明細書で説明する主題の1つまたは複数の実装形態の詳細について、下記の添付の図面および発明を実施するための形態において述べる。他の特徴、態様、および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになる。以下の図の相対的な寸法は、縮尺通りに描かれていない場合があることに留意されたい。

【0005】

本開示の一態様は、充電可能デバイスを充電するためのワイヤレス充電器を提供し、ワイヤレス充電器は、ワイヤレス電力アンテナと、ワイヤレス電力アンテナに結合された、充電領域にワイヤレス充電場を生成するように構成されたワイヤレス電力送信機と、第1の通信アンテナと、通信アンテナに結合された、通信アンテナを介して充電可能デバイスと通信するように構成された第1のトランシーバと、トランシーバによって受信された第1の信号の信号強度を判定するように構成された第1の信号強度検出器と、第1の信号の信号強度に少なくとも部分的に基づいて充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断するように構成されたコントローラとを含む。

30

【0006】

本開示の別の態様は、ワイヤレス充電器を介して充電可能デバイスを充電するための方法を提供し、本方法は、第1の通信アンテナを介して充電可能デバイスから第1の信号を受信するステップと、第1の信号の信号強度を判定するステップと、第1の信号の信号強度に少なくとも部分的に基づいて充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断するステップとを含む。

40

【0007】

本開示の別の態様は、充電可能デバイスを充電するためのワイヤレス充電器を提供し、ワイヤレス充電器は、ワイヤレスで電力を送信するための手段と、電力を送信するための手段を介して充電領域にワイヤレス充電場を生成するための手段と、通信信号を送信または受信するための手段と、通信信号を送信または受信するための手段を介して充電可能デバイスと通信するための手段と、通信するための手段を介して受信された第1の信号の信号強度を判定するための手段と、第1の信号の信号強度に少なくとも部分的に基づいて充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断するための手段とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0008】

50

【図1】本発明の例示的な実施形態による、例示的なワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【図2】本発明の様々な例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る例示的な構成要素の機能ブロック図である。

【図3】本発明の例示的な実施形態による、送信アンテナまたは受信アンテナを含む、図2の送信回路または受信回路の一部分の概略図である。

【図4】本発明の例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る送信機の機能ブロック図である。

【図5】本発明の例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る受信機の機能ブロック図である。

10

【図6】本発明の例示的な実施形態による、複数の送信機が存在する場合の受信機の機能ブロック図である。

【図7】図4の送信回路、および図5の受信回路を内蔵し得るワイヤレス充電システムのブロック図である。

【図8】図7のワイヤレス充電器および充電可能デバイスなど、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間の、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間の接続を確立するための通信のタイミング/信号フロー図である。

【図9】帯域外通信のための3つのアンテナをそれぞれ有する2つのコロケートされたワイヤレス充電器を示す図である。

【図10】帯域外アンテナの間で共有される通信回路を有するワイヤレス充電器のブロック図である。

20

【図11】各帯域外アンテナのための独立した通信回路を有するワイヤレス充電器のブロック図である。

【図12】互いに通信し得る2つのコロケートされたワイヤレス充電器を示す図である。

【図13】信号強度に基づいて充電可能デバイスとの通信を確認するための例示的な方法のフローチャートである。

【図14】受信機と送信機との間の帯域外通信チャネル接続を評価するための例示的な方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

30

図面に示された様々な特徴は、縮尺通りに描かれていない場合がある。したがって、明確にするために、様々な特徴の寸法は、恣意的に拡大または縮小されている場合がある。加えて、図面のいくつかは、所与のシステム、方法、またはデバイスの構成要素のすべてを描写していない場合がある。最後に、本明細書および図の全体を通して、同様の特徴を示すために同様の参照番号が使用される場合がある。

【0010】

いくつかのワイヤレス電力システムでは、以下で説明するように、送信機および受信機は電力を伝達するために使用されている周波数以外の周波数で通信する。いくつかの実施形態では、電力を伝達するために使用されるワイヤレス電力場から独立した、このいわゆる帯域外通信チャネルを確立するのが望ましい。帯域外通信チャネルは、帯域内の送信機の回路および受信機の回路の機能を改善するために有益である。帯域内電力伝達および帯域外通信チャネルは異なる特性を有するので、受信機は、送信機からのワイヤレス電力のための範囲の外にあるが、帯域外通信のための範囲の中にあり得る。したがって、複数の送信機が所与の空間内に存在するときに、ワイヤレス電力場内の受信機が、場を生成している送信機との帯域外通信チャネルを確立することが重要である。そうでない場合、電力伝達を最適化するために使用される帯域外通信チャネル通信を介して送信される情報は効果のないものとなり得る。

40

【0011】

添付の図面に関して下記に詳細に記載される説明は、本発明の例示的な実施形態を説明するためのものであり、本発明を實踐することができる唯一の実施形態を表すためのもの

50

ではない。本説明全体にわたって使用される「例示的」という用語は、「例、実例、または例示としての働きをすること」を意味しており、必ずしも、他の例示的な実施態様よりも好ましい、または有利であると解釈されるべきではない。詳細に記載される説明は、本発明の例示的な実施形態の完全な理解をもたらすための具体的な詳細を含んでいる。場合によっては、いくつかのデバイスがブロック図の形式で示されている。

【0012】

ワイヤレスで電力を伝達することは、物理的な導電体を使用することなく、電場、磁場、電磁場などに関連する任意の形態のエネルギーを送信機から受信機に伝達する(たとえば、電力は、自由空間を通して伝達され得る)ことを指す場合がある。電力伝達を達成するために、ワイヤレス場(たとえば、磁場)内に出力された電力は、「受信アンテナ」によって受信されるか、取り込まれるか、または結合される場合がある。

10

【0013】

図1は、本発明の例示的な実施形態による、例示的なワイヤレス電力伝達システム100の機能ブロック図である。エネルギー伝達を可能にするための場105を生成するために、電源(図示せず)から、送信機104に入力電力102を提供することができる。受信機108は、場105に結合し、出力電力110に結合されたデバイス(図示せず)が蓄積または消費するための出力電力110を生成することができる。送信機104と受信機108の両方は互いに距離112だけ離間される。例示的な一実施形態では、送信機104および受信機108は、相互共振関係に從って構成される。受信機108の共振周波数および送信機104の共振周波数が、ほぼ同じか、または極めて近いとき、送信機104と受信機108との間の伝送損失は最小となる。したがって、コイルが極めて近い(たとえば、数mm)ことが必要な大型のコイルを必要とすることがある純粋に誘導性のソリューションとは対照的に、より長い距離にわたってワイヤレス電力伝達を可能にすることができる。したがって、共振誘導結合技法は、様々な距離にわたって、かつ様々な誘導コイル構成を用いて効率の改善および電力伝達を可能にし得る。

20

【0014】

受信機108は、送信機104によって生成されたエネルギー場105内に位置するときに、電力を受信することができる。場105は、送信機104によって出力されたエネルギーが受信機108によって取り込まれ得る領域に対応する。場合によっては、場105は、以下でさらに説明するように、送信機104の「近接場」に対応し得る。送信機104は、エネルギー伝送を出力するための送信アンテナ114を含む場合がある。さらに、受信機108は、エネルギー伝送からエネルギーを受信する、または取り込むための受信アンテナ118を含む。近接場は、送信アンテナ114から電力を最小限に放出する、送信アンテナ114内の電流および電荷から生じる強い反応場(reactive field)が存在する領域に対応し得る。場合によっては、近接場は、送信アンテナ114の約1波長(または1波長の数分の一)内にある領域に対応し得る。送信アンテナ114および受信アンテナ118は、それらに関連付けられる応用形態およびデバイスに応じてサイズを決定される。上記のように、効率的なエネルギー伝達は、電磁波のエネルギーの大部分を遠距離場に伝搬するのではなく、送信アンテナ114の場105のエネルギーの大部分を受信アンテナ118に結合することによって起こり得る。場105内に位置決めされるとき、送信アンテナ114と受信アンテナ118との間に、「結合モード」を発生させることができる。この結合が起こり得る、送信アンテナ114および受信アンテナ118の周りのエリアは、本明細書において結合モード領域と呼ばれる。

30

40

【0015】

図2は、本発明の様々な例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システム100において使用され得る例示的な構成要素の機能ブロック図である。送信機204は、発振器222と、ドライバ回路224と、フィルタ/整合回路226とを含むことができる、送信回路206を含んでよい。発振器222は、周波数制御信号223に応答して調整され得る、468.75KHz、6.78MHz、または13.56MHzなどの所望の周波数で信号を生成するように構成され得る。発振器信号は、たとえば送信アンテナ214の共振周波数において送信アンテナ214を駆動するように構成されたドライバ回路224に与えられ得る。ドライバ回路224は、発振器222から方形波を受信し、正弦波を出力するように構成されたスイッチング増幅器とすることができ

50

る。たとえば、ドライバ回路224は、E級増幅器であってよい。また、フィルタ/整合回路226は、高調波または他の不要な周波数をフィルタ除去し、送信機204のインピーダンスを送信アンテナ214に整合させるために含まれる場合がある。送信アンテナ214を駆動した結果として、送信機204は、電子デバイスを充電または給電するのに十分なレベルで電力をワイヤレスで出力できる。一例として、提供される電力は、異なる電力要件を有する異なるデバイスを給電または充電するために、たとえば、300ミリワットから5ワット程度であり得る。より高いまたは低い電力レベルも提供できる。

【0016】

受信機208は、整合回路232と図2に示すバッテリー236を充電する、または受信機208に結合されたデバイス(図示せず)に電力を供給するためにAC電力入力からDC電力出力を生成するための整流器/スイッチング回路234とを含み得る受信回路210を含んでよい。整合回路232は、受信回路210のインピーダンスを受信アンテナ218に整合させるために含まれる場合がある。加えて、受信機208および送信機204は、別個の、または帯域外の通信チャネル219(たとえば、ブルートゥース、ZigBee、セルラーなど)上で通信してよい。代替的には、受信機208および送信機204は、ワイヤレス場205の特性を用いて帯域内シグナリングを介して通信することができる。

【0017】

以下でより十分に説明するように、選択的に無効にできる関連する負荷(たとえば、バッテリー236)を最初に有することができる受信機208は、送信機204によって送信され、受信機208によって受信される電力の量が、バッテリー236を充電するのに適切であるかどうかを判断するように構成され得る。さらに、受信機208は、電力の量が適切であると判断すると、負荷(たとえば、バッテリー236)を有効にするように構成され得る。いくつかの実施形態では、受信機208は、バッテリー236を充電せずに、ワイヤレス電力伝達場から受信された電力を直接利用するように構成され得る。たとえば、近接場通信(NFC)または無線周波数識別デバイス(RFID)などの通信デバイスは、ワイヤレス電力伝達場から電力を受信し、ワイヤレス電力伝達場と相互作用することによって通信し、かつ/または送信機204もしくは他のデバイスと通信するために受信電力を利用するように構成され得る。

【0018】

図3は、本発明の例示的な実施形態による、送信アンテナまたは受信アンテナ352を含む、図2の送信回路206または受信回路210の一部分の概略図である。図3に示すように、以下で説明するものを含む例示的な実施形態において使用される送信回路または受信回路350は、アンテナ352を含むことができる。アンテナ352は、「ループ」アンテナ352と呼ばれるか、または「ループ」アンテナ352として構成される場合もある。また、アンテナ352は、本明細書では、「磁気」アンテナもしくは誘導コイルと呼ばれるか、または「磁気」アンテナもしくは誘導コイルとして構成される場合もある。「アンテナ」という用語は、一般に、別の「アンテナ」に結合するためのエネルギーをワイヤレスで出力するか、または受け取ることができる構成要素を指す。アンテナは、電力をワイヤレスで出力するか、または受け取るように構成されるタイプのコイルと呼ばれてもよい。本明細書で使用する場合、アンテナ352は、電力をワイヤレスで出力および/または受信するように構成されるタイプの「電力伝達構成要素」の一例である。アンテナ352は、空芯、またはフェライトコア(図示せず)などの物理的コアを含むように構成され得る。空芯ループアンテナは、コアの近くに配置された外部の物理デバイスに対してより耐性があり得る。さらに、空芯ループアンテナ352により、コアエリア内に他の構成要素を配置することが可能になる。加えて、空芯ループにより、送信アンテナ214(図2)の結合モード領域がより強力な場合がある送信アンテナ214(図2)の平面内に、受信アンテナ218(図2)をより容易に配置することが可能になる場合がある。

【0019】

上述のように、送信機104と受信機108との間のエネルギーの効率的な伝達は、送信機104と受信機108との間に整合した共振またはほぼ整合した共振が生じている間に起こり得る。しかしながら、送信機104と受信機108との間の共振が整合しないときであっても、効率

10

20

30

40

50

に影響が及ぶ場合があるものの、エネルギーを伝達することができる。エネルギーの伝達は、送信アンテナ214コイルの場合105からのエネルギーを、近傍にある受信アンテナ218に結合することによって起こり、この場合105は、送信アンテナ214からのエネルギーを自由空間に伝播させる代わりに確立される。

【0020】

ループアンテナまたは磁気アンテナの共振周波数は、インダクタンスおよびキャパシタンスに基づく。インダクタンスは単にアンテナ352によって生成されたインダクタンスとすることができるのに対して、キャパシタンスは、所望の共振周波数で共振構造を作り出すために、アンテナのインダクタンスに加えられる場合がある。非限定的な例として、共振周波数で信号358を選択する共振回路を生成するために、送信回路または受信回路350にキャパシタ354およびキャパシタ356を加えてよい。したがって、より大きい直径のアンテナでは、共振を持続させるのに必要なキャパシタンスのサイズは、ループの直径またはインダクタンスが大きくなるにつれて小さくなる場合がある。さらに、アンテナの直径が大きくなるにつれて、近接場の効率的なエネルギー伝達面積が増加する場合がある。他の構成要素を用いて形成される他の共振回路も可能である。別の非限定的な例として、アンテナ352の2つの端子間に並列にキャパシタを配置することができる。送信アンテナの場合、アンテナ352の共振周波数に実質的に対応する周波数を有する信号358を、アンテナ352への入力とすることができる。

【0021】

一実施形態では、送信機104は、送信アンテナ114の共振周波数に対応する周波数を有する時変磁場を出力するように構成され得る。受信機が場105内にあるとき、時変磁場は、受信アンテナ118内に電流を誘導することができる。上記のように、受信アンテナ118が送信アンテナ114の周波数で共振するように構成される場合には、エネルギーを効率的に伝達することができる。受信アンテナ118内に誘導されたAC信号を上記のように整流して、負荷を充電するか、または負荷に電力を供給するために与えられ得るDC信号を生成することができる。

【0022】

図4は、本発明の例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る送信機404の機能ブロック図である。送信機404は、送信回路406および送信アンテナ414を含むことができる。送信アンテナ414は、図3に示すアンテナ352とすることができる。送信回路406は、発振信号を与えることによって、送信アンテナ414にRF電力を与えることができ、その信号の結果として、送信アンテナ414の周りにエネルギー(たとえば、磁束)が生成される。送信機404は、任意の適切な周波数で動作することができる。例として、送信機404は、6.78MHzのISM帯域で動作することができる。

【0023】

送信回路406は、送信回路406のインピーダンス(たとえば、50オーム)を送信アンテナ414に整合させるための固定インピーダンス整合回路409と、高調波放射を、受信機108(図1)に結合されたデバイスの自己ジャミングを防ぐレベルまで低減するように構成されたローパスフィルタ(LPF)408とを含むことができる。他の例示的な実施形態は、それに限定されるわけではなく、異なるフィルタポロジを含み、またノッチフィルタを含み得るが、ノッチフィルタは特定の周波数を減衰させる一方で、他の周波数を通過させ、アンテナ414への出力電力、またはドライバ回路424によって引き出されるDC電流など、測定可能な送電メトリックに基づいて変化し得る、適応インピーダンス整合を含んでよい。送信回路406は、発振器423によって決定されるRF信号を駆動するように構成されたドライバ回路424をさらに含む。送信回路406は、個別のデバイスもしくは回路から構成されても、または代わりに、一体型アセンブリから構成されてもよい。送信アンテナ414から出力される例示的なRF電力は、2.5ワット程度とすることができる。

【0024】

送信回路406は、隣接するデバイスに取り付けられた受信機を介して隣接するデバイスと対話するための通信プロトコルを実装するように特定の受信機の送信位相(またはデュ

10

20

30

40

50

ーティサイクル)の間に発振器423を選択的に有効にするための、発振器423の周波数または位相を調整するための、かつ出力電力レベルを調整するためのコントローラ415をさらに含んでよい。コントローラ415は、本明細書においてプロセッサ415と呼ばれる場合があることに留意されたい。発振器位相および送信経路内の関連する回路の調整により、特に、ある周波数から別の周波数に移行する際の帯域外放射の低減が可能になり得る。

【0025】

送信回路406は、送信アンテナ414によって生成された近接場の近傍において作動中受信機の存否を検出するための負荷感知回路416をさらに含むことができる。例として、負荷感知回路416はドライバ回路424に流れる電流を監視し、以下でさらに説明するように、その電流は、送信アンテナ414によって生成された場の近傍における作動中受信機の存否によって影響を及ぼされる場合がある。ドライバ回路424上の負荷に対する変化の検出は、エネルギーを伝送するために発振器423を有効にすべきかどうか、および作動中受信機と通信すべきかどうかを判断するために使用するためにコントローラ415によって監視される。以下でさらに十分に説明するように、ドライバ回路424において測定される電流は、送信機404のワイヤレス電力伝達領域内に無効なデバイスが位置決めされたかどうかを判断するために用いられ得る。

10

【0026】

送信アンテナ414は、リッツ線を用いて、または抵抗損を低く保つために選択された厚み、幅、および金属のタイプを有するアンテナストリップとして実装され得る。一実装形態では、送信アンテナ414は通常、テーブル、マット、ランプ、または他の可搬性の低い構成などの、より大きい構造と関連付けて構成され得る。したがって、送信アンテナ414は通常、その実用的な寸法のため「巻く」必要がない場合がある。送信アンテナ414の例示的な実装形態は、「電氣的に小型」(すなわち、波長の数分の一)とすることができ、共振周波数を規定するためにキャパシタを使用することによって、より低い使用可能な周波数で共振するように同調することができる。

20

【0027】

送信機404は、送信機404に関連し得る受信機デバイスの所在および状態に関する情報を収集および追跡してよい。したがって、送信回路406は、(本明細書ではプロセッサとも呼ばれる)コントローラ415に接続される、存在検出器480、密閉型検出器460、またはこれらの組合せを含んでよい。コントローラ415は、存在検出器480および密閉型検出器460からの存在信号に応答してドライバ回路424によって送出される電力量を調整してよい。送信機404は、たとえば、ビル内にある従来のAC電力を変換するためのAC-DCコンバータ(図示せず)、従来のDC電源を送信機404に適した電圧に変換するためのDC-DCコンバータ(図示せず)などのいくつかの電源を介して、または従来のDC電源(図示せず)から直接電力を受信してよい。

30

【0028】

非限定的な例として、存在検出器480は、送信機404のカバー領域に挿入される、充電されるべきデバイスの最初の存在を感知するために利用される運動検出器であってよい。検出後に、送信機404をオンにすることができ、デバイスによって受信されたRF電力を用いて、所定の方法でRxデバイス上のスイッチを切り替えることができ、それにより、結果として送信機404の駆動点インピーダンスが変化する。

40

【0029】

別の非限定的な例として、存在検出器480は、たとえば、赤外線検出手段、運動検出手段、または他の適切な手段によって人を検出することが可能な検出器であってよい。いくつかの例示的な実施形態では、送信アンテナ414が特定の周波数で送信することができる電力量を制限する規制が存在してよい。場合によっては、これらの規制は、人を電磁放射から守ることを意図されている。しかしながら、送信アンテナ414が、たとえば、ガレージ、工場の作業場、店舗などの、人が占有しない、または人が占有する頻度が低いエリアに配置される環境が存在する場合もある。これらの環境に人がいない場合、通常の電力制限規制よりも高く、送信アンテナ414の電力出力を増加させることが許容可能な場合もある。

50

る。言い換えれば、コントローラ415は、人の存在に応答して、送信アンテナ414の電力出力を規制レベル以下に調整し、人が送信アンテナ414の電磁場による規制距離の外側にいるとき、送信アンテナ414の電力出力を、規制レベルを超えるレベルに調整することができる。

【0030】

非限定的な例として、密閉型検出器460(本明細書では、密閉型コンパートメント検出器または密閉型空間検出器と呼ばれることもある)は、包囲体が閉状態または開状態であるときを判定するための感知スイッチなどのデバイスであってよい。送信機が閉状態の包囲体内にあるとき、送信機の電力レベルを増加させてよい。

【0031】

例示的な実施形態では、送信機404がいつまでもオンのままではない方法を使用してよい。この場合、送信機404は、ユーザが決定した時間の経過後にシャットオフするようにプログラムされ得る。この特徴は、送信機404の周囲のワイヤレスデバイスが十分充電された後、送信機404、特にドライバ回路424が長い間動作するのを防ぐ。このイベントは、リピータまたは受信アンテナ218のいずれかから送られた、デバイスが十分に充電されたという信号を検出するための回路の故障に起因する場合もある。送信機404の周囲に別のデバイスが配置されている場合に、送信機404が自動的にシャットダウンすることを防止するために、送信機404の自動シャットオフ機能は、その周囲で動作が検出されない定められた期間が経過した後だけに、アクティブ化されてよい。ユーザは、非活動時間間隔を決定し、その時間間隔を所望により変更することができる場合がある。非限定的な例として、この時間間隔は、特定のタイプのワイヤレスデバイスが最初に完全に放電したという仮定の下に、そのデバイスを完全に充電するのに必要な時間間隔よりも長くてよい。

【0032】

図5は、本発明の例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る受信機508の機能ブロック図である。受信機508は、受信アンテナ518を含む場合がある受信回路510を含む。受信機508は、それに受信電力を供給するための充電可能デバイス550にさらに結合する。受信機508は、充電可能デバイス550の外部にあるものとして示されているが、充電可能デバイス550に統合されてもよいことに留意されたい。エネルギーは、受信アンテナ518にワイヤレスで伝搬され、その後、受信回路510の残りの部分を通して充電可能デバイス550に結合される場合がある。例として、充電可能デバイスには、携帯電話、ポータブル音楽プレーヤ、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、コンピュータ周辺デバイス、通信デバイス(たとえば、ブルートゥースデバイス)、デジタルカメラ、補聴器(および他の医療用デバイス)などのデバイスが含まれ得る。

【0033】

受信アンテナ518は、送信アンテナ414(図4)と同じ周波数において、または規定された周波数範囲内で共振するように同調させることができる。受信アンテナ518は、送信アンテナ414と同じような寸法にすることができるか、または関連する充電可能デバイス550の寸法に基づいて異なるサイズにすることができる。例として、充電可能デバイス550は、送信アンテナ414の直径または長さよりも小さい直径寸法または長さ寸法を有するポータブル電子デバイスとすることができる。そのような例では、受信アンテナ518は、同調キャパシタ(図示せず)のキャパシタンス値を低減させ、受信コイルのインピーダンスを増加させるために多巻きコイルとして実装され得る。例として、受信アンテナ518は、アンテナ径を最大化し、受信アンテナ518のループ巻き(すなわち、巻線)数を少なくし、巻線間キャパシタンスを下げるために、充電可能デバイス550の実質的な外周の回りに配置され得る。

【0034】

受信回路510は、受信アンテナ518に対するインピーダンス整合をもたらすことができる。受信回路510は、受け取られたRFエネルギー源を充電可能デバイス550が使用するための充電電力に変換するための電力変換回路506を含む。電力変換回路506は、RF-DC変換器520

を含み、またDC-DC変換器522を含んでもよい。RF-DC変換器520は、受信アンテナ518において受信されたRFエネルギー信号を、 V_{rect} によって表される出力電圧を有する非交流電力に整流する。DC-DC変換器522(または他の電力調整器)は、整流されたRFエネルギー信号を、 V_{out} および I_{out} によって表される出力電圧および出力電流を有する、充電可能デバイス550に適合するエネルギーポテンシャル(たとえば、電圧)に変換する。部分的および完全な整流器、調整器、ブリッジ、ダブラ、ならびにリニア変換器およびスイッチング変換器を含む、様々なRF-DC変換器が企図される。

【0035】

受信回路510は、受信アンテナ518を電力変換回路506に接続するか、または代替的には電力変換回路506を切断するためのスイッチング回路512をさらに含むことができる。電力変換回路506から受信アンテナ518を切断することにより、充電可能デバイス550の充電を中断するだけでなく、送信機404(図2)から「見える」ような「負荷」も変更する。

【0036】

上記で開示したように、送信機404は、送信機ドライバ回路424に供給されるバイアス電流の変動を検出することができる負荷感知回路416を含む。したがって、送信機404は、受信機が送信機の近接場内に存在するときを判断するための機構を有する。

【0037】

複数の受信機508が送信機の近接場内に存在するとき、他の受信機がより効率的に送信機に結合できるようにするために、1つまたは複数の受信機の装荷および除荷を時間多重化することが望ましい場合がある。受信機508はまた、他の近くの受信機への結合を解消するか、または近くの送信機への装荷を低減させるためにクローキングされ得る。受信機のこの「除荷」は、本明細書では「クローキング」とも呼ばれる。さらに、受信機508によって制御され送信機404によって検出される、除荷と装荷との間のこのスイッチングは、以下でより十分に説明するように、受信機508から送信機404への通信機構を実現することができる。加えて、受信機508から送信機404にメッセージを送ることを可能にするプロトコルが、このスイッチングに関連付けられ得る。例として、スイッチング速度は、100 μ 秒程度であってよい。

【0038】

例示的な一実施形態では、送信機404と受信機508との間の通信は、従来の双方向通信(すなわち、結合場を使用する帯域内シグナリング)ではなく、デバイス感知および充電制御機構を指す。言い換えれば、送信機404は、エネルギーが近接場で利用可能であるかどうかを調整するために送信信号のオン/オフキーイングを使用してよい。受信機は、これらのエネルギー変化を送信機404からのメッセージとして解釈してよい。受信機側から、受信機508は、場から受け入れている電力量を調整するために受信アンテナ518の同調および離調を用いることができる。場合によっては、同調および離調は、スイッチング回路512を介して実現され得る。送信機404は、場からの使用される電力のこの差を検出し、これらの変化を受信機508からのメッセージとして解釈してよい。送信電力の変調および負荷挙動の他の形態を利用してよいことに留意されたい。

【0039】

受信回路510は、送信機から受信機への情報シグナリングに対応し得る、受信エネルギーの変動を識別するために使用される、シグナリング検出器/ピーコン回路514をさらに含んでよい。さらに、シグナリング/ピーコン回路514は、低減されたRF信号エネルギー(すなわち、ピーコン信号)の送信を検出し、かつ低減されたRF信号エネルギーを公称電力に整流し、受信回路510内の電力を供給されていない回路または電力が枯渇した回路のいずれかを呼び起こして受信回路510をワイヤレス充電が可能ないように構成するために使用されてもよい。

【0040】

受信回路510は、本明細書で説明するスイッチング回路512の制御を含む、本明細書で説明する受信機508のプロセスを調整するためのプロセッサ516をさらに含む。また、受信機508のクローキングは、充電電力を充電可能デバイス550に提供する外部の有線充電ソース

10

20

30

40

50

(たとえば、壁コンセント/USB電力)の検出を含む他のイベントが発生したときにも起こる可能性がある。プロセッサ516は、受信機のクローキングを制御するのに加えて、ピーコン回路514を監視してピーコン状態を判断し、送信機404から送信されたメッセージを抽出してもよい。プロセッサ516はまた、性能の改善のためにDC-DC変換器522を調整してもよい。

【0041】

複数の送信機が受信機の帯域外通信範囲内にあるとき、受信機にワイヤレス電力を伝達するのに最も適した送信機との通信を確立することが重要である。送信機と受信機との間の帯域外通信は、後述のようにワイヤレス電力伝達場から区別された通信チャンネルを介して実行され得る。図6は、複数の送信機の近傍に受信機が位置する場合を示す機能ブロック図である。図示のように、受信機208は、場205を介して送信機204からワイヤレス電力を受信するように位置する。しかしながら、受信機208は、送信機204、204a、および204bとの帯域外通信チャンネル219を確立することが可能である。したがって、受信機208が送信機204aまたは204bとのチャンネル219を確立する場合、電力伝達に関連する後続通信はすべて不適切なものとなる。この状況は、本明細書では誤接続と呼ばれ得る。

【0042】

図7は、図4の送信回路406、および図5の受信回路510を内蔵し得る帯域外通信が可能なワイヤレス充電システム700のブロック図である。ワイヤレス充電システム700は、ワイヤレス充電器702および充電可能デバイス704を含み得る。ワイヤレス充電器702は、ワイヤレス電力送信機710および帯域外通信トランシーバ720を含み得る。一実施形態において、ワイヤレス電力送信機710は、図4の送信回路406と類似していてもよく、かつ/またはそれと同じ機能を含み得る。充電可能デバイス704は、図5の充電可能デバイス550と類似していてもよく、ワイヤレス電力受信機715および帯域外通信トランシーバ725をさらに含み得る。一実施形態において、ワイヤレス電力受信機715は、図5の受信回路510と類似していてもよく、かつ/またはそれと同じ機能を含み得る。

【0043】

ワイヤレス電力送信機710は、送信アンテナ714に結合され得る。送信アンテナ714は、図4の送信コイル414に類似していてもよい。同様に、ワイヤレス電力受信機715は、受信コイル718に結合され得る。受信コイル718は、図5の受信コイル518に類似していてもよい。一実施形態において、ワイヤレス電力送信機710は、充電可能デバイス704を充電するためにワイヤレス電力受信機715に電力をワイヤレスで送信するように構成され得る。

【0044】

帯域外通信トランシーバ720はアンテナ724に結合されてよく、帯域外通信トランシーバ725はアンテナ728に結合され得る。一実施形態において、充電可能デバイス704がそのバッテリーまたは類似のデバイスを充電するために、ワイヤレス充電器702から電力をワイヤレスで受信することができるように、ワイヤレス充電器702と充電可能デバイス704との間の接続を確立するために、アンテナ724および728を介して、帯域外通信トランシーバ720および725が使用され得る。帯域外通信は、任意のワイヤレス通信プロトコル(たとえば、プロプライエタリ通信プロトコル、IEEEのような標準化団体によって確立される通信プロトコル)の使用を介して実施され得る。たとえば、IrDA、Wireless USB、Z-Wave、ZigBeeなどが使用され得る。

【0045】

本明細書で開示する解決技法の理解を深めるために、帯域外通信チャンネルを確立するための例示的な方法を理解することは有益である。図8は、ワイヤレス充電器702および充電可能デバイス704など、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間の、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間の接続を確立するための通信のタイミング/信号フロー図である。ワイヤレス充電器702は、電力パルス802(たとえば、ピーコン信号)を送信することができる。電力パルス802は、充電可能デバイス704のような充電可能デバイスに、充電可能デバイスを充電するために電力を供給するのに使用され得る。ワイヤレス充電器702は、充電可能デバイスを検出するために、電力パルス802を送信することができる。図8に示す

ように、電力パルス802は送信されても、充電可能デバイスは電力パルス802の範囲内にはない。ワイヤレス充電器702は、別の電力パルス804を送信する前に、ある程度の時間待機することができる。たとえば、ワイヤレス充電器702は、パルス間で1秒間待機することができる。電力パルス802および/または804を送信すると、ワイヤレス充電器702は、通常の接続確立手順を開始することができる。図8に示すように、電力パルス804は、送信され、充電可能デバイス704の範囲内にある。

【0046】

ひとたびワイヤレス充電器702が電力パルス804における負荷を検出すると、ワイヤレス充電器702は、充電可能デバイス704のようなデバイスからのブロードキャストについてのスキャンを開始する。このようにして、ワイヤレス充電器702は、ひとたびそれが電力パルスにおける負荷を検出すると、ブロードキャストについてのスキャンのみによって電力を節約することができる。一実施形態において、電力パルス804は、充電可能デバイス704にブロードキャストを生成させる(たとえば、充電可能デバイス704のプロセッサはブロードキャストを生成することができる)。一例として、ブロードキャスト806は、ブルートゥース低エネルギーチャンネルを介して送信されるメッセージであり得る。充電可能デバイス704は、予定受信者としてワイヤレス充電器702へブロードキャスト806を送信することができる。(図8に示すように)ブロードキャスト806がワイヤレス充電器702に到達しない場合、充電可能デバイス704は、別のブロードキャスト808を生成し、送信することができる。たとえば、充電可能デバイス704は、別のブロードキャスト808を送る前に20ms待機することができる。接続が、たとえば10秒間、ある時間フレーム以内に確立されない場合、充電可能デバイス704は、接続可能なモードを出て、開始し得た任意の充電を停止することができる。このようにして、充電可能デバイス704は、ひとたびそれがワイヤレス充電器702から電力パルス802および/または804を受信すると、ブロードキャスト806および/または808を生成し、送信することのみによって、電力を節約することができる。

【0047】

誤接続が生じ得る多数の状況があることに留意されたい。たとえば、充電可能デバイス704以外の別のデバイスまたはワイヤレス充電器702の近傍にあるオブジェクトが、ワイヤレス充電器702に負荷を検出させ、ブロードキャストについてのスキャンを開始させることがある。別の例として、いくつかの充電器は、電力パルス802および804のタイミングとは無関係に、ブロードキャストについて継続的にスキャンし得る。また別の例として、いくつかの充電可能デバイスは、電力パルス802および804のタイミングとは無関係に、継続的にブロードキャストし得る。また別の例として、ワイヤレス充電器は、通信の初期化を先取りする形で、電力パルスを発信した充電器の前にブロードキャストに応答することができる。したがって、これらの状況および他の状況では、ワイヤレス充電器702は、効果的な充電領域の外に位置する充電可能デバイスとの通信をその意図を外れて確立し、誤接続が生じることがある。

【0048】

ひとたびワイヤレス充電器702がブロードキャスト808を受信すると、ワイヤレス充電器は、接続要求812を充電可能デバイス704に送信することができる。充電可能デバイス704が接続要求812を受け入れた場合、ワイヤレス充電器702と充電可能デバイス704との間で接続814が確立される。

【0049】

図8に示した接続プロセスの間、ワイヤレス充電器702が、充電可能デバイス704を充電するために、たとえば電力パルス802および/または804を介して、電力810を送信し続けることができることに留意されたい。いくつかの態様では、充電可能デバイス704は、充電器電力供給モードの中にあり、ワイヤレス充電器702との接続を確立するために、電力810によって、充電可能デバイス704はアクティブのままとすることができる。接続を確立することができない、充電可能デバイス704が現在自己電力供給モードである、および/またはその他、充電可能デバイス704がワイヤレス充電器702から送信される電力を必要としないとワイヤレス充電器702が判断すると、ワイヤレス充電器702は、電力810を送信するの

を停止することができる。

【0050】

接続が任意のポイントで失われた場合、充電可能デバイス704は、ワイヤレス充電器702との再接続を試みることができる。代替として、充電可能デバイス704は、それがワイヤレス充電器702から別の電力パルス802および/または804を受信するまで待機することができる。

【0051】

本明細書で開示するいくつかの技法は、送信機と受信機との間で帯域外通信チャンネルが不適切に確立(たとえば、誤接続)されていないかを確認するために使用され得る。これらの技法は、本明細書では解決技法と呼ばれる。これらの解決技法のいくつかは、最適な送信機と受信機との間で帯域外通信チャンネルが確立されていることを必ずしも保証するとは限らない。代わりに、いくつかの技法は、確立された通信チャンネルの妥当性を推理してサポートするか、または弱める傾向がある。したがって、これらの解決技法のうちの1つまたは複数が、ワイヤレス電力伝達システムにおいて使用され得る。さらに、これらの解決技法のアウトプットは、その特定の技法のしきい値と比較され、および/または本明細書で開示する他の技法と組み合わされることがある。これらの技法のアウトプットが重み付けされ、確率的またはあいまい論理タイプモデルで使用されて、誤接続があるかどうかどうか、また帯域外通信が再接続を試みるべきかどうかかが評価され得る。

【0052】

解決技法は、コントローラ(たとえば、図4のコントローラ415、図5のプロセッサ516、図7のコントローラ730、735)によって実行され得る。一実施形態では、解決技法は、送信機側のコントローラによって、帯域外通信チャンネルを介して送信された受信機側の測定値により評価され得る。別の実施形態では、解決技法は、送信機側または受信機側のいずれかによって、帯域外通信チャンネルを介して送信機(または受信機)に送信され得られたアウトプットにより評価され得る。さらに、誤接続を識別すると、帯域外通信チャンネルを中断する前に、ローカルコントローラはリモートコントローラに誤接続を通知し得る。

【0053】

第1の解決技法では、送信機の動作を受信機の動作に関係付けるために時間一致が使用される。すなわち、送信機(たとえば、ワイヤレス充電器702)の起動から受信機(たとえば、充電可能デバイス704)の通信までの間の経過時間が測定される。たとえば、ワイヤレス充電器702は、電力パルス804を送信するとタイマーを開始し得る。ワイヤレス充電器702が充電可能デバイス704からブロードキャスト808を受信する時間に近いほど、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの相関は良好であるので、誤接続が起こる可能性は低くなる。この技法は、充電可能デバイス704が電力パルス804を受信してから、それぞれのブロードキャスト806/808を送信するまでに経過した時間(たとえば、「スタートアップ」時間)の量に関連する情報をブロードキャスト808で送信することをさらに含むことができる。ワイヤレス充電器702は、スタートアップ時間に関連する情報を含むブロードキャストを受信すると、相関をさらに改善するために、開始されたタイマーからこの時間を差し引くことができる。たとえば、電力パルス804が時間 $t=0$ で送信され、80msのスタートアップ時間を示すブロードキャスト808が時間 $t=90\text{ms}$ で受信された場合、負でない小さい時間差(10ms)により、誤接続の可能性は低下する。一方、示されたスタートアップ時間が120msであった場合、充電可能デバイス704は別のワイヤレス充電器の電力パルスに応答してブロードキャスト808を送信している可能性が高い。複数のワイヤレス充電器が(たとえば、スイッチによって)同時に起動することがあるので、この技法はさらに、各ワイヤレス充電が電力パルスを送信する前にランダムな時間量だけ遅れることを含み得る。そのため、この技法の相関効果を改善するために、個々のワイヤレス充電器から充電可能デバイスによって受信される電力パルスのタイミングは離間され得る。

【0054】

第2の解決技法では、ワイヤレス電力システムに対し、それが予想される挙動を示すかどうかをチェックするために受動テストが適用される。「受動」テストは通常、ワイヤレ

10

20

30

40

50

ス電力システムの正常な動作を妨害しないテストを指す。正しく挙動しないシステムは、誤接続を有する可能性が高い。本明細書で説明する受動テストのうちの1つまたは複数により誤接続が検出された場合、デバイスがワイヤレス電力伝達を再び有効にするために接続を再確立しなければならない状態またはリセットなど、ワイヤレス充電回復ルーチンを開始するために誤接続状態がトリガされ得る。この技法によって企図される第1の予想される挙動は、(たとえば、整流器/スイッチング回路234またはRF-DC変換器520の出力で測定される)整流器出力電圧 V_{reg} と(たとえば、送信アンテナ214、414または714を通して測定される)送信機ループ電流 I_{tx} との間の関係を伴う。正常に動作するシステムでは、 V_{reg} は I_{tx} の後を追う。システムが予想外に飽和状態になった(たとえば、 I_{tx} が、 V_{reg} の対応する増加を伴わずに最大値に達した)場合、誤接続がある可能性が高い。このシナリオでは、受信機は、受信機が電力を受信している送信機ではなく、帯域外通信チャネルを確立した相手である送信機に追加電力を要求している可能性が高い。この技法によって企図される第2の予想される挙動は、受信機電力と送信機電力との関係を伴う。正常に動作するシステムでは、受信機電力が増加するとき、送信機電力も増加するはずである。送信機電力が増加しない場合、誤接続がある可能性が高い。この技法によって企図される第3の予想される挙動は、受信機が I_{tx} の変更を要求した後の V_{reg} の監視を伴う。正常に動作するシステムでは、受信機は、たとえば負荷または距離の変化に適応するために、 I_{tx} の変更を周期的に要求する。そのような要求の結果、送信機がそのループ電流を変更し、受信機が整流器出力電圧の変化を観測していない場合、誤接続がある可能性が高い。上述の様々なパラメータ(たとえば、 V_{reg} 、 I_{tx} 、飽和状態、受信機電力、送信機電力)が、帯域外通信チャネルを介して送信機と受信機との間で通信され得る。このようにして、送信機または受信機のいずれかを使用して、誤接続の可能性を評価することができる。

【0055】

第3の解決技法では、ワイヤレス電力システムに対し、それが予想される挙動にตอบสนองしているかどうかをチェックするために能動テストが適用される。上述の受動テストとは対照的に、「能動」テストは通常、ワイヤレス電力システムの正常な動作を妨害し得るテストを指す。正しくตอบสนองしないシステムは、誤接続を有する可能性が高い。上述の能動テストのうちの1つまたは複数により誤接続が検出された場合、ワイヤレス充電回復ルーチンを開始するために誤接続状態がトリガされ得る。例示的なテストでは、送信機は I_{tx} における過渡事象(transient)をもたらす。ตอบสนองして、 V_{reg} は同様に増加するはずである。受信機が V_{reg} の変化を観測していない場合、誤接続がある可能性が高い。このテストの1つの変形は、送信機がシステムに過渡事象をもたらすタイミングをランダム化することを伴う。そのようなランダム化は、2つの過渡事象が同時に生じる可能性を低下させるのに役立つ(たとえば、送信機は I_{tx} を増加させるが、 V_{reg} の増加をもたらす負荷の独立した、対応する減少がある)。さらに別のテストでは、送信機は電力を送信するのを停止して、 I_{tx} をゼロに落とし、受信機との帯域外通信チャネルがまだアクティブであるかどうかをチェックすることができる。チャネルがアクティブなままである場合、受信機の帯域外通信トランシーバがワイヤレス電力をもはや受信していないことにตอบสนองして、非アクティブ化するように構成されていると仮定すると、誤接続が証明される。本明細書で開示する他の解決技法の多くとは異なり、この最後の能動テストは、誤接続という最終判断をもたらすことに留意されたい。

【0056】

第4の解決技法では、ワイヤレス充電器は、ある許容可能な確実性レベルで「存在するとわかっている」または「離れているとわかっている」充電可能デバイスの動的リストを維持することができる。「存在するとわかっている」リスト上の充電可能デバイスは、デフォルトでは接続されている一方、「離れているとわかっている」リスト上の充電可能デバイスは、デフォルトでは接続されていない。タイムアウト期間は、デバイスが「存在するとわかっている」または「離れているとわかっている」のいずれかである可能性の後続評価が出るまで、デバイスがいずれかのリストから除去される時間を制御し得る。タイムアウト期間は、特定のワイヤレス電力システムの予想される使用に応じて設定され得る(

たとえば、自宅では20～30分程度、または地下鉄の中では1～5分程度)。これにより、充電可能デバイスが誤ったリストに置かれている状況からの回復が可能になる。デバイスを「存在するとわかっている」リスト上に置き得る事象の例には、正しい接続を確認する事象、たとえば、受動テスト、能動テスト、本明細書で開示する解決技法の何らかの組合せなどがある。デバイスを「離れているとわかっている」リスト上に置き得る事象の例には、誤接続を確認する事象、たとえば、受動テスト、能動テスト、本明細書で開示する解決技法の何らかの組合せ、(後述する)電力が送信されていないときに到着する新しい接続要求などがある。

【0057】

第5の解決技法は、充電可能デバイスが電力パルスの第1の受信を「認識している」ことを利用する。電力パルスの受信後に生じるメッセージング、たとえばブロードキャスト808では、充電可能デバイスは、それが帯域外通信リンクを確立する第1の試みであることを示すメッセージフラグを設定し得る。その結果、このフラグを含むメッセージを受信する任意のワイヤレス充電器は、この充電可能デバイスとの帯域外通信を確立することを試み得る。前述のように、ワイヤレス充電器が、電力パルスを送っていないのに、このフラグを含むメッセージを受信した場合、ワイヤレス充電器は、関連する充電可能デバイスを「離れているとわかっている」リスト上に置くことができる。同様に、ワイヤレス充電器がこのフラグを含むメッセージを受信し、関連する充電可能デバイスが「離れているとわかっている」リスト上にある場合、ワイヤレス充電器は、リストから充電可能デバイスを除去し、帯域外通信チャネルを確立することを試みることができる。

【0058】

第6の解決技法では、帯域外通信チャネルを介して充電可能デバイスとワイヤレス充電器との間で通信される情報が、誤接続を示すために使用され得る。たとえば、本発明のいくつかの実施形態では、充電可能デバイスは、充電可能デバイスに関連付けられ得る様々なパラメータを示す情報をワイヤレス充電器に送信し得る。たとえば、充電可能デバイスは、デバイスのタイプ(たとえば、タブレットデバイス、ヘッドセット、ラップトップ、携帯電話など)を示す情報、またはデバイスの最大電力定格(たとえば、0.5W、4.2W、11Wなど)を示す情報を送信し得る。ワイヤレス充電器は、オブジェクトがワイヤレス電力場に入ったときにインピーダンスの変化にさらされることになる。ワイヤレス充電器は、受信された情報に基づく予想されるインピーダンスの変化を、測定されたインピーダンスの変化と比較し得る。測定された変化が予想されたものに近い場合、誤接続がある可能性は低い。本明細書で説明する解決技法のいずれかと同様に、誤接続が識別されたとき、誤接続回復ルーチンが開始され得る。

【0059】

第7の解決技法では、ワイヤレス充電器の近くの領域内に置かれた新しいデバイスを検出するために近接センサーが使用され得る。そのような近接センサーはさらに、生物の存在を検出するために使用され得る。これらの近接センサーを含むワイヤレス充電器は、デバイスの検出から後続の新しい接続要求までの経過時間を評価し得る。第1の解決技法の場合のように、デバイス検出が新しい接続要求に近い時間に生じた場合、誤接続がある可能性は低い。

【0060】

第8の解決技法では、ワイヤレス充電器に対する充電可能デバイスの相対ロケーションが推定され得る。ロケーション情報により、適切な帯域外通信チャネルの確立が容易になる。ワイヤレス充電器に対する充電可能デバイスの相対ロケーションを推定する1つの方法は、三角測量と同様の技法を伴う。この方法では、ワイヤレス充電器に2つ以上のアンテナが含まれ得る。これらのアンテナと充電可能デバイスとの間で送信された信号に対して、信号強度および/または位相シフトが測定され得る。2つのアンテナの場合、充電可能デバイスのロケーションは、帯域外通信チャネルの範囲に基づく最大半径を有する2つの球形の円形交差部に沿ったどこかにあると推定され得る。この解決は、充電可能デバイスがワイヤレス充電器の場の中にあるのかを推定するのに適切であり得る。

【 0 0 6 1 】

ロケーション推定の精度を高めるために、さらなるアンテナが追加され、対応する措置が講じられ得る。図9は、帯域外通信のための3つのアンテナをそれぞれ有する2つのコロケートされたワイヤレス充電器を示している。ワイヤレス充電器902の送信アンテナ904は、充電領域906内の効果的なワイヤレス電力送信を可能にする。同様に、ワイヤレス充電器912の送信アンテナ914は、充電領域916内の効果的なワイヤレス電力送信を可能にする。ワイヤレス充電器902は、3つの帯域外アンテナ908a、908b、および908cをさらに含む。アンテナ908a、908b、および908cの各々は、それぞれ効果的な通信範囲 r_A 、 r_B 、および r_C を有する。ワイヤレス充電器902およびワイヤレス充電器912が近接していることから、充電可能デバイス952がワイヤレス充電器912の充電領域916内およびワイヤレス充電器902の帯域外通信範囲内に位置し得る領域950が存在する。充電可能デバイス952がワイヤレス充電器902との通信を確立することを試みる場合、コントローラまたは他のデバイスは、帯域外アンテナ908a~cの各々と充電可能デバイス952との間の距離を、充電可能デバイス952から発生しているブロードキャストまたは他の信号の信号強度測定値に少なくとも部分的に基づいて推定することができる。

10

【 0 0 6 2 】

充電可能デバイス952およびワイヤレス充電器は様々な形で互いに対して空間的に位置し得るが、ここでは、充電可能デバイス952およびワイヤレス充電器が実質的に同じ平面にあると仮定する。信号強度を推定距離に変換したか、または相関させた後、充電可能デバイス952のロケーションは次のように推定され得る。まず、充電領域に対する3つの帯域外アンテナのロケーションが知られており、座標ロケーション($R0_x$, $R0_y$)、($R1_x$, $R1_y$)、および($R2_x$, $R2_y$)を割り当てられていると仮定する。帯域外アンテナの既知の位置を、関連する距離推定値 $D0$ 、 $D1$ 、および $D2$ と組合せ、充電可能デバイスの推定ロケーション(T_x , T_y)は、以下の式により計算され得る。

20

$$(T_x - R0_x)^2 + (T_y - R0_y)^2 = D0^2$$

$$(T_x - R1_x)^2 + (T_y - R1_y)^2 = D1^2$$

$$(T_x - R2_x)^2 + (T_y - R2_y)^2 = D2^2$$

【 0 0 6 3 】

充電可能デバイスの推定ロケーションがワイヤレス充電器の充電領域内にない場合、ワイヤレス充電器は充電可能デバイスに誤接続を通知することができる。ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間のさらなる通信は終了し、接続は閉じることができる。充電可能デバイスの推定ロケーションがワイヤレス充電器の充電領域内にある場合、ワイヤレス充電器は随意に、継続的通信に不要な帯域外アンテナを無効にし、電力の伝達を開始する(または継続する)ことができる。他の実施形態では、帯域外アンテナ908a、908b、および908cは、充電可能デバイス952に信号を送信することができ、充電可能デバイス952は、帯域外アンテナの各々までの距離を推定し、必要に応じて、ワイヤレス充電器902に誤接続を通知することができることに留意されたい。

30

【 0 0 6 4 】

引き続き図9を参照すると、図示された充電領域906、916は、全方向アンテナを示唆し得るが、指向性帯域外アンテナがワイヤレス充電器に組み込まれてもよい。指向性アンテナの主ローブまたは1次利得方向は、好ましくは充電エリアに向けられることになる。これは、充電可能デバイスのロケーション推定を改善するとともに、帯域外アンテナの重複する動作通信領域のサイズを縮小することによって、誤接続の可能性を低下させることができる。

40

【 0 0 6 5 】

帯域外アンテナは、別個の信号強度/位相シフト測定回路を有する、またはmuxを介して回路を共有することができる。図10は、帯域外アンテナの間で共有される通信回路を有するワイヤレス充電器のブロック図である。帯域外アンテナ1002および1010はそれぞれmux1012に結合されており、mux1012はコントローラ1008によって制御され得る。muxは通信モジュール1004に結合される。通信モジュール1004は、帯域外アンテナ1002および1010のう

50

ちの少なくとも1つを介したデータの送信および受信を制御するためのトランシーバを含み得る。通信モジュールはさらに、コントローラ1008の制御下で、1つまたは複数のプロトコル(たとえば、ブルートゥース、ZigBee、セルラー、WiFi、NFCなど)に従って動作し得る。RSSI検出器1006は、通信モジュールに結合されており、2つの帯域外アンテナによって受信された信号の信号強度および/または位相を測定し、ロケーション推定のためにコントローラ1008に測定されたデータを提供することができる。RSSI検出器1006は信号強度を、コントローラ1008によって読み取られるデジタル値として、またはアナログデジタル変換器(図示せず)を介してコントローラ1008によってサンプリングされ得るアナログ電圧レベルとして提供することができる。

【0066】

10

この共有回路構成により、通信モジュール1004またはRSSI検出器1006によってもたらされる任意の利得は共通であり、したがってロケーション推定に対し無視できる影響しか持たない可能性が高い。ただし、帯域外アンテナ1002および1010からmux1012への任意の信号経路または信号トレースは、好ましくは、ロケーション推定に使用される信号の信号強度または位相に影響を与え得る任意の歪みまたは信号完全性の問題を無効にするように整合するインピーダンスおよび長さとなる。この構成における各帯域外通信アンテナは通信回路を共有するので、ただ1つの帯域外アンテナが一度に送信または受信することがあり、ロケーション推定中にある程度の遅延がもたらされ得ることに留意されたい。

【0067】

図10に詳述するワイヤレス充電器の代替として、図11は、各帯域外アンテナのための独立した通信回路を有するワイヤレス充電器のブロック図である。この構成では、帯域外アンテナの各々は、所与の時間に送信または受信することができ、追加の構成要素および/またはコストという代償を払ってロケーション推定のための時間量を減らすことができる。図10とは対照的に、この構成はmuxを含まないが、代わりに上記のように並列の通信チャネルを含む。すなわち、帯域外アンテナ1102は専用の通信モジュール1104およびRSSI検出器1106を有し、帯域外アンテナ1112は専用の通信モジュール1114およびRSSI検出器1116を有し、帯域外アンテナ1122は専用の通信モジュール1124およびRSSI検出器1126を有する。RSSI検出器1106、1116、および1126は、帯域外アンテナによって受信された信号の信号強度および/または位相を測定することができる。

20

【0068】

ここでも、帯域外アンテナ1102、1112および1122からの任意の信号経路または信号トレースが、それぞれの通信モジュール1104、1114、および1124に整合する好ましいインピーダンスおよび長さとなる。しかしながら、デバイスまたは他の変形形態に起因し得る変動する経路利得を考慮して、校正ルーチンを介してRSSI検出器を校正するのが望ましいことがある。1つの校正ルーチンは、帯域外アンテナ1102、1112および1122のロケーションに対して固定点に位置する校正基準1150を含み得る。校正基準1150と帯域外アンテナの各々との間の通信の信号強度および位相は、後のロケーション推定で使用され得る補正係数としてチャネルごとに測定され、記憶され得る。この校正は製造中に生じ得る。別の校正手法は、自己校正を伴うことがある。各帯域外アンテナは、信号を他の帯域外アンテナの各々との間で送信し、各送信の信号強度および/または位相を測定することができる。この情報を帯域外アンテナの既知の位置と組み合わせると、コントローラは充電器の補正係数を計算することができる。

30

40

【0069】

ロケーションを推定する第2の方法は、充電可能デバイスから受信された通信に関連する受信信号強度指示(RSSI)を観測することを伴う。コントローラは、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスとの間の通常の通信中に判断されたRSSIを、充電可能デバイスが範囲内にあるかどうかに関する尺度として使用することができる。ワイヤレス充電器は、たとえば、充電可能デバイスについて受信された受信情報に基づき得る1つまたは複数のしきい値とRSSIを比較することができる。この情報は、充電可能デバイスの帯域外送信回路に関連する情報を含むことができる。この方法は、充電可能デバイスと間隔が接近した複数の

50

ワイヤレス充電器との間の通信を解決するのに十分な精度を提供しないことがあるが、十分に離間したワイヤレス充電器には適切であり得る。

【0070】

第3の方法は、互いの間で通信するように構成されたワイヤレス充電器を企図している。そのような通信は、特定の充電可能デバイスおよびワイヤレス充電器がコロケートされる際の信頼性を高めるために使用され得る。たとえば、充電可能デバイスと複数のワイヤレス充電器との間のRSSI測定値が記憶され、ワイヤレス充電器間で共有され得る。このようにして、ワイヤレス充電器は、上述したロケーションを推定する第1の方法で企図されたアンテナとして機能し得る。図12は、互いに通信し得る2つのコロケートされたワイヤレス充電器を示している。ワイヤレス充電器1202は充電領域1208を有する一方、ワイヤレス充電器1212は充電領域1218を有する。ワイヤレス充電器1202および1212は、帯域外通信チャンネル1240を介して通信することができる。したがって、起動時に、ワイヤレス充電器のコントローラは、近傍にある任意の他のワイヤレス充電器を発見することを試み、任意の他の充電器にその存在を通知することができる。図示のように、充電可能デバイス1230は、ワイヤレス充電器1202よりもワイヤレス充電器1212に近いところに位置するが、両方の充電器の充電領域1208、1218の中にある。このシナリオでは、充電可能デバイス1230およびワイヤレス充電器1202は、帯域外通信チャンネルを介して通信することができる。ワイヤレス充電器1202のコントローラは、充電可能デバイス1230のロケーションがワイヤレス充電器1202の充電領域1208の範囲、その限界の位置にあると推定し得る。ワイヤレス充電器1202のコントローラは、充電可能デバイス1230および/またはワイヤレス充電器1212に、帯域外通信チャンネルを介して推定位置および/またはRSSI/位相測定値を通知し得る。続いて、ワイヤレス充電器1212および充電可能デバイス1230は、帯域外通信チャンネルを介して通信することができる。ワイヤレス充電器1212のコントローラは、充電可能デバイス1230のロケーションを推定し、その推定値を、ワイヤレス充電器1202から受信された推定値と比較することができる。充電可能デバイス1230が充電領域1218のより良いロケーション(たとえば、近接性に起因するより高い磁束密度)にあると判断すると、ワイヤレス充電器1212のコントローラは、ワイヤレス電力伝達を継続または開始することができ、随意にワイヤレス充電器1202に、推定位置および/またはRSSI/位相測定値を通知することができる。充電可能デバイス1230のロケーションが充電領域1218以外(図示せず)にあるとワイヤレス充電器1212のコントローラが推定した別のシナリオでは、ワイヤレス充電器1212は、そのことをワイヤレス充電器1202および/または充電可能デバイス1230に示すことができる。ワイヤレス充電器1202は、充電可能デバイス1230の充電に進むことができる。結果的に、ワイヤレス充電器間の通信を導入することによって、充電可能デバイスと最適に位置するワイヤレス充電器との間で充電が生じることができるよう、他のワイヤレス充電器に対する充電可能デバイスのロケーションを推定することが可能である。

【0071】

図13は、信号強度に基づいて充電可能デバイスとの通信を確認するための例示的な方法のフローチャートである。ブロック1310において、ワイヤレス充電器は、第1の通信アンテナを介して充電可能デバイスから第1の信号を受信する。通信アンテナは、電力をワイヤレスで送信するために使用されるアンテナとは別個のものであり、異なる周波数で動作する。ブロック1320において、ワイヤレス充電器は、第1の信号の信号強度を判定する。ブロック1330において、ワイヤレス充電器は、第1の信号の信号強度に少なくとも部分的に基づいて、充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断する。上記に加えて、第1の信号の位相も検出され、充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかの判断をさらに向上させるために使用され得る。位相測定値の代替として、または位相測定値と併せて、複数の通信アンテナを介して受信された複数の信号の信号強度が、判断したものをさらに三角測量する、または向上させるために使用され得る。充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断すると、ワイヤレス充電器は、充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかに応じて、ワイヤレス電力送信を有効化、無効化または継続することができる。ワイヤレス充電器はまた、充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうか、および任

意の信号強度を含む、充電可能デバイスに関連する情報を、別のワイヤレス充電器との間で送信または受信することができる。

【0072】

第9の解決技法では、誤接続を最終的に除外するために、帯域内シグナリングが使用され得る。帯域内シグナリングにより、充電可能デバイスは、ワイヤレス充電器に通信するための受信電力場を変調することができる。充電器が帯域内信号を受信しない場合、充電可能デバイスは誤接続される。充電器が帯域内信号を受信する場合、充電可能デバイスは正しく接続される。上述した他の解決技法のいずれかで誤接続が識別されたとき、誤接続回復ルーチンが開始され得る。

【0073】

説明した部分を除いて、上で開示した解決技法は、絶対的确实性を伴って適切な帯域外通信チャネル接続を判断しないことがある。上で開示した様々な解決技法はいくつかのトレードオフ(たとえば、範囲、解決、精度、透明性、および判断の速度)を示すので、これらの解決技法のうちの1つまたは複数は、确实性の度合いを高めるためにワイヤレス電力システムの中で同時にまたは順次実施され得る。さらに、すべての解決技法が、誤接続の可能性を推定する際に等しい重みを与えられる必要があるとは限らない。重み付け係数が経験的に判断され、かつ/または特定のワイヤレス電力システムに合わせられ得る。その上、帯域内シグナリングなどの確定的な技法は、技法の他の組合せを補完するために使用され得る。

【0074】

誤接続が識別されたとき、ワイヤレス充電器と充電可能デバイスの両方は、以前に確立された帯域外通信チャネルを、以前に接続されたデバイスの静的または動的アドレス指定に基づいて追跡することができる。たとえば、ワイヤレス充電器は、以前の誤接続に関連する充電可能デバイスからのブロードキャストを検出し得る。そのような場合、ワイヤレス充電器は、誤接続からの時間量を含む様々な要因により、ブロードキャストに応答することを拒否し得る。ワイヤレス充電器を一意に識別するために使用される例示的な方式には、本明細書で企図される帯域外通信チャネル(ブルートゥース、ZigBee、セルラー、WiFi、NFCなど)のうちのいずれかで使用される方式があり得る。別の例として、誤接続が識別されたとき、ワイヤレス充電器は充電可能デバイスに、たとえば、その通信チャネルをリセットすること、およびその接続試行を再スタートさせ、次の(または何らかの後続の)試行では首尾よく正しいワイヤレス充電器の位置を特定し、誤接続回復ルーチンをトリガさせることがある。

【0075】

図14は、帯域外通信チャネルが適切に接続されているかどうかを評価するための例示的な方法のフローチャートである。ステップ1400において、コントローラ(図示せず)が、確立された帯域外通信チャネルが送信機と受信機との間で適切に接続されているかどうか(たとえば、受信機が、接続された送信機からワイヤレス電力を受信することができるかどうか)を評価し始める。ステップ1405、1405aおよび1405bにおいて、1つまたは複数の解決技法が実行され得る。図示のように、ステップ1405は、上述した受動解決技法を実行する。随意に、ステップ1405aまたは1405bは、他の解決技法(たとえば、能動テスト、インピーダンス変動、ロケーション推定)を含み得る。ステップ1410において、コントローラは、評価アウトプット(たとえば、信頼性レベルまたは確率)を生み出すために実行された1つまたは複数の解決技法から得られたアウトプットを評価する。ステップ1420において、コントローラは、誤接続が生じているかどうかを判断する。評価アウトプットが、誤接続の低い可能性を示している場合、またはアウトプットが不确实である場合、プロセスは必要に応じて反復または終了し得る。一方、誤接続の可能性が高い(たとえば、評価アウトプットがあるしきい値を超える)場合、ステップ1430において、コントローラは随意に、遠隔接続されたデバイスに通知し、続いてステップ1440において、帯域外通信チャネルを切断または中断することができる。当然、上述の解決技法は並行して実行されるが、他の実施形態では、評価アウトプットが不确实である場合に、ステップ1420の後に追加の解決

10

20

30

40

50

技法1405aおよび1405bが続いて実行され得る。

【0076】

上記の方法の様々な動作は、様々なハードウェアおよび/またはソフトウェアの構成要素、回路、および/またはモジュールなどの、動作を実行することが可能な任意の適切な手段によって実行され得る。通常、図に示す任意の動作は、それらの動作を実行することが可能な対応する機能手段によって実行され得る。たとえば、ワイヤレスで電力を送信するための手段は、送信アンテナ214、352、414、714、904、914、1204、または1214を含み得る。ワイヤレス充電場を生成するための手段は、送信回路206、406またはワイヤレス電力送信機710に含まれる回路を含み得る。通信信号を送信または受信するための手段は、帯域外アンテナ724、908a～c、1002、1010、1102、1112、1122、1206a～c、および1216a～cのうちのいずれかを含み得る。通信するための手段は、通信トランシーバ720または通信モジュール1004、1104、1114もしくは1124を含み得る。信号強度を判定するための手段は、RSSI検出器1006、1106、1116、または1126を含み得る。充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断するための手段は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または本明細書に記載された機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを含み得る。充電可能デバイスが充電領域内にあるかどうかを判断するための手段は、コントローラ415、730、1008、または1130も含み得る。

【0077】

多種多様な技術および技法のうちのいずれかを使用して、情報および信号が表され得る。たとえば、上記の説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場もしくは磁性粒子、光学場もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表され得る。

【0078】

本明細書で開示する実施形態に関して説明される様々な例示的論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはその両方の組合せとして実装され得る。ハードウェアおよびソフトウェアのこの互換性を明確に示すために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、それらの機能に関して概して上述されている。そのような機能がハードウェアとして実装されるか、またはソフトウェアとして実装されるかは、具体的な適用例および全体的なシステムに課される設計の制約に依存する。記載された機能は特定の適用例ごとに様々な方法で実装され得るが、そのような実装の決定は、本発明の実施形態の範囲からの逸脱を生じるものと解釈されるべきではない。

【0079】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する様々な例示的なブロック、モジュール、および回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または、本明細書に記載された機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せで、実装または実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであり得るが、代替として、プロセッサは、任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、または状態機械であり得る。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装され得る。

【0080】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する方法またはアルゴリズムおよび機能のステップは、直接ハードウェアで具現化されても、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールで具現化されても、またはその2つの組合せで具現化されてもよい。ソフ

トウェアで実装される場合、それらの機能は、1つもしくは複数の命令もしくはコードとして有形の非一時的コンピュータ可読媒体上に記憶されるか、または有形の非一時的コンピュータ可読媒体を介して送信される場合がある。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリ、読取り専用メモリ(ROM)、電氣的プログラマブルROM(EPROM)、電氣的消去可能プログラマブルROM(EEPROM)、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD ROM、または、当技術分野で既知である任意の、他の形態の記憶媒体中に存在することができる。記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、かつ記憶媒体に情報を書き込むことができるように、プロセッサに結合される。代替形態では、記憶媒体はプロセッサと一体にすることができる。本明細書で使用する場合、ディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(CD)、レーザーディスク(登録商標)、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク、およびブルーレイディスクを含み、ディスク(disk)は、通常、磁氣的にデータを再生し、ディスク(disc)は、レーザーで光学的にデータを再生する。前述の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。プロセッサおよび記憶媒体はASIC中に存在し得る。ASICはユーザ端末内に存在し得る。代替として、プロセッサおよび記憶媒体は、ユーザ端末内に個別構成要素として存在することができる。

10

【0081】

本開示の概要を示すために、本発明のいくつかの態様、利点、および新規の特徴が本明細書に記載されている。本発明の任意の特定の実施形態に従って、そのような利点の必ずしもすべてが実現されるとは限らないことを理解されたい。したがって、本発明は、本明細書に教示された1つの利点または利点のグループを、本明細書に教示または示唆され得る他の利点を必ずしも実現することなく、実現または最適化するように具現化または実行され得る。

20

【0082】

上述の実施形態への様々な修正が容易に明らかになり、本明細書に定義する一般原理は、本発明の趣旨または範囲を逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって、本発明は、本明細書に示された実施形態に限定されるものではなく、本明細書に開示された原理および新規の特徴に一致する最大の範囲を与えられるものである。

【符号の説明】

【0083】

30

100 ワイヤレス電力伝達システム

102 入力電力

104 送信機

105 場、エネルギー場、ワイヤレス場

108 受信機

110 出力電力

112 距離

114 送信アンテナ

118 受信アンテナ

204 送信機

40

204a 送信機

204b 送信機

205 場、ワイヤレス場

206 送信回路

208 受信機

210 受信回路

214 送信アンテナ

218 受信アンテナ

219 通信チャネル、帯域外通信チャネル、チャネル

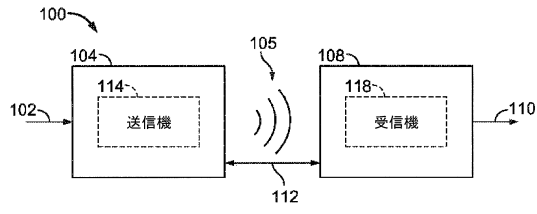
222 発振器

50

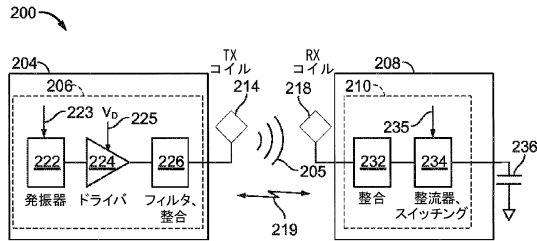
223	周波数制御信号	
224	ドライバ回路	
226	フィルタ/整合回路	
232	整合回路	
234	整流器/スイッチング回路	
236	バッテリー	
350	送信回路または受信回路	
352	送信アンテナまたは受信アンテナ、アンテナ、「ループ」アンテナ、空芯ループアンテナ、送信アンテナ	
354	キャパシタ	10
356	キャパシタ	
358	信号	
404	送信機	
406	送信回路	
408	ローパスフィルタ(LPF)	
409	固定インピーダンス整合回路	
414	送信アンテナ、アンテナ、送信コイル	
415	コントローラ	
416	感知回路、負荷感知回路	
423	発振器	20
424	ドライバ回路、送信機ドライバ回路	
460	密閉型検出器	
480	存在検出器	
506	電力変換回路	
508	受信機	
510	受信回路	
512	スイッチング回路	
514	シグナリング検出器/ビーコン回路、シグナリング/ビーコン回路、ビーコン回路	
516	プロセッサ	30
518	受信アンテナ、受信コイル	
520	RF-DC変換器	
522	DC-DC変換器	
550	充電可能デバイス	
700	ワイヤレス充電システム	
702	ワイヤレス充電器	
704	充電可能デバイス	
710	ワイヤレス電力送信機	
714	送信アンテナ	
715	ワイヤレス電力受信機	40
718	受信コイル	
720	帯域外通信トランシーバ、通信トランシーバ	
724	アンテナ、帯域外アンテナ	
725	帯域外通信トランシーバ	
728	アンテナ	
730	コントローラ	
735	コントローラ	
802	電力パルス	
804	電力パルス	
806	ブロードキャスト	50

808	ブロードキャスト	
810	電力	
812	接続要求	
814	接続	
902	ワイヤレス充電器	
904	送信アンテナ	
906	充電領域	
908a	帯域外アンテナ、アンテナ	
908b	帯域外アンテナ、アンテナ	
908c	帯域外アンテナ、アンテナ	10
912	ワイヤレス充電器	
914	送信アンテナ	
916	充電領域	
950	領域	
952	充電可能デバイス	
1002	帯域外アンテナ	
1004	通信モジュール	
1006	RSSI検出器	
1008	コントローラ	
1010	帯域外アンテナ	20
1012	mux	
1102	帯域外アンテナ	
1104	通信モジュール	
1106	RSSI検出器	
1112	帯域外アンテナ	
1114	通信モジュール	
1116	RSSI検出器	
1122	帯域外アンテナ	
1124	通信モジュール	
1126	RSSI検出器	30
1130	コントローラ	
1150	較正基準	
1202	ワイヤレス充電器	
1204	送信アンテナ	
1206a	帯域外アンテナ	
1206b	帯域外アンテナ	
1206c	帯域外アンテナ	
1208	充電領域	
1212	ワイヤレス充電器	
1214	送信アンテナ	40
1216a	帯域外アンテナ	
1216b	帯域外アンテナ	
1216c	帯域外アンテナ	
1218	充電領域	
1230	充電可能デバイス	
1240	帯域外通信チャネル	

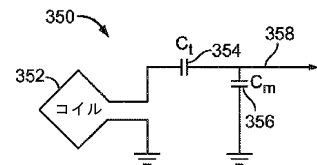
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 6】

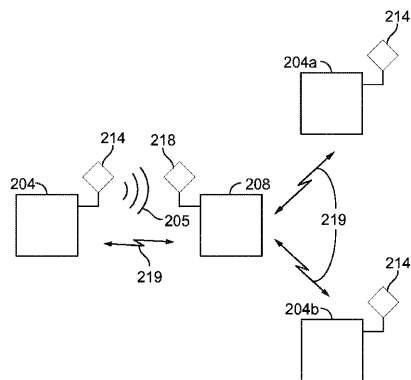
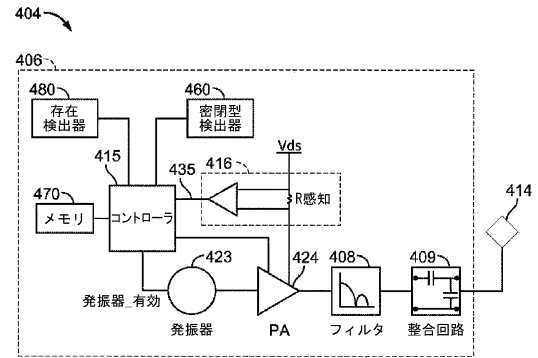
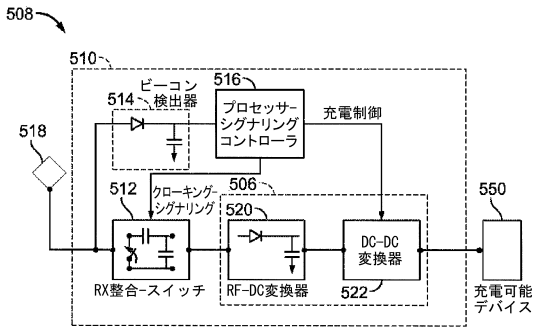


FIG. 6

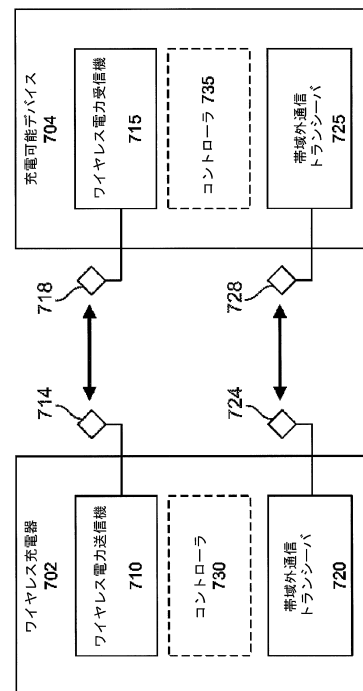
【図 4】



【図 5】

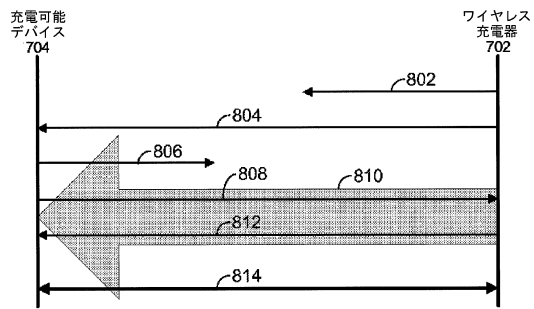


【図 7】

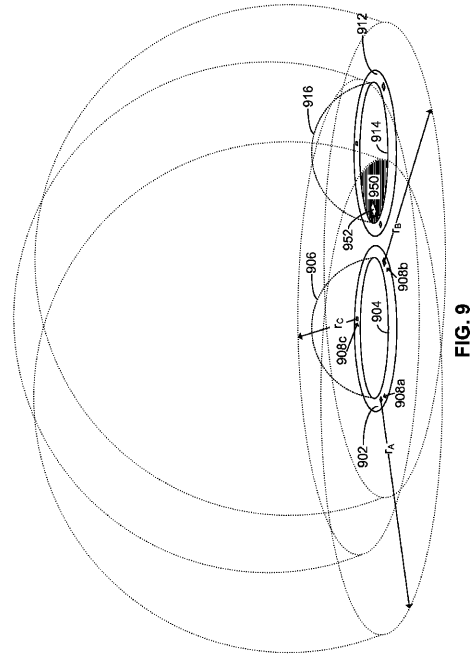


700

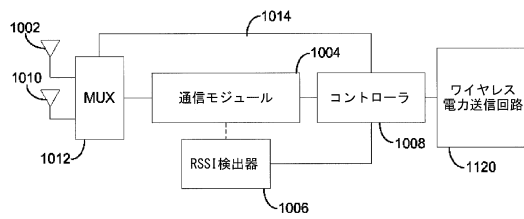
【図 8】



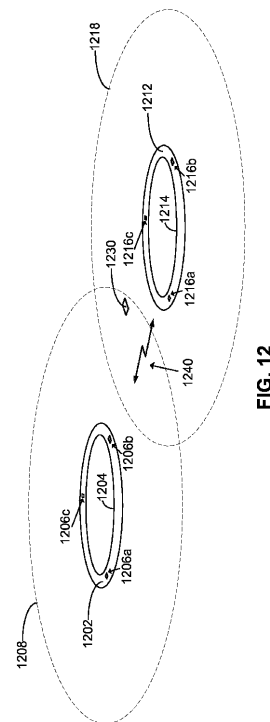
【図 9】



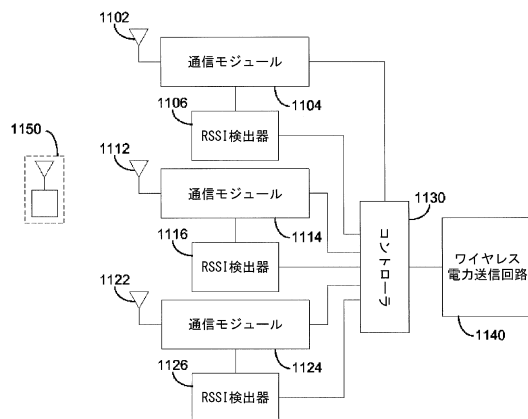
【図 10】



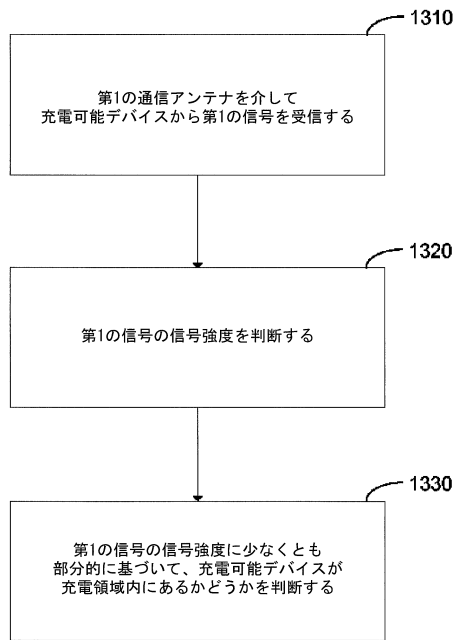
【図 12】



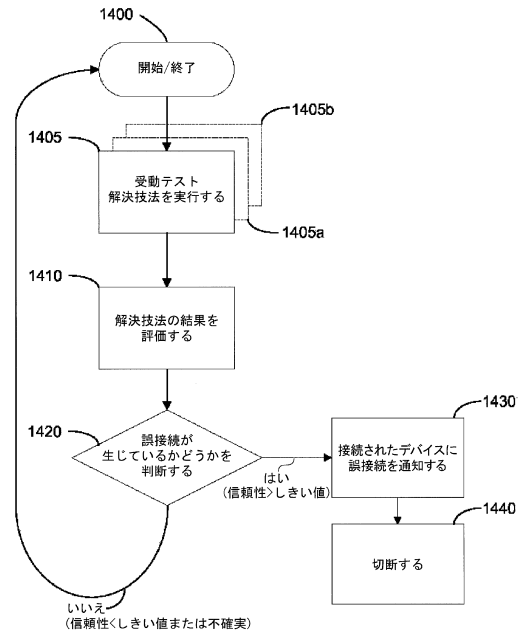
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 エドワード・カラル

アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5 7 7 5

審査官 稲葉 崇

(56)参考文献 国際公開第2 0 1 2 / 0 3 7 2 7 9 (WO, A 1)

特開2 0 0 9 - 2 6 1 1 5 7 (JP, A)

特開2 0 1 1 - 0 7 8 1 9 1 (JP, A)

国際公開第2 0 1 3 / 1 2 8 5 9 7 (WO, A 1)

国際公開第2 0 1 2 / 1 6 4 9 7 3 (WO, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J 5 0 / 0 0 - 5 0 / 9 0

H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2

H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6