

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-509183

(P2014-509183A)

(43) 公表日 平成26年4月10日(2014.4.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 17/00 (2006.01)	HO2J 17/00	B
	HO2J 17/00	X

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2014-501005 (P2014-501005)
 (86) (22) 出願日 平成24年3月22日 (2012. 3. 22)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年9月20日 (2013. 9. 20)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2012/002073
 (87) 国際公開番号 W02012/128569
 (87) 国際公開日 平成24年9月27日 (2012. 9. 27)
 (31) 優先権主張番号 10-2011-0025739
 (32) 優先日 平成23年3月23日 (2011. 3. 23)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 503447036
 サムスン エレクトロニクス カンパニー
 リミテッド
 大韓民国・443-742・キョンギード
 ・スウォンシ・ヨントンク・サムスン
 ーロ・129
 (74) 代理人 110000051
 特許業務法人共生国際特許事務所
 (72) 発明者 キム, ナム ユン
 大韓民国, キョンギード 449-712
 , ヨンインシ, ギフング, ノンソード
 ン, マウント 14-1, サムスン アド
 バンスト インスティテュート オブ テ
 クノロジー 内

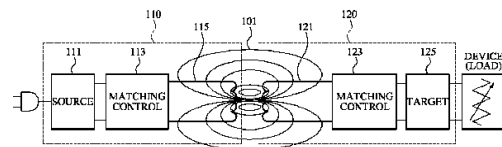
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線電力送信システム及び無線電力送受信制御方法

(57) 【要約】

無線電力送信システム並びに無線電力送信及び無線電力受信制御方法が提供される。一態様によれば無線電力送信の制御方法は、電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出するステップと、前記複数のターゲット装置の内の1つ以上に送信する電力量に基づくか、又は前記複数のターゲット装置の内の1つ以上に対するカップリングファクターに基づくか、又はその両方に基づいて、複数のソース共振部からいずれか1つのソース共振部を選択するステップと、前記選択されたソース共振部を用いてターゲット装置に電力を無線で送信するステップとを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出するステップと、
前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に送信する電力量に基づくか、又は前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターに基づくか、又はその両方に基づいて、複数のソース共振部からいずれか 1 つのソース共振部を選択するステップと、

前記選択されたソース共振部を用いてターゲット装置に電力を無線で送信するステップとを有することを特徴とする無線電力送信の制御方法。

【請求項 2】

前記複数のターゲット装置を検出するステップは、ウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストするステップと、

前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上から前記ウェイクアップリクエスト信号に回答する 1 つ以上の応答信号を受信するステップとを含み、

前記 1 つ以上の応答信号は、当該ターゲット装置の識別子 (ID) 情報、又は当該ターゲット装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 3】

前記複数のターゲット装置を検出するステップは、複数のソース共振部を用いてウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストするステップと、

前記複数のターゲット装置から前記ウェイクアップリクエスト信号に回答する 1 つ以上の応答信号を受信することを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 4】

前記選択するステップは、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に送信する電力量が最も大きいソース共振部を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 5】

前記選択するステップは、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認するステップと、

前記電力量 P 2 より前記電力量 P 1 が予め設定された値よりも大きければ、前記第 1 ソース共振部を選択し、前記電力量 P 1 より前記電力量 P 2 が前記予め設定された値よりも大きければ、前記第 2 ソース共振部を選択するステップとを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 6】

前記第 1 ターゲット装置の共振器である第 1 ターゲット共振器及び前記第 2 ターゲット装置の共振器である第 2 ターゲット共振器は、サイズ又はコイルの巻数が互いに異なることを特徴とする請求項 5 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 7】

前記選択するステップは、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターが最も大きいソース共振部を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 8】

前記選択するステップは、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認するステップと、

前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 及び第 2 ターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターを確認するステップと、

前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部の内から前記カップリングファクター

10

20

30

40

50

がより大きいソース共振部を選択するステップとを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 9】

前記選択するステップは、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認するステップと、

前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 の差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部を交互にターンオン又はターンオフさせるステップとを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 10】

前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置の電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部をターンオフさせるステップと、

前記複数のソース共振部の内の前記ターゲット共振器から電力を無線で受信する低電力デバイスに隣接するソース共振部をターンオンさせるステップとをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 11】

前記選択されたソース共振部から前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信される電力量は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量か、又は前記低電力デバイスで用いられる電力量、又はその両方に基づいて決定されることを特徴とする請求項 10 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 12】

前記選択するステップは、前記選択されたソース共振部をターンオンさせるステップと、

前記選択されたソース共振部以外の 1 つ以上のソース共振部をターンオフさせるステップとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力送信の制御方法。

【請求項 13】

電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出する検出部と、

前記複数のターゲット装置の 1 つ以上に送信する電力量、又は前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクター、又はその両方に基づいて、複数のソース共振部からいずれか 1 つのソース共振部を選択する制御部と、

前記選択されたソース共振部を用いてターゲット装置に電力を無線で送信する電力送信部とを備えることを特徴とする無線電力送信装置。

【請求項 14】

前記検出部は、ウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストし、前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上から前記ウェイクアップリクエスト信号に応答する 1 つ以上の応答信号を受信する通信部を含み、

前記応答信号の内の 1 つ以上は、当該ターゲット装置の識別子 (ID) 情報、又は当該ターゲット装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 15】

前記制御部は、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の 1 つに送信する電力量が最も大きいソース共振部、又は前記複数のターゲット装置の内の 1 つに対するカップリングファクターが最も大きいソース共振部を選択することを特徴とする請求項 13 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 16】

前記制御部は、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認する第 1 プロセッサと、

前記電力量 P 2 より前記電力量 P 1 が予め設定された値よりも大きければ前記第 1 ソース共振部を選択し、前記電力量 P 1 より前記電力量 P 2 が前記予め設定された値よりも大

10

20

30

40

50

きければ前記第 2 ソース共振部を選択し、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が前記設定された値以下であれば、前記第 1 及び第 2 ターゲット装置の内の 1 つに対するカップリングファクターを確認し、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部のうち前記カップリングファクターがより大きいソース共振部を選択する第 2 プロセッサとを含むことを特徴とする請求項 15 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 17】

前記第 2 プロセッサは、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部をターンオン又はターンオフさせることを特徴とする請求項 16 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 18】

前記制御部は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置の電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部をターンオフさせ、前記複数のソース共振部の内の前記ターゲット共振器から電力を無線で受信する低電力デバイスに隣接するソース共振部をターンオンさせることを特徴とする請求項 13 に記載の無線電力送信装置。

10

【請求項 19】

前記選択されたソース共振部から前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信される電力量は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量、又は前記低電力デバイスで用いられる電力量、又はその両方に基づいて決定されることを特徴とする請求項 13 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 20】

前記制御部は、前記低電力デバイスの電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量、又は前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で受信された電力量、又はその両方に基づいて前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信する電力量を制御することを特徴とする請求項 19 に記載の無線電力送信装置。

20

【請求項 21】

前記電力送信部は、複数のソース共振部を含み、

前記複数のソース共振部の内の 1 つ以上は、アレイ状に配列される複数の共振器を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の無線電力送信装置。

【請求項 22】

前記複数のソース共振部のそれぞれは、ソース共振部識別子によって区分され、

前記制御部は、前記複数のソース共振部のソース共振部識別子を用いて前記複数のターゲット装置の位置を認識することを特徴とする請求項 21 に記載の無線電力送信装置。

30

【請求項 23】

無線電力送信装置に、無線電力受信装置の識別子情報、又は前記無線電力受信装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を送信する通信部と、

ソース共振部から無線で電力を受信するか、又は他の無線電力受信装置のターゲット共振器から無線で電力を受信するか、又はその両方を行う電力受信部と、

電力受信が終了すると、負荷の接続を切断する制御部とを備えることを特徴とする無線電力受信装置。

40

【請求項 24】

前記電力受信部は、前記無線電力受信装置で用いられる電力量が前記他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも大きければ、前記ソース共振部から無線で電力を受信し、

前記無線電力受信装置で用いられる電力量が前記他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも小さければ、前記ターゲット共振器から無線で電力を受信することを特徴とする請求項 23 に記載の無線電力受信装置。

【請求項 25】

前記電力受信部は、ターゲット共振器を含み、

前記電力受信部のターゲット共振器は、前記他の無線電力受信装置のターゲット共振器とサイズ又はコイルの巻数が互いに異なることを特徴とする請求項 23 に記載の無線電力

50

受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

以下の開示は、無線電力送信及び受信に関する。

【背景技術】

【0002】

無線電力は、電磁結合によって無線電力送信装置から無線電力受信装置に伝えられるエネルギーを意味する。

したがって、無線電力送信システムは、電力を無線で送信するソース装置と電力を無線で受信するターゲット装置を含む。

ここで、ソース装置は無線電力送信装置と称する。また、ターゲット装置は無線電力受信装置と称する。

【0003】

ソース装置は、ソース共振器を備え、ターゲット装置はターゲット共振器を備える。

ソース共振器とターゲット共振器との間に電磁結合又は共振カップリングが形成される。無線環境の特性上、ソース共振器及びターゲット共振器の間の距離が時間によって変わる可能性が高く、両共振器の整合条件も変化し得る。

これにより電力送信の効率が減少することがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は上記従来の無線電力送信システムを鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、複数の無線電力受信装置へ効率的に電力を送信することのできる無線電力送信システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様によれば無線電力送信の制御方法は、電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出するステップと、前記複数のターゲット装置の内の1つ以上に送信する電力量に基づくか、又は前記複数のターゲット装置の内の1つ以上に対するカップリングファクターに基づくか、又はその両方に基づいて、複数のソース共振部からいずれか1つのソース共振部を選択するステップと、前記選択されたソース共振部を用いてターゲット装置に電力を無線で送信するステップとを有することを特徴とする。

【0006】

前記複数のターゲット装置を検出するステップは、ウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストするステップと、前記複数のターゲット装置の内の1つ以上から前記ウェイクアップリクエスト信号に応答する1つ以上の応答信号を受信するステップとを含み、前記1つ以上の応答信号は、当該ターゲット装置の識別子(ID)情報、又は当該ターゲット装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を含むことが好ましい。

前記複数のターゲット装置を検出するステップは、複数のソース共振部を用いてウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストするステップと、前記複数のターゲット装置から前記ウェイクアップリクエスト信号に応答する1つ以上の応答信号を受信することが好ましい。

前記選択するステップは、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の1つ以上に送信する電力量が最も大きいソース共振部を選択することが好ましい。

前記選択するステップは、第1ソース共振部に隣接する第1ターゲット装置に送信する電力量P1と、第2ソース共振部に隣接する第2ターゲット装置に送信する電力量P2を確認するステップと、前記電力量P2より前記電力量P1が予め設定された値よりも大きければ、前記第1ソース共振部を選択し、前記電力量P1より前記電力量P2が前記予め

10

20

30

40

50

設定された値よりも大きければ、前記第 2 ソース共振部を選択するステップとを含むことが好ましい。

前記第 1 ターゲット装置の共振器である第 1 ターゲット共振器及び前記第 2 ターゲット装置の共振器である第 2 ターゲット共振器は、サイズ又はコイルの巻数が互いに異なることが好ましい。

前記選択するステップは、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターが最も大きいソース共振部を選択することが好ましい。

【 0 0 0 7 】

前記選択するステップは、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認するステップと、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 及び第 2 ターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターを確認するステップと、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部の内から前記カップリングファクターがより大きいソース共振部を選択するステップとを含むことが好ましい。

10

前記選択するステップは、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認するステップと、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 の差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部を交互にターンオン又はターンオフさせるステップとを含むことが好ましい。

20

前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置の電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部をターンオフさせるステップと、前記複数のソース共振部の内の前記ターゲット共振器から電力を無線で受信する低電力デバイスに隣接するソース共振部をターンオンさせるステップとをさらに有することが好ましい。

前記選択されたソース共振部から前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信される電力量は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量か、又は前記低電力デバイスで用いられる電力量、又はその両方に基づいて決定されることが好ましい。

前記選択するステップは、前記選択されたソース共振部をターンオンさせるステップと、前記選択されたソース共振部以外の 1 つ以上のソース共振部をターンオフさせるステップとを含むことが好ましい。

30

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様によれば無線電力送信装置は、電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出する検出部と、前記複数のターゲット装置の 1 つ以上に送信する電力量、又は前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクター、又はその両方に基づいて、複数のソース共振部からいずれか 1 つのソース共振部を選択する制御部と、前記選択されたソース共振部を用いてターゲット装置に電力を無線で送信する電力送信部とを備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

前記検出部は、ウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストし、前記複数のターゲット装置の内の 1 つ以上から前記ウェイクアップリクエスト信号に応答する 1 つ以上の応答信号を受信する通信部を含み、前記応答信号の内の 1 つ以上は、当該ターゲット装置の識別子 (I D) 情報、又は当該ターゲット装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を含むことが好ましい。

40

前記制御部は、前記複数のソース共振部の内から前記複数のターゲット装置の内の 1 つに送信する電力量が最も大きいソース共振部、又は前記複数のターゲット装置の内の 1 つに対するカップリングファクターが最も大きいソース共振部を選択することが好ましい。

前記制御部は、第 1 ソース共振部に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1 と、第 2 ソース共振部に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2 を確認する第

50

1 プロセッサと、前記電力量 P 2 より前記電力量 P 1 が予め設定された値よりも大きければ前記第 1 ソース共振部を選択し、前記電力量 P 1 より前記電力量 P 2 が前記予め設定された値よりも大きければ前記第 2 ソース共振部を選択し、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が前記設定された値以下であれば、前記第 1 及び第 2 ターゲット装置の内の 1 つに対するカップリングファクターを確認し、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部のうち前記カップリングファクターがより大きいソース共振部を選択する第 2 プロセッサとを含むことが好ましい。

前記第 2 プロセッサは、前記電力量 P 1 と前記電力量 P 2 との差が予め設定された値以下であれば、前記第 1 ソース共振部及び前記第 2 ソース共振部をターンオン又はターンオフさせることが好ましい。

前記制御部は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置の電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部をターンオフさせ、前記複数のソース共振部の内の前記ターゲット共振器から電力を無線で受信する低電力デバイスに隣接するソース共振部をターンオンさせることが好ましい。

【0010】

前記選択されたソース共振部から前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信される電力量は、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量、又は前記低電力デバイスで用いられる電力量、又はその両方に基づいて決定されることが好ましい。

前記制御部は、前記低電力デバイスの電力受信が終了すると、前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で用いられる電力量、又は前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置で受信された電力量、又はその両方に基づいて前記選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に無線で送信する電力量を制御することが好ましい。

前記電力送信部は、複数のソース共振部を含み、前記複数のソース共振部の内の 1 つ以上は、アレイ状に配列される複数の共振器を含むことが好ましい。

前記複数のソース共振部のそれぞれは、ソース共振部識別子によって区分され、前記制御部は、前記複数のソース共振部のソース共振部識別子を用いて前記複数のターゲット装置の位置を認識することが好ましい。

【0011】

本発明の一態様によれば無線電力受信装置は、無線電力送信装置に、無線電力受信装置の識別子情報、又は前記無線電力受信装置で用いられる電力量に関する情報、又はその両方を送信する通信部と、ソース共振部から無線で電力を受信するか、又は他の無線電力受信装置のターゲット共振器から無線で電力を受信するか、又はその両方を行う電力受信部と、電力受信が終了すると、負荷の接続を切断する制御部とを備えることを特徴とする。

【0012】

前記電力受信部は、前記無線電力受信装置で用いられる電力量が前記他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも大きければ、前記ソース共振部から無線で電力を受信し、前記無線電力受信装置で用いられる電力量が前記他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも小さければ、前記ターゲット共振器から無線で電力を受信することが好ましい。

前記電力受信部は、ターゲット共振器を含み、前記電力受信部のターゲット共振器は、前記他の無線電力受信装置のターゲット共振器とサイズ又はコイルの巻数が互いに異なることが好ましい。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る無線電力送信の制御方法及び無線電力送信装置並びに無線電力受信装置によれば、複数の無線電力受信装置に効率的な無線電力送信が可能であるという効果がある。従って、複数の無線電力受信装置へ効率的に電力を送信することによって無線電力送信システムの効率を高めることができるという効果がある。

また、異種の無線電力受信装置へ効率的に無線電力を送信することができるという効果

10

20

30

40

50

がある。

また、異種の無線電力受信装置及び同じ種類の無線電力受信装置へ同時に電力を送信することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る無線電力送信システムを示す図である。

【図2】無線電力送信システムでカップリングファクターの算出を説明するための図である。

【図3】本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージングの例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージングの例を示す図である。

10

【図5】本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージングの例を示す図である。

【図6】本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージングの例を示す図である。

【図7】本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージングの例を示す図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る無線電力送信装置の構成を示すブロック図である。

【図9】図8の電力送信部の構成例を示す図である。

【図10】図9のソース共振部の構成例を示す図である。

【図11】本発明の一実施形態に係る無線電力受信装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の一実施形態に係る無線電力送信の制御方法を説明するための図である。

。

【図13】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

20

【図14】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図15】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図16】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図17】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図18】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図19】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図20】本発明での共振器の実施形態を示す図である。

【図21】図13に示した共振器の等価回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

30

次に、本発明に係る無線電力送信の制御方法及び無線電力送信装置並びに無線電力受信装置を実施するための形態の具体例を図面を参照しながら説明する。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態に係る無線電力送信システムを示すブロック図である。

図1を参照すると、ソース装置110は、外部の電圧供給器からエネルギーを受信して電力を発生させるソース部111及びソース共振器115を備える。

また、ソース装置110は、共振周波数又はインピーダンス整合を行う整合制御部113をさらに備えて構成してもよい。

【0017】

ソース部111は、外部の電圧供給器からエネルギーを受信して電力を発生させる。

40

ソース部111は、外部装置から入力される交流信号の信号レベルを所望するレベルに調整するためのAC-ACコンバータ、AC-ACコンバータから出力される交流信号を整流することによって、一定レベルのDC電圧を出力するAC-DCコンバータ、AC-DCコンバータから出力されるDC電圧を高速スイッチングすることで、数MHz～数十MHz帯域のAC信号を生成するDC-ACインバータを含む。

【0018】

整合制御部113は、ソース共振器115の共振帯域幅又はソース共振器115のインピーダンス整合周波数を設定する。

整合制御部113は、ソース共振帯域幅設定部（図示せず）又はソース整合周波数設定部（図示せず）のうち少なくとも1つを含む。ソース共振帯域幅設定部は、ソース共振器

50

115の共振帯域幅を設定する。ソース整合周波数設定部は、ソース共振器115のインピーダンス整合周波数を設定する。

ここで、ソース共振器の共振帯域幅又はソース共振器のインピーダンス整合周波数の設定に応じてソース共振器115のQ-factorが決定されてもよい。

【0019】

ソース共振器115は、電磁気エネルギーをターゲット共振器に伝達する。

すなわち、ソース共振器115は、ターゲット共振器121との電磁結合101によって電力をターゲット装置120に伝達する。

ここで、ソース共振器115は設定された共振帯域幅内で共振する。

【0020】

ターゲット装置120は、ターゲット共振器121、共振周波数、又はインピーダンス整合を行う整合制御部123、及び受信された共振電力を負荷に伝達するためのターゲット部125を備える。

ターゲット共振器121は、ソース共振器115から電磁気エネルギーを受信する。

ここで、ターゲット共振器121は設定された共振帯域幅内で共振する。

【0021】

整合制御部123は、ターゲット共振器121の共振帯域幅又はターゲット共振器121のインピーダンス整合周波数のうち少なくとも1つを設定する。

整合制御部123は、ターゲット共振帯域幅設定部(図示せず)又はターゲット整合周波数設定部(図示せず)のうち少なくとも1つを含む。ターゲット共振帯域幅設定部は、ターゲット共振器121の共振帯域幅を設定する。ターゲット整合周波数設定部は、ターゲット共振器121のインピーダンス整合周波数を設定する。

ここで、ターゲット共振器121の共振帯域幅又はターゲット共振器121のインピーダンス整合周波数の設定に応じてターゲット共振器121のQ-factorを決定する。

【0022】

ターゲット部125は、受信された電力を負荷に伝達する。

ここで、ターゲット部125は、ソース共振器115からターゲット共振器121に受信されるAC信号を整流してDC信号を生成するAC-DCコンバータと、DC信号の信号レベルを調整することによって定格電圧をデバイス又は負荷に供給するDC-DCコンバータを含んでもよい。

【0023】

ソース共振器115及びターゲット共振器121は、ヘリックス(helix)コイル構造の共振器又はスパイラル(spiral)コイル構造の共振器、またはmeta-structured共振器で構成される。

【0024】

一方、ソース共振器115とターゲット共振器121との間の距離が変化したり、2つのうち1つの位置が変わるなどの外部影響によってソース共振器115とターゲット共振器121との間のインピーダンスミスマッチングが発生することがある。

インピーダンスミスマッチングは、電力伝達の効率を減少させる直接的な原因になる。

【0025】

整合制御部113は、送信信号の一部が反射して戻ってくる反射波を検出することでインピーダンスミスマッチングが発生したと判断し、インピーダンス整合を実行する。また、整合制御部113は、反射波の波形分析によって共振ポイントを検出することで共振周波数を変更する。ここで、整合制御部113は、反射波の波形で振幅が最小である周波数を共振周波数として決定する。

【0026】

図2は、距離「d」だけ離れたソース共振器210及びターゲット共振器220を含む無線電力送信システムでカップリングファクターの算出を説明するための図である。

ソース共振器210は「d1」の長さを有し、ターゲット共振器220は「d2」の長

10

20

30

40

50

さを有し、通常垂直方向 (normal / vertical) から時計回りに測定される角度 によって回転され得る。

【0027】

図2を参照すると、ソース共振器210とターゲット共振器220との間のカップリングファクター「K」は、以下の数式(1)のように決定される。

【数1】

$$K = \frac{W_1^2 \times W_2^2 \times \cos(\alpha)}{\sqrt{W_1 \times W_2} \times (W_1^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

10

【0028】

数式(1)において、 W_1 はソース共振器210の共振周波数、 W_2 はターゲット共振器220の共振周波数である。数式(1)によると、「K」は W_1 と W_2 が同一である場合に最大となる。また、 α が「0」に近いほど「K」は大きい値を有する。

一方、図2でソース共振器210の長さ d_1 は「 $2 \times W_1$ 」に設定されてもよく、ターゲット共振器220の長さ d_2 は「 $2 \times W_2$ 」であってもよい。

20

【0029】

図3～図7は、本発明の実施形態に係るマルチターゲットチャージング(charging)の例を示す図である。

図3は、異種の負荷に電力を同時に送信する例を示す図である。

図3を参照すると、ターゲット装置310はソース共振部330に隣接するターゲット装置であり、ターゲット装置320はソース共振部340に隣接するターゲット装置である。

すなわち、ソース共振部330及びソース共振部340がパッド形態である場合、ターゲット装置310はソース共振部330上に置かれ、ターゲット装置320はソース共振部340上に置かれる。

30

【0030】

図3に示した例として、ターゲット装置310は5ワットの電力が必要であり、ターゲット装置320は10ワットの電力が必要である。

すなわち、無線電力送信装置がターゲット装置310に送信する電力量は5ワットであり、無線電力送信装置がターゲット装置320に送信する電力量は10ワットである。

ここで、ターゲット装置310は、ターゲット装置320に比べて「低電力デバイス又は低電力負荷」と称する。「低電力」は10Wよりも小さい電力要求を示し、ターゲット装置320は「高電力デバイス又は高電力負荷」と称する。「高電力」は10W以上である電力要求を示す。このように、負荷又はターゲット装置の種類はターゲット装置に必要な電力量に応じて分類される。

40

【0031】

図3でソース共振部330及びソース共振部340は無線電力送信装置に備えられる。

無線電力送信装置の具体的な構成例は図8を参照して詳細に説明することとする。

本発明の一実施形態によると、無線電力送信装置は、低電力デバイスと高電力デバイスに同時に電力を送信する場合、高電力デバイスに隣接するソース共振部340をオンにし、低電力デバイスに隣接するソース共振部330はオフにする。

【0032】

図3に示した例として、ターゲット装置320はソース共振部340から電力を無線で受信し、ターゲット装置310はターゲット装置320から電力を受信する。

すなわち、ターゲット装置310は、カップリング1のような電磁結合によってターゲ

50

ット装置 3 2 0 から電力を受信する。また、実施形態によりターゲット装置 3 1 0 は、カップリング 2 のような電磁結合によってソース共振部 3 4 0 から電力を受信してもよい。

【 0 0 3 3 】

一方、図 3 に示した例として、ターゲット装置 3 1 0 の共振器である第 1 ターゲット共振器（図示せず）及びターゲット装置 3 2 0 の共振器である第 2 ターゲット共振器（図示せず）は、サイズ又はコイルの巻数が互いに異なる。

例えば、ターゲット装置 3 1 0 の第 1 ターゲット共振器はターゲット共振器 3 2 0 の第 2 ターゲット共振器よりもそのサイズが 1 . 1 ~ 2 倍以上大きくてもよい。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、高電力デバイスの電力受信が終了した場合の例を示す図である。

10

図 4 を参照すると、ターゲット装置 4 1 0 はソース共振部 4 3 0 に隣接するターゲット装置であり、ターゲット装置 4 2 0 はソース共振部 4 4 0 に隣接するターゲット装置である。すなわち、ソース共振部 4 3 0 及びソース共振部 4 4 0 がパッド形態である場合、ターゲット装置 4 1 0 はソース共振部 4 3 0 上に置かれ、ターゲット装置 4 2 0 はソース共振部 4 4 0 上に置かれる。一実施形態において、ターゲット装置は、ソース共振部の隣りに置かれているものと認識されてもよい。

【 0 0 3 5 】

図 4 に示した例として、高電力デバイスのターゲット装置 4 2 0 の電力受信が終了すると、ソース共振部 4 4 0 はターンオフされてソース共振部 4 3 0 はターンオンされる。

したがって、ターゲット装置 4 1 0 はソース共振部 4 3 0 から電力を受信する。

20

ここで、ターゲット装置 4 2 0 の電力受信が終了した場合とは、例えば、ターゲット装置 4 2 0 がソース共振部 4 4 0 から 1 0 ワットの電力を全て受信した場合であってもよい。無線電力送信装置は反射波を検出したり、ターゲット装置からメッセージを受信することによってターゲット装置 4 2 0 の電力受信が終了したことが分かる。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、低電力デバイスの電力受信が終了した場合の例を示す図である。

図 5 を参照すると、ターゲット装置 5 1 0 はソース共振部 5 3 0 に隣接するターゲット装置であり、ターゲット装置 5 2 0 はソース共振部 5 4 0 に隣接するターゲット装置である。すなわち、ソース共振部 5 3 0 及びソース共振部 5 4 0 がパッド形態である場合、ターゲット装置 5 1 0 はソース共振部 5 3 0 上に置かれ、ターゲット装置 5 2 0 はソース共振部 5 4 0 上に置かれる。一実施形態において、ターゲット装置は、ソース共振部の隣りに置かれているものと認識されてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

図 5 に示した例として、低電力デバイスのターゲット装置 5 1 0 の電力受信が終了すると、ターゲット装置 5 1 0 は負荷との接続を切断させる。ターゲット装置 5 1 0 が負荷との接続を切断させると、ターゲット装置 5 1 0 とターゲット装置 5 2 0 との間の電磁結合は形成されない。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、同一の種類に電力を同時に送信する例を示す図である。

図 6 を参照すると、ターゲット装置 6 1 0 はソース共振部 6 3 0 に隣接するターゲット装置であり、ターゲット装置 6 2 0 はソース共振部 6 4 0 に隣接するターゲット装置である。すなわち、ソース共振部 6 3 0 及びソース共振部 6 4 0 がパッド形態である場合、ターゲット装置 6 1 0 はソース共振部 6 3 0 上に置かれ、ターゲット装置 6 2 0 はソース共振部 6 4 0 上に置かれる。一実施形態において、ターゲット装置は、ソース共振部の隣りに置かれているものと認識されてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

図 6 に示した例として、ターゲット装置 6 1 0 及びターゲット装置 6 2 0 は全て低電力デバイスである。

もちろん、図 6 に示したものとは相違して、ターゲット装置 6 1 0 及びターゲット装置 6 2 0 は全て高電力デバイスであってもよい。

50

一実施形態で、ターゲット装置 610 に送信する電力量「P1」とターゲット装置 620 に送信する電力量「P2」の差が予め設定された範囲内である場合、ターゲット装置 610 及びターゲット装置 620 は同じ種類の負荷に分類される。例えば、「P1」と「P2」の差が 2 ワット以下である場合、ターゲット装置 610 及びターゲット装置 620 は同じ種類の負荷に分類されてもよい。

【0040】

負荷の種類が同一である場合、カップリングファクター又は電力送信効率が考慮され得る。すなわち、無線電力送信装置はターゲット装置 610 及びターゲット装置 620 それぞれに対するカップリングファクターを確認し、ソース共振部 610 及びソース共振部 620 のうちカップリングファクターが大きいソース共振部を選択する。

10

ここで、カップリングファクターが大きいソース共振部はターンオンされ、カップリングファクターが小さいソース共振部はターンオフされる。

【0041】

図 6 に示す例として、「ターゲット装置 620 とソース共振部 640 との間のカップリングファクター」は「ターゲット装置 610 とソース共振部 630 との間のカップリングファクター」よりも大きい。

したがって、ソース共振部 640 はターンオンされ、ソース共振部 630 はターンオフされる。

ターゲット装置 610 はカップリング 1 のような電磁結合によってターゲット装置 620 から電力を受信する。また、実施形態に係るターゲット装置 610 は、カップリング 2 のような電磁結合によってソース共振部 640 から電力を受信してもよい。

20

【0042】

無線電力送信装置は、反射電力を測定したり、ターゲット装置 (610、620) それぞれから電力送信効率に関する情報を受信することで、ターゲット装置 (610、620) それぞれに対する電力送信効率を把握することができる。

無線電力送信装置は、ソース共振部 630 及びソース共振部 640 のうち電力送信効率が優れるソース共振部を選択する。

【0043】

図 7 は、同一の種類を負荷に電力を順次送信する例を示す図である。

図 7 を参照すると、ターゲット装置 710 はソース共振部 730 に隣接するターゲット装置であり、ターゲット装置 720 はソース共振部 740 に隣接するターゲット装置である。すなわち、ソース共振部 730 及びソース共振部 740 がパッド形態である場合、ターゲット装置 710 はソース共振部 730 上に置かれ、ターゲット装置 720 はソース共振部 740 上に置かれる。一実施形態において、ターゲット装置は、ソース共振部の隣りに置かれているものと認識されてもよい。

30

ソース共振部 730 及びソース共振部 740 は、交互にターンオン又はターンオフすることで、ターゲット装置 710 及びターゲット装置 720 に同じ量の電力を送信することができる。

【0044】

図 8 は、本発明の一実施形態に係る無線電力送信装置の構成を示すブロック図である。

40

図 8 を参照すると、無線電力送信装置 800 は、検出部 810、制御部 820、及び電力送信部 830 を備える。

また、無線電力送信装置 800 は、電力生成部 840、整合制御部 850、整流部 860、及び定電圧制御部 870 をさらに備えてもよい。

【0045】

検出部 810 は、電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出する。

検出部 810 は、ウェイクアップリクエスト信号をブロードキャストし、複数のターゲット装置それぞれからウェイクアップリクエスト信号に応答する応答信号を受信する通信部を備える。

また、検出部 810 は、反射電力を検出する反射電力検出部をさらに備えてもよい。

50

【 0 0 4 6 】

ここで、応答信号それぞれは、当該ターゲット装置の識別子情報及び当該ターゲット装置で用いられる電力量に関する情報を含んでもよい。

検出部 8 1 0 は、複数のターゲット装置から複数のターゲット装置それぞれの位置情報を受信する。

ここで、複数のターゲット装置それぞれの位置情報は、ソース共振部 (8 3 1、8 3 3、8 3 5、8 3 7) それぞれの識別子情報であってもよい。

【 0 0 4 7 】

例えば、ソース共振部 8 3 1 に隣接する第 1 ターゲット装置は、ソース共振部 8 3 1 からソース共振部 8 3 1 の識別子「S 1」を受信し、受信された「S 1」をウェイクアップリクエスト信号に対する応答信号に含ませて検出部 8 1 0 に送信する。

ここで、ソース共振部 8 3 1 がパッド形態である場合、ソース共振部 8 3 1 上に置かれたターゲット装置はソース共振部 8 3 1 に隣接する第 1 ターゲット装置と称する。

一方、ソース共振部 8 3 1 上に 2 つのターゲット装置が置かれる場合、「当該ターゲット装置で用いられる電力量」は 2 つのターゲット装置それぞれで用いられる電力量を和した値であってもよい。

【 0 0 4 8 】

電力送信部 8 3 0 は、複数のソース共振部 (8 3 1、8 3 3、8 3 5、8 3 7) を含む。

ここで、複数のソース共振部 (8 3 1、8 3 3、8 3 5、8 3 7) のそれぞれは、アレ

レイ状に配列される複数の共振器を含んでもよい。

下記の説明において、ソース共振部 8 3 1 に隣接するターゲット装置を第 1 ターゲット装置と称し、ソース共振部 8 3 3 に隣接するターゲット装置を第 2 ターゲット装置と称する。

【 0 0 4 9 】

制御部 8 2 0 は、「複数のターゲット装置のうち 1 つ以上に送信する電力量」または「複数のターゲット装置のうち 1 つ以上に対するカップリングファクター」に基づいて、複数のデバイスそれぞれに隣接する複数のソース共振部 (8 3 1、8 3 3、8 3 5、8 3 7) のいずれか 1 つのソース共振部を選択する。

ここで、電力送信部 8 3 0 は、制御部 8 2 0 の制御に応じて選択されたソース共振部と選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置のターゲット共振器間の電磁結合によって選択されたソース共振部に隣接するターゲット装置に電力を無線送信する。

【 0 0 5 0 】

制御部 8 2 0 は、複数のソース共振部 (8 3 1、8 3 3、8 3 5、8 3 7) の内の複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に送信する電力量が大きいソース共振部、又は複数のターゲット装置の内の 1 つ以上に対するカップリングファクターが大きいソース共振部を選択する。

ここで、制御部 8 2 0 は、選択されたソース共振部をターンオンさせ、選択されたソース共振部以外のソース共振部をターンオフさせる。

【 0 0 5 1 】

制御部 8 2 0 は「ソース共振部 8 3 1 に隣接する第 1 ターゲット装置に送信する電力量 P 1」と「ソース共振部 8 3 3 に隣接する第 2 ターゲット装置に送信する電力量 P 2」を確認する第 1 プロセッサを含んでもよい。

また、制御部 8 2 0 は、第 2 プロセッサを含んでもよい。第 2 プロセッサは「P 2」より「P 1」が予め設定された値よりも大きければ、ソース共振部 8 3 1 を選択する。

ここで、予め設定された値は、1 ~ 2 0 0 ワットなどの様々な値に設定されてもよい。

【 0 0 5 2 】

また、第 2 プロセッサは、「P 1」より「P 2」が予め設定された値よりも大きければ、ソース共振部 8 3 3 を選択する。

図 3 ~ 図 5 に示した例は、予め設定された値が 4 ワットであり、「P 1」と「P 2」の

10

20

30

40

50

差が4ワットよりも大きい場合である。

また、第2プロセッサは、「P1」と「P2」との差が設定された値以下であれば、第1及び第2ターゲット装置それぞれに対するカップリングファクターを確認してソース共振部831及びソース共振部833のうちカップリングファクターが大きいソース共振部を選択する。

【0053】

図6、図7に示した例は、予め設定された値が1ワットであり、「P1」と「P2」との差が1ワットよりも小さい場合である。

したがって、第2プロセッサは図7に示すように、「P1」と「P2」との差が予め設定された値以下であれば、ソース共振部831及びソース共振部833を交互にターンオン/オフする。

【0054】

制御部820は、選択されたソース共振部831に隣接する第1ターゲット装置の電力受信が終了すると、選択されたソース共振部831をターンオフさせ、複数のソース共振部(833、835、837)のうち電磁結合によってターゲット共振器から電力を無線で受信する低電力デバイスに隣接するソース共振部833をターンオンさせる。

すなわち、図4に示すように、制御部820は選択されたソース共振部831をターンオフさせ、低電力デバイス410に隣接するソース共振部833をターンオンにする。

ここで、図4に示すソース共振部440は図8に示すソース共振部831であり、図4に示すソース共振部430は図8に示すソース共振部833であると仮定する。

【0055】

制御部820は、電力生成部840を制御し、ソース共振部(831、833、835、837)それぞれを介して送信される電力量を制御する。

したがって、制御部820は、選択されたソース共振部831に隣接する第1ターゲット装置で用いられる電力量「P_{HIGH}」及び低電力デバイスで用いられる電力量「P_{LOW}」に基づいて、選択されたソース共振部831から選択されたソース共振部831に隣接する第1ターゲット装置に無線送信される電力量を決定する。

ここで、第1ターゲット装置は高電力デバイスであり、第2ターゲット装置は低電力デバイスであると仮定する。

【0056】

図3に示すように、制御部820の制御に応じて電力生成部840は、ターゲット装置320からターゲット装置310に電磁結合によって送信される電力量に基づいて電力を生成する。

ここで、「P_{HIGH}」及び「P_{LOW}」に基づくということは、第1ターゲット装置に送信される電力量が最小限「P_{HIGH}」よりも大きいことを意味する。

「P_{HIGH}」と「P_{LOW}」との差が大きいほど、第1ターゲット装置と第2ターゲット装置との間の電磁結合が順調に形成され得る。

したがって、「P_{HIGH}」と「P_{LOW}」との差が極めて大きい場合(例えば10ワット以上)には「P_{HIGH}」と「P_{LOW}」との差が小さい場合(例えば5ワット以下)に比べて電力送信の効率がより優れる。

【0057】

制御部820は、低電力デバイスの電力受信が終了すると、「選択されたソース共振部831に隣接する第1ターゲット装置で用いられる電力量」及び「選択されたソース共振部833に隣接する第1ターゲット装置に受信された電力量」に基づいて、選択されたソース共振部833に隣接する第2ターゲット装置に無線送信される電力量を制御する。

【0058】

電力生成部840は、無線電力受信装置に送信される電力を生成する。

電力生成部840は、制御部820の制御により電力を生成する。電力生成部840は、数MHz~数十MHz帯域のスイッチングパルス信号によって一定レベルのDC電流をAC電流に変換することで電力を生成する。

10

20

30

40

50

したがって、電力生成部 840 は、AC/DC インバータを含んで構成される。ここで、一定レベルの DC 電流は、定電圧制御部 870 から提供される。AC/DC インバータは、高速スイッチングのためのスイッチング素子を含む。ここで、スイッチング素子は、スイッチングパルス信号が「high」のときパワーオンされ、スイッチングパルス信号が「Low」のときパワーオフされるよう構成される。

【0059】

整合制御部 850 は、電力送信部 830 と電力生成部 840 との間のインピーダンス整合を行う。

すなわち、整合制御部 850 は、制御部 820 の制御により複数のソース共振部 (831、833、835、837) のインピーダンスを調整する。

整流部 860 は、数十 Hz 帯域の AC 電圧を整流して DC 電圧を生成する。

定電圧制御部 870 は、整流部 860 から DC 電圧の入力を受け、制御部 820 の制御により一定レベルの DC 電圧を出力する。定電圧制御部 870 は一定レベルの DC 電圧を出力するための安定化した回路を含んで構成される。

【0060】

図 9 は、図 8 の電力送信部の構成例を示す図である。

図 9 を参照すると、電力送信部 830 は、4 個のソース共振部 (910、920、930、940) を備える。

4 個のソース共振部 (910、920、930、940) のそれぞれは、1 つの共振器で構成されるか、又は、図 10 に示すようにアレイで構成されてもよい。

【0061】

図 9 を参照すると、ソース共振部 910 でウェイクアップ信号がターゲット装置 960 に送信された後、ウェイクアップ信号に対する応答信号によってターゲット装置 960 が検出される。

ここで、ソース共振部 910 からターゲット装置 960 に送信されるウェイクアップ信号はソース共振部 910 の識別子情報を含む。

【0062】

すなわち、図 8 に示す通信部は、データ通信のために割り当てられた周波数を用いてアウトバンド通信を行い、電力送信部 830 は「共振周波数を使用してターゲット装置とデータを送受信するインバンド通信」を行う。したがって、ウェイクアップ信号に対する応答信号は、インバンド通信によって無線電力送信装置 800 に受信されるか、又はアウトバンド通信によって無線電力送信装置 800 に受信される。

【0063】

一方、一定時間中にウェイクアップ信号に対する応答信号がなければ、次のソース共振器 920 にスイッチングしてもよい。

ソース共振器 920 は、ウェイクアップ信号を送信し、一定時間中にウェイクアップ信号に対する応答信号がなければ、状態をオフ状態に保持する。

上記のような方式でソース共振器 (930、940) でターゲット装置 970 の検出工程が行われる。

【0064】

このように、ソース共振部 (910、920、930、940) が順次ターンオン/オフされてウェイクアップ信号をブロードキャストすることによって、どのようなソース共振部にターゲット装置が隣接しているかを検出することができる。

ソース共振部 (910、920、930、940) のそれぞれはソース共振部識別子によって区分される。

ここで、図 8 に示す制御部 820 は、ソース共振部 (910、920、930、940) のそれぞれのソース共振部識別子を用いて複数のデバイスそれぞれの位置を認識することもある。

【0065】

図 10 は、図 9 のソース共振部の構成例を示す図である。

10

20

30

40

50

図 10 に示すように、ソース共振部 910 又は図 8 のソース共振部 831 は、アレイ状に配列される 4 つ以上のソース共振器 (911、913、915、917) を含み得る。

また、図 10 に示したものと異なり、ソース共振部 910 又は図 8 のソース共振部 831 は 1 つのソース共振器で構成してもよい。

【0066】

図 11 は、本発明の一実施形態に係る無線電力受信装置の構成を示すブロック図である。

図 11 を参照すると、無線電力受信装置 1100 は、通信部 1110、電力受信部 1120、及び制御部 1130 を備える。

また、無線電力受信装置 1100 は、電力供給部 1150 及び負荷経路スイッチ 1140 をさらに備えてもよい。

【0067】

通信部 1110 は、図 8 の無線電力送信装置 800 からウェイクアップリクエスト信号を受信し、ウェイクアップリクエスト信号に対する応答信号を無線電力送信装置 800 に送信する。

ここで、応答信号は「無線電力受信装置の識別子情報」、「隣接するソース共振部から受信されたソース共振部識別子情報」及び「前記無線電力受信装置で用いられる電力量に関する情報」を含んでもよい。

【0068】

また、通信部 1110 は、インバンド通信によって隣接するソース共振部からソース共振部識別子情報を受信し、アウトバンド通信によってソース共振部識別子情報を無線電力送信装置 800 に送信することもある。

ここで、「インバンド」通信とは、電力送信に使用される同じ周波数帯域及び/又は同じチャネルで送信される情報 (例えば、制御情報、データ及び/又はメタデータ) の通信を意味する。「アウトバンド」通信とは、別個の周波数帯域で送信される情報及び/又は電力送信のために分離された、又は専用 (dedicated) チャネルを使用する情報を意味する。

【0069】

電力受信部 1120 は、ソース共振部から無線で電力を受信し、他の無線電力受信装置のターゲット共振器「T_o_t_h_e_r」と電磁結合を形成し、ターゲット共振器「T_o_t_h_e_r」から無線で電力を受信する。

電力受信部 1120 は、無線電力受信装置 1100 で用いられる電力量が他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも大きければ、ソース共振部から無線で電力を受信する。そして、電力受信部 1120 は、無線電力受信装置で用いられる電力量が他の無線電力受信装置で用いられる電力量よりも小さければ、ターゲット共振器「T_o_t_h_e_r」から無線で電力を受信する。

【0070】

電力受信部 1120 は、共振器 1121、共振スイッチ 1123、及び整合制御部 1125 を備える。

共振器 1121 は、図 1 のターゲット共振器 121 と同じ機能を行う。

共振スイッチ 1123 は、制御部 1130 の制御によりターンオン/オフされる。

整合制御部 1125 は、「共振器 1121 と負荷 1160 との間」又は「無線電力送信装置 800 と共振器 1121 との間」のインピーダンス整合を行う。

【0071】

整合制御部 1125 は、反射波を検出するか、又は負荷のインピーダンス変化を検出することによって、インピーダンス整合の実行可否を判断する。

ここで、共振器 1121 は、他の無線電力受信装置のターゲット共振器「T_o_t_h_e_r」とサイズ又はコイルの巻数が異なってもよい。ここで、コイルの巻数は、共振器がコイル形態である場合にコイルの巻回された回数を意味する。

【0072】

10

20

30

40

50

制御部 1 1 3 0 は、電力受信が終了すれば負荷 1 1 6 0 の接続をターンオフさせる。

すなわち、制御部 1 1 3 0 は、電力受信が終了すれば負荷経路スイッチ 1 1 4 0 をターンオフさせる。

負荷経路スイッチ 1 1 4 0 がターンオフされると、共振器 1 1 2 1 はソース共振器と電磁結合を形成することができない。ここで、負荷 1 1 6 0 はバッテリーであってもよく、電力を消費する回路、又は無線電力受信装置 1 1 0 0 に取付け可能な外部装置であってもよい。

【 0 0 7 3 】

制御部 1 1 3 0 は、無線電力送信装置 8 0 0 から無線で受信される電力の電力送信効率を算出する。

無線電力送信装置 8 0 0 が送信電力量「 P_t 」をブロードキャストすると、制御部 1 1 3 0 は「 P_t 」と受信電力量「 P_r 」の比率を算出することによって電力送信効率を算出する。

制御部 1 1 3 0 は、電力送信効率を周期的に算出し、通信部 1 1 1 0 によって電力送信効率に関する情報を無線電力送信装置 8 0 0 に送信する。

また、制御部 1 1 3 0 は負荷 1 1 6 0 の状態をチェックし、負荷 1 1 6 0 へのチャージングが完了すれば、負荷 1 1 6 0 へのチャージが完了したことを無線電力送信装置 8 0 0 に知らせる。

【 0 0 7 4 】

電力供給部 1 1 5 0 は、無線電力送信装置 8 0 0 から無線で受信される電力を負荷 1 1 6 0 に提供する。

電力供給部 1 1 5 0 は、交流電圧を整流することによって DC 電圧を生成する整流部 1 1 5 1 及び整流部 1 1 5 1 から出力される DC 電圧のレベルを調整し、負荷 1 1 6 0 で必要な DC 電圧を生成する DC / DC コンバータ 1 1 5 3 を含む。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 は、本発明の一実施形態に係る無線電力送信の制御方法を説明するための図である。

図 1 2 に示す例として、第 1 無線電力受信装置 1 2 1 0 は高電力負荷であり、第 2 無線電力受信装置 1 2 2 0 は低電力負荷である。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 を参照すると、ステップ 1 2 0 1 において、ソース共振部 8 3 1 はウェイクアップ信号をブロードキャストする。

ソース共振部 8 3 1 でブロードキャストされたウェイクアップ信号は第 1 無線電力受信装置 1 2 1 0 に受信される。予め設定された時間区間 T_1 内に第 1 無線電力受信装置 1 2 1 0 から応答信号が受信されると、無線電力送信装置 8 0 0 は第 1 無線電力受信装置を検出する。また、無線電力送信装置 8 0 0 は、第 1 無線電力受信装置がソース共振部 8 3 1 のカバレッジ内に位置していることが分かる。

ここで、応答信号は、第 1 無線電力受信装置 1 2 1 0 で用いられる電力量に関する情報及び第 1 無線電力受信装置 1 2 1 0 の識別子情報を含む。

【 0 0 7 7 】

ステップ 1 2 0 3 において、ソース共振部 8 3 5 は、ウェイクアップ信号をブロードキャストする。

ソース共振部 8 3 5 でブロードキャストされたウェイクアップ信号は第 2 無線電力受信装置 1 2 2 0 に受信される。予め設定された時間区間 T_2 内に第 2 無線電力受信装置 1 2 2 0 から応答信号が受信されると、無線電力送信装置 8 0 0 は第 2 無線電力受信装置を検出する。また、無線電力送信装置 8 0 0 は、第 2 無線電力受信装置がソース共振部 8 3 5 のカバレッジ内に位置していることが分かる。

ここで、応答信号は、第 2 無線電力受信装置 1 2 2 0 で用いられる電力量に関する情報及び第 2 無線電力受信装置 1 2 2 0 の識別子情報を含む。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

ステップ1201及びステップ1203によって、無線電力送信装置800は電力を無線で受信する複数のターゲット装置を検出する。

すなわち、ステップ1201及びステップ1203は、複数のターゲット装置を検出するステップである。したがって、ステップ1201及びステップ1203で無線電力送信装置800は、複数のソース共振部を用いてウェイクアップリクエスト信号を順次ブロードキャストし、複数のターゲット装置からウェイクアップリクエスト信号に対する応答信号を順次受信する。

【0079】

一方、アウトバンド通信によってターゲット装置を検出する場合、無線電力送信装置800の検出部810は、ステップ1205及びステップ1207でウェイクアップ信号をブロードキャストする。

第1及び第2無線電力受信装置(1210、1220)は、ステップ1209及びステップ1211で応答信号を無線電力送信装置800に送信する。

無線電力送信装置800は、高電力負荷に隣接するソース共振部831を選択し、ステップ1213においてソース共振部831によって第1無線電力受信装置1210に電力を送信する。

ステップ1215において、第2無線電力受信装置1220は第1無線電力受信装置1210と電磁結合を形成し、第1無線電力受信装置1210から電力を受信する。

【0080】

一方、ソース共振器及び/又はターゲット共振器は、ヘリックス(helix)コイル構造の共振器、又は、スパイラル(spiral)コイル構造の共振器、又は「meta-structured」共振器から構成されてもよい。

【0081】

すでに公知の内容であるが、理解の便利のために関連用語について記述する。

全ての物質は固有の透磁率(μ)及び誘電率(ϵ)を有する。透磁率は該当物質で与えられた磁界(magnetic field)に対して発生する磁束密度(magnetic flux density)と真空中でその磁界に対して発生する磁束密度の比を意味する。そして、誘電率は、該当物質で与えられた電界(electric field)に対して発生する電束密度(electric flux density)と真空中でその電界に対して発生する電束密度の比を意味する。

透磁率及び誘電率は与えられた周波数又は波長で該当物質の伝搬定数を決定し、透磁率及び誘電率によってその物質の電磁気特性が決定される。

特に、自然界に存在しない誘電率又は透磁率を有し、人工的に設計された物質をメタ物質といい、メタ物質は極めて大きい波長又は極めて低い周波数領域でも簡単に(すなわち、物質のサイズが多く変わらなくても)共振状態に置かれ得る。

【0082】

図13～図20は、本発明での共振器の実施形態を示す。

図13は、本発明の一実施形態に係る2次元(平面)構造の共振器を示す図である。

図13を参照すると、本発明の一実施形態に係る2次元構造(平面)の共振器は、第1信号導体部分1311、第2信号導体部分1312、及びグラウンド導体部分1313を含む送信線路、キャパシタ1320、整合器1330、及び導体(1341、1342)を備える。

【0083】

図13に示すように、キャパシタ1320は、送信線路で第1信号導体部分1311と第2信号導体部分1312との間に位置に直列に挿入され、それによって電界はキャパシタ1320に閉じ込められるようになる。一般的に、送信線路は上部に少なくとも1つの導体、下部に少なくとも1つの導体を含み、上部にある導体を介して電流が流れ、下部にある導体は電氣的にグラウンドされる。

本明細書では送信線路の上部にある導体を、第1信号導体の部分1311と第2信号導体の部分1312に分類して呼び、送信線路の下部にある導体をグラウンド導体部分13

10

20

30

40

50

13と呼ぶ。

【0084】

図13に示すように、本発明の一実施形態に係る共振器1300は、2次元(平面)構造の形態を有する。

送信線路は、上部に第1信号導体部分1311及び第2信号導体部分1312を含み、下部にグラウンド導体部分1313を含む。

第1信号導体部分1311及び第2信号導体部分1312とグラウンド導体部分1313は互いに向かい合うように配置される。電流は第1信号導体部分1311及び第2信号導体部分1312を通じて流れる。

【0085】

また、図13に示すように、第1信号導体部分1311の一端は導体1342と接続され、他端はキャパシタ1320と接続される。そして、第2信号導体部分1312の一端は導体1341と接続され、他端はキャパシタ1320と接続される。

すなわち、第1信号導体部分1311、第2信号導体部分1312、及びグラウンド導体部分1313、導体(1341、1342)は互いに接続されることによって、共振器1300は電氣的に閉じたループ構造を有する。ここで、「閉じたループ構造」は、円形構造、四角形のような多角形の構造などを含む。

【0086】

キャパシタ1320は送信線路の中部に挿入される。

例えば、キャパシタ1320は第1信号導体部分1311と第2信号導体部分1312との間に挿入される。ここで、キャパシタ1320は、集中素子(lumped element)及び分散素子(distributed element)などの形態を有してもよい。特に、分散素子の形態を有する分散したキャパシタは、ジグザグ形態の導体ラインとその導体ラインとの間に存在する高い誘電率を有する誘電体を含む。

【0087】

キャパシタ1320が送信線路に挿入されることによって共振器1300はメタ物質の特性を有し得る。

ここで、メタ物質とは自然で発見されない特別な電氣的な性質を有する物質として、人工的に設計された構造を有する。自然界で存在する全ての物質は正の透磁率または正の誘電率を有する。大部分の物質で電気場、磁場及びポインティングベクトルに対して右手の法則が適用され、このような物質をRHM(Right Handed Material)という。

しかし、メタ物質は、自然界で存在しない誘電率又は透磁率を有する物質として、誘電率または透磁率の符号によってENG(epsilon negative)物質、MNG(mu negative)物質、DNG(double negative)物質、NRI(negative refractive index)物質、LH(left-handed)物質などに分類される。

【0088】

ここで、集中素子として挿入されたキャパシタ1320のキャパシタンスを適切に調整することによって共振器1300はメタ物質の特性を有し得る。

特に、キャパシタ1320のキャパシタンスを適切に調整することによって、共振器は負の透磁率を有しえるため、本発明の一実施形態に係る共振器1300はMNG共振器と呼ばれる。

後述にて説明するが、キャパシタ1320のキャパシタンスを定める前提(criterion)は様々であり得る。共振器1300がメタ物質の特性を有する前提、共振器1300が対象周波数で負の透磁率を有する前提、共振器1300が対象周波数で零次共振(Zeroth-Order Resonance)の特性を有する前提などがあり、前述した前提のうち少なくとも一つ以上の前提下でキャパシタ1320のキャパシタンスが決定されてもよい。

【0089】

10

20

30

40

50

(MNG)共振器1300は、伝搬定数が0であるときの周波数を共振周波数として有する零次共振の特性を有する。

(MNG)共振器1300は、零次共振特性を有するため、共振周波数は(MNG)共振器1300の物理的なサイズに対して独立的であり得る。すなわち、下記で再び説明するが、(MNG)共振器1300で共振周波数を変更するためにはキャパシタ1320を適切に設計することで充分であるため、(MNG)共振器1300の物理的なサイズを変更しなくてもよい。

【0090】

また、近接フィールドにおいて、電界は送信線路に挿入されたキャパシタ1320に集中するため、キャパシタ1320によって近接フィールドでは磁界がドミナント(dominant)される。そして、(MNG)共振器1300は集中素子のキャパシタ1320を用いて高いQ-ファクター(Q-Factor)を有するため、電力送信の効率を向上させることができる。参考に、Q-ファクターは、無線電力送信において、抵抗損失の程度、又は抵抗に対するリアクタンスの比を表すが、Q-ファクターが大きいほど無線電力送信の効率は大きいものと理解される。

【0091】

また、(MNG)共振器1300はインピーダンス整合のための整合器1330を備えてもよい。ここで、整合器1330は、(MNG)共振器1300の磁界の強度を適切に調整することができ、整合器1330により(MNG)共振器1300のインピーダンスが決定される。

そして、電流はコネクタを介して(MNG)共振器1300に流入するか、(MNG)共振器1300から流出する。ここで、コネクタはグラウンド導体部分1313又は整合器1330と接続される。ただし、コネクタとグラウンド導体部分1313又は整合器1330の間には物理的な連結が形成されてもよく、コネクタとグラウンド導体部分1313又は整合器1330の間に物理的な連結なしでカップリングを介して電力が伝達されてもよい。

【0092】

詳細には、図13に示すように、整合器1330は、共振器1300のループ構造によって形成されるループ内に位置する。整合器1330は、物理的な形態を変更することによって共振器1300のインピーダンスを調整する。

特に、整合器1330は、グラウンド導体部分1313から距離「h」だけ離れた位置にインピーダンス整合のための導体1331を含み、共振器1300のインピーダンスは距離「h」を調整することによって変更される。

【0093】

図13には図に示していないが、整合器1330を制御できるコントローラが存在する場合、整合器1330はコントローラによって生成される制御信号によって整合器1330の物理的な形態を変更してもよい。

例えば、制御信号によって整合器1330の導体1331とグラウンド導体部分1313との間の距離「h」が増加させたり減少させたりする。これによって整合器1330の物理的な形態が変更するため、共振器1300のインピーダンスが調整される。

【0094】

整合器1330は、図13に示すように、導体部分1331のような受動素子のように実現されてもよく、実施形態によってはダイオード、トランジスタなどのような能動素子で実現されてもよい。

能動素子が整合器1330に含まれる場合、能動素子はコントローラによって生成される制御信号に応答して駆動され、その制御信号に応じて共振器1300のインピーダンスは調整される。

例えば、整合器1330には能動素子の一種であるダイオードが含まれてもよく、ダイオードが「on」又は「off」の状態であるかに応じて共振器1300のインピーダンスが調整される。

10

20

30

40

50

また、図13に図に示していないが、(MNG)共振器1300を貫通するマグネチックコアをさらに含んでもよい。このようなマグネチックコアは電力送信距離を増加させる機能を行う。

【0095】

図14は、本発明の一実施形態に係る3次元(立体)構造の共振器を示す図である。

図14を参照すると、本発明の一実施形態に係る3次元(立体)構造の共振器1400は、第1信号導体部分1411、第2信号導体部分1412、及びグラウンド導体部分1413を含む送信線路及びキャパシタ1420を含む。ここで、キャパシタ1420は、送信線路である第1信号導体部分1411と第2信号導体部分1412との間に位置に直列に挿入され、電界はキャパシタ1420に閉じ込められる。

10

【0096】

また、図14に示すように、共振器1400は3次元(立体)構造の形態を有する。

送信線路は、上部に第1信号導体部分1411及び第2信号導体部分1412を含み、下部にグラウンド導体部分1413を含む。第1信号導体部分1411及び第2信号導体部分1412とグラウンド導体部分1413は互いに向かい合うように配置される。電流は、第1信号導体部分1411及び第2信号導体部分1412を通じてx方向に流れ、このような電流によって-y方向に磁界H(w)が発生する。もちろん、図14に示したものと相違して、+y方向に磁界H(w)が発生させることもできる。

【0097】

また、図14に示すように、第1信号導体部分1411の一端は導体1442と電気的に接続され、他端はキャパシタ1420と接続される。そして、第2信号導体部分1412の一端は導体1441と接続され、他端はキャパシタ1420と接続される。すなわち、第1信号導体部分1411、第2信号導体部分1412、及びグラウンド導体部分1413、導体(1441、1442)は互いに接続されることによって、共振器1400は電気的に閉じたループ構造を有する。ここで、「ループ構造」は、円形構造、四角形構造のような多角形の構造などを含み、「ループ構造を含む」ことは電気的に閉じていることを意味する。

20

【0098】

また、図14に示すように、キャパシタ1420は、第1信号導体部分1411と第2信号導体部分1412との間に挿入または位置してもよい。

30

ここで、キャパシタ1420は、集中素子及び分散素子などの形態を有してもよい。特に、分散素子の形態を有する分散したキャパシタは、ジグザグ形態の導体ラインとその導体ラインとの間に存在する高い誘電率を有する誘電体を含む。

【0099】

図14に示すように、キャパシタ1420が送信線路に挿入されることによって共振器1400は前述したようにメタ物質の特性を有し得る。

集中素子として挿入されたキャパシタ1420のキャパシタンスが適切に決定されれば、共振器1400はメタ物質の特性を有する。特に、キャパシタ1420のキャパシタンスを適切に調整することによって、共振器1400は特定の周波数帯域において負の透磁率を有し得るため、本発明の一実施形態に係る共振器1400はMNG共振器と呼ばれる。

40

後述するが、キャパシタ1420のキャパシタンスを定める前提は様々であり得る。共振器1400がメタ物質の特性を有する前提、共振器1400が対象周波数で負の透磁率を有する前提、又は共振器1400が対象周波数で零次共振の特性を有する前提などがあり、上述した前提のうち少なくとも1つの前提下でキャパシタ1420のキャパシタンスを決定してもよい。

【0100】

図14に示すように、MNG共振器1400は、伝搬定数(propagation constant)が0であるときの周波数を共振周波数として有する零次共振の特性を有してもよい。(MNG)共振器1400は零次共振の特性を有するため、共振周波数は

50

(MNG)共振器1400の物理的なサイズに対して独立的であり得る。

(MNG)共振器1400で共振周波数を変更するためにはキャパシタ1420を適切に設計することで充分であるため、(MNG)共振器1400の物理的なサイズを変更しなくてもよい。

【0101】

図14に示すように、(MNG)共振器1400を参照すると、近接フィールドにおいて、電界は送信線路1410に挿入されたキャパシタ1420に集中するため、キャパシタ1420によって近接フィールドでは磁界がドミナントされる。

特に、零次共振の特性を有する(MNG)共振器1400は磁気双極子(magnetic dipole)に類似の特性を有するため、近接フィールドでは磁界がドミナントになり、キャパシタ1420の挿入により発生する少ない量の電界又はそのキャパシタ1420に集中されるため、近接フィールドでは磁界が最もドミナントされる。MNG共振器1400は集中素子のキャパシタ1420を用いて高いQ-ファクターを有するため、電力送信の効率を向上させることができる。

【0102】

また、図14に示すように、(MNG)共振器1400はインピーダンス整合のための整合器1430を備える。

ここで、整合器1430は、(MNG)共振器1400の磁界の強度を適切に調整でき、整合器1430によって(MNG)共振器1400のインピーダンスが決定される。そして、電流はコネクタ1440を介して(MNG)共振器1400に流入するか、(MNG)共振器1400から流出する。ここで、コネクタ1440はグラウンド導体部分1413または整合器1430と接続されてもよい。

【0103】

より詳細には、図14に示すように、整合器1430は共振器1400のループ構造によって形成されるループの内部に位置する。

整合器1430は物理的な形態を変更することによって共振器1400のインピーダンスを調整する。特に、整合器1430はグラウンド導体部分1413から距離「h」だけ離隔された位置にインピーダンス整合のための導体部分1431を含んでもよく、共振器1400のインピーダンスは距離「h」を調整することによって変更され得る。

【0104】

図14には示していないが、整合器1430を制御することのできるコントローラが存在する場合、整合器1430はコントローラによって生成される制御信号に応答して整合器1430の物理的な形態を変更してもよい。

例えば、制御信号に応じて整合器1430の導体1431とグラウンド導体部分1413との間の距離「h」が増加させたり減少させたりし、これにより整合器1430の物理的な形態が変更されることで共振器1400のインピーダンスが調整される。

【0105】

整合器1430の導体1431とグラウンド導体部分1413との間の距離「h」は様々な方式で調整されてもよい。

すなわち、第1に、整合器1430には様々な導体が含まれてもよく、その導体のいずれか1つを適応的に活性化することによって距離「h」が調整され得る。

第2に、導体1431の物理的な位置を上下に調整することによって距離「h」が調整される。このような距離「h」はコントローラの制御信号に応じて制御されてもよく、コントローラは様々なファクターを考慮して制御信号を生成してもよい。コントローラが制御信号を生成することについては下記で説明する。

【0106】

整合器1430は図14に示すように、導体部分1431のような受動素子で実現してもよく、実施形態によってはダイオード、トランジスタなどのような能動素子で実現してもよい。

能動素子が整合器1430に含まれる場合、能動素子はコントローラによって生成され

10

20

30

40

50

る制御信号に応答して駆動し、その制御信号に応じて共振器1400のインピーダンスを調整することができる。例えば、能動素子が整合器1430に含まれたダイオードである場合、ダイオードが「on」又は「off」状態であるかに応じて共振器1400のインピーダンスが調整される。

【0107】

また、図14には明示的に示していないが、(MNG)共振器1400を貫通するマグネチックコアをさらに含んでもよい。このようなマグネチックコアは電力送信距離を増加させる機能を行う。

【0108】

図15は、本発明の一実施形態に係る「bulky type」に設計された無線電力送信のための共振器の例を示す図である。

ここで、別途の継ぎ目なしで1つの一体型として2以上の部分(partition)を互いに接続する類型を「bulky type」と呼ぶ。

図15を参照すると、第1信号導体部分1511と導体1542は個別的に製造された後、互いに接続するのではなく一体型に製造される。同様に、第2信号導体部分1512と導体1541も一体型に製造される。

【0109】

たとえば、第2信号導体部分1512と導体1541が個別的に製造された後互いに接続される場合、継ぎ目1550による導体損失が発生し得る。

ここで、本発明の実施形態によれば、第2信号導体部分1512と導体1541は別途の継ぎ目なしで(seamless)互いに接続され、導体1541とグラウンド導体部分1513も別途の継ぎ目なしで互いに接続されることで、継ぎ目による導体損失を減らすことができる。すなわち、第2信号導体部分1512とグラウンド導体部分1513は別途の継ぎ目なしで一体型に製造される。

同様に、第1信号導体部分1511とグラウンド導体部分1513は別途の継ぎ目なしで1つの一体型に製造される。

整合器1530は、1つ以上の実施形態で説明したものと類似の構造を有するように提供される。

【0110】

図16は、本発明の一実施形態に係る「Hollow type」で設計された無線電力送信のための共振器の例を示す図である。

図16を参照すると、「Hollow type」に設計された無線電力送信のための共振器の第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)それぞれは内部に空いている空間を含む。

ここで、「Hollow type」は、内部に空いている空間を含む構造を意味する用語として使用する。

【0111】

与えられた(所定の)共振周波数において、有効電流は第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)それぞれの全ての部分を介して流れることなく、一部の部分のみを介して流れるものとモデリングしてもよい。

すなわち、与えられた共振周波数において、第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)の厚さがそれぞれの表皮厚さ(skin depth)よりも過度に厚いことは効率的ではない。すなわち、それは共振器1600の重さ又は共振器1600の製造費用を増加させる原因になり得る。

【0112】

したがって、本発明の実施形態によると、与えられた(所定の)共振周波数において、第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)それぞれの表皮厚さに基づいて第1信号導体部分1611、

10

20

30

40

50

第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)それぞれの厚さを適切に決定することができる。

第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)それぞれが該当の表皮厚さよりも大きいながらも適切な厚さを有する場合、共振器1600は軽くなり、共振器1600の製造費用も減少され得る。

【0113】

例えば、図16の円で囲んだ領域に示すように、第2信号導体部分1612の厚さは「 d 」mmに決定してもよく、「 d 」は、

$$d = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

によって決定される。

ここで、 f は周波数、 μ は透磁率、 σ は導体定数を表す。

【0114】

特に、第1信号導体部分1611、第2信号導体部分1612、グラウンド導体部分1613、導体(1641、1642)が銅(copper)として 5.8×10^7 (S m^{-1})の導電率を有する場合、共振周波数が10kHzについては s 表皮厚さが約0.6mmであり、共振周波数が100MHzについては表皮厚さは0.006mmである。

キャパシタ1620及び整合器1630は、上記1つ以上の実施形態で説明したものと類似の構造を有するように提供される。

【0115】

図17は、パラレルシート(parallel-sheet)が適用された無線電力送信のための共振器の例を示す図である。

図17を参照すると、パラレルシートが適用された無線電力送信のための共振器1700に含まれた第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712それぞれにパラレルシートを適用する。

【0116】

第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712は完璧な導体ではないことから、抵抗成分を有することがあり、その抵抗成分によって抵抗損失が発生することがある。このような抵抗損失はQファクターを減少させ、カップリング効率を減少させ得る。

本発明の一実施形態によると、第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712それぞれにパラレルシートを適用することによって抵抗損失を減らし、Qファクター及びカップリングの効率を増加させることができる。

【0117】

図17に示す符号1770の拡大部分を参照すると、パラレルシートが適用される場合、第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712それぞれは複数の導体ラインを含む。この導体ラインは並列に配置され、第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712それぞれの先の部分で互いに接続される。

第1信号導体部分1711、第2信号導体部分1712それぞれにパラレルシートを適用する場合、導体ラインが並列に配置されるため、導体ラインが有する抵抗成分の合計は減少する。したがって、抵抗損失を減らし、Qファクター及びカップリング効率を増加させることができる。

グラウンド導体部分1713上に位置するキャパシタ1720及び整合器1730は、上記1つ以上の実施形態で説明したものと類似の構造を有するように提供される。

【0118】

図18は、分散型キャパシタを含む無線電力送信のための共振器の例を示す図である。

10

20

30

40

50

図18を参照すると、無線電力送信のための共振器に含まれるキャパシタ1820は分散型キャパシタである。

集中素子としてのキャパシタは相対的に高い等価直列抵抗 (Equivalent Series Resistance: ESR) を有し得る。集中素子としてのキャパシタが有するESRを減らすための様々な提案があるものの、本発明の実施形態は分散素子としてのキャパシタ1820を用いることによってESRを減らす。参考に、ESRによる損失はQファクター及びカップリング効率を減少させることがある。

【0119】

分散素子としてのキャパシタ1820は、図18に示すように、ジグザグ構造の導体ライン及び誘電体で実現される。すなわち、分散素子としてのキャパシタ1820はジグザグ構造の導体ライン及び誘電体で実現される。

それだけではなく、図18に示すように、本発明の実施形態は分散素子としてのキャパシタ1820を用いることによって、ESRによる損失を減らすことができ、複数の集中素子としてのキャパシタを並列的に用いることによってESRによる損失を減らすことができる。

なぜなら、集中素子としてのキャパシタそれぞれが有する抵抗成分は並列接続によって小さくなるため、並列的に接続された集中素子としてのキャパシタの有効抵抗も小さくなり、したがって、ESRによる損失を減らすことができる。例えば、10pFのキャパシタ1つを用いることを1pFのキャパシタ10個を用いるものと代替することによってESRによる損失を減らすことができる。

【0120】

図19は、図13に示した2次元(平面)共振器の整合器1330の一例を示す図であり、図20は図14に示した3次元(立体)共振器の整合器1430の一例を示す図である。

【0121】

図19を参照すると、整合器は、導体1331、導体1332及び導体1333を含み、導体1332及び導体1333は送信線路のグラウンド導体部分1313及び導体1331と接続される。

導体1331とグラウンド導体部分1313との間の距離「h」により2次元(平面)共振器のインピーダンスは決定され、導体1331とグラウンド導体部分1313との間の距離「h」はコントローラによって制御される。導体1331とグラウンド導体部分1313との間の距離「h」は様々な方式で調整されてもよく、導体1331になり得る様々な導体のいずれか1つを適応的に活性化することによって距離「h」を調整する方式、導体1331の物理的な位置を上下に調整することで距離「h」を調整する方式などがあり得る。

【0122】

図20を参照すると、整合器1430は、導体1431、導体1432及び導体1433、導体941及び導体942を備える。導体1432及び導体1433は送信線路のグラウンド導体部分1413及び導体1431と接続される。

導体1431とグラウンド導体部分1413との間の距離「h」により3次元(立体)共振器のインピーダンスは決定され、導体1431とグラウンド導体部分1413との間の距離「h」はコントローラによって制御される。2次元(平面)構造の共振器に含まれる整合器と同様に、3次元(立体)構造の共振器に含まれる整合器でも導体1431とグラウンド導体部分1413との間の距離「h」は様々な方式で調整されてもよい。例えば、導体1431になり得る様々な導体のいずれか1つを適応的に活性化することによって距離「h」を調整する方式、導体1431の物理的な位置を上下に調整することで距離「h」を調整する方式などがあり得る。

【0123】

図に示していないが、本発明の一実施形態に係る整合器は能動素子を含んでもよく、能動素子を用いて共振器のインピーダンスを調整する方式は上述した内容に類似する。

10

20

30

40

50

すなわち、能動素子を用いて整合器を通じて流れる電流の経路を変更することによって、共振器のインピーダンスを調整することができる。

【0124】

図21は図13に示した共振器の等価回路図である。

図13に示した無線電力送信のための共振器は、図21に示す等価回路でモデリングできる。

図21の等価回路で L_R は電力送信線路のインダクタンスを示し、 C_L は図13の送信線路の中断部に集中素子の形態に挿入されたキャパシタ1320を示し、 C_R は電力送信及び/又はグラウンドとの間のキャパシタを示す。

【0125】

ここで、図13に示す無線電力送信のための共振器は零次共振特性を有する。

すなわち、伝搬定数が0である場合、無線電力送信のための共振器は M_{ZR} を共振周波数として有すると仮定する。

ここで、共振周波数 M_{ZR} は下記の数式(2)のように表現される。ここで、 M_{ZR} は「Mu Zero Resonator」を意味する。

【0126】

【数2】

$$\omega_{MZR} = \frac{1}{\sqrt{L_R C_L}}$$

(2)

【0127】

数式(2)を参照すると、共振器の共振周波数 M_{ZR} は L_R / C_L によって決定することができ、共振周波数 M_{ZR} と共振器の物理的なサイズは互いに独立的である。

したがって、共振周波数 M_{ZR} と共振器の物理的なサイズが互いに独立的であるため、共振器の物理的なサイズは十分に小さくなり得る。

【0128】

本発明の一実施形態に係る方法は、多様なコンピュータ手段によって行うことができるプログラム命令の形態で実現されても良く、かかるプログラム命令は、コンピュータ読み出し可能記録媒体に記録されてもよい。

コンピュータ読み出し可能記録媒体は、プログラム命令、データファイル、データ構造などを単独又は組み合わせたものを含んでもよい。記録媒体に記録されるプログラム命令は、本発明のために特別に設計して構成されたものでもよく、コンピュータソフトウェア分野の技術を有する当業者にとって公知のものであり使用可能なものであってもよい。

【0129】

以上のように本発明を限定された実施形態と図面によって説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明が属する分野における通常の知識を有する者であれば、このような記載から多様な修正及び変形が可能である。

したがって、本発明の範囲は、説明された実施形態に限定されて定められるものではなく、特許請求の範囲及び特許請求の範囲と均等なものなどによって定められるものである。

【符号の説明】

【0130】

- 101 電磁結合
- 110 ソース装置
- 111 ソース部
- 113 整合制御部

10

20

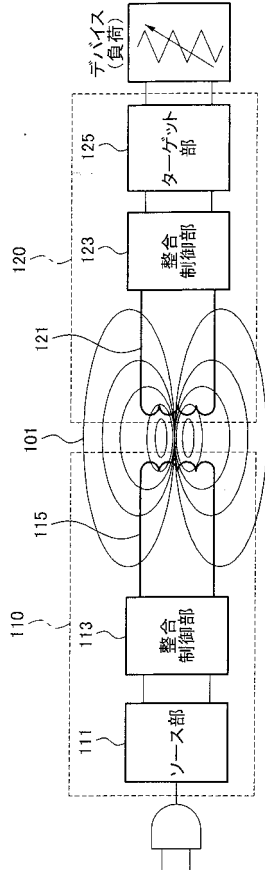
30

40

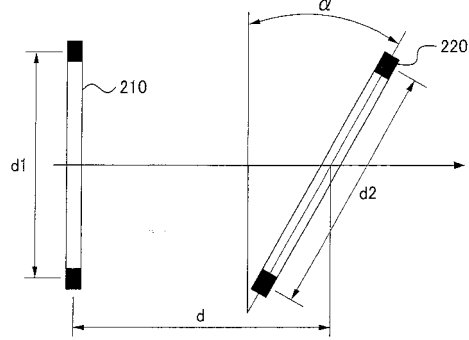
50

1 1 5、2 1 0	ソース共振器	
1 2 0	ターゲット装置	
1 2 1、2 2 0	ターゲット共振器	
1 2 3	整合制御部	
1 2 5	ターゲット部	
8 0 0	無線電力送信装置	
8 1 0	検出部	
8 2 0	制御部	
8 3 0	電力送信部	
8 3 1 ~ 8 3 7	ソース共振部	10
8 4 0	電力生成部	
8 5 0	整合制御部	
8 6 0	整流部	
8 7 0	定電圧制御部	
1 1 0 0	無線電力受信装置	
1 1 1 0	通信部	
1 1 2 1	共振器	
1 1 2 3	共振スイッチ	
1 1 2 5	整合制御部	
1 1 2 0	電力受信部	20
1 1 3 0	制御部	
1 1 4 0	負荷経路スイッチ	
1 1 5 0	電力供給部	
1 1 5 1	整流部	
1 1 5 3	D C / D C コンバータ	
1 1 6 0	負荷	

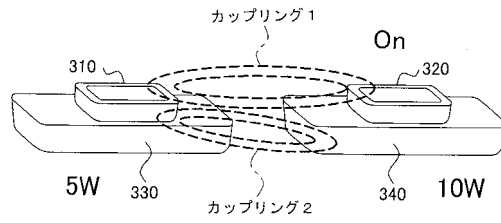
【図1】



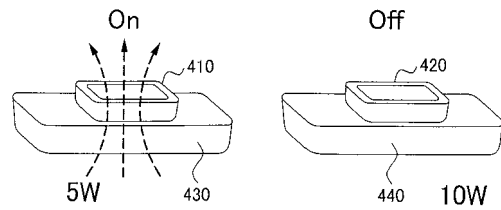
【図2】



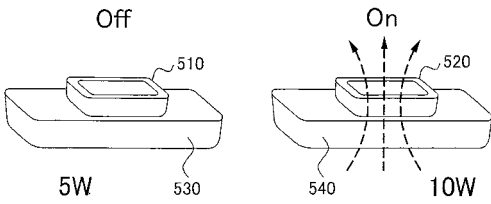
【図3】



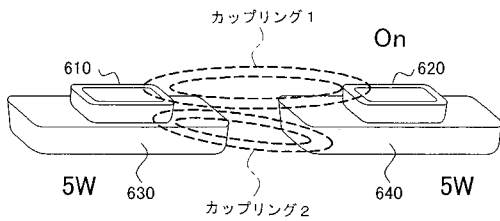
【図4】



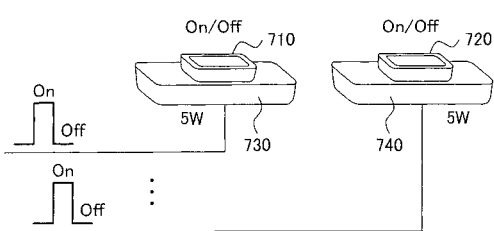
【図5】



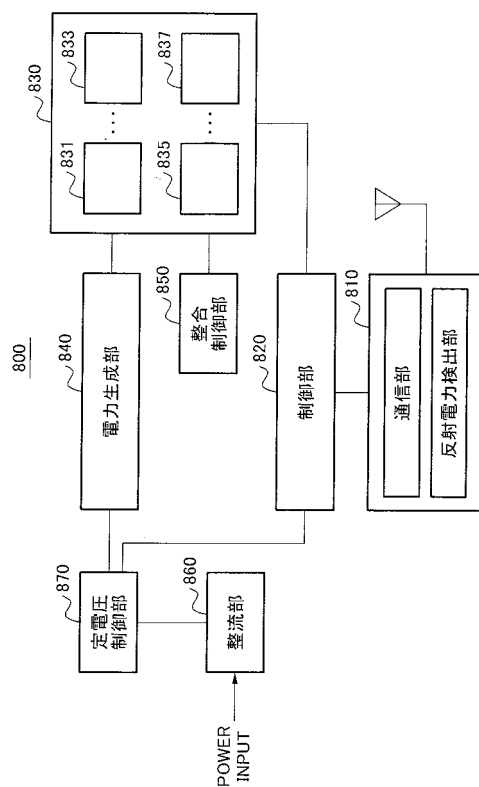
【図6】



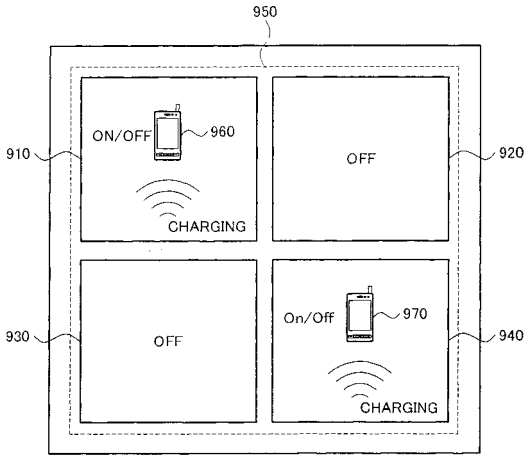
【図7】



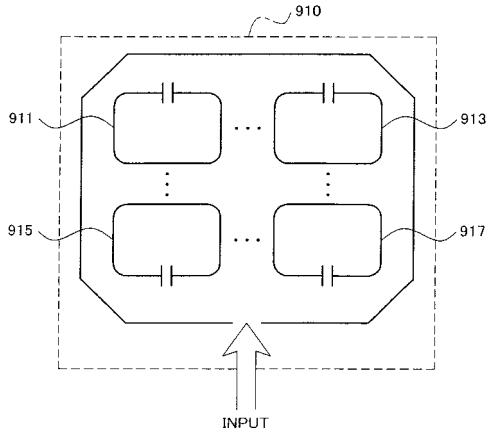
【図8】



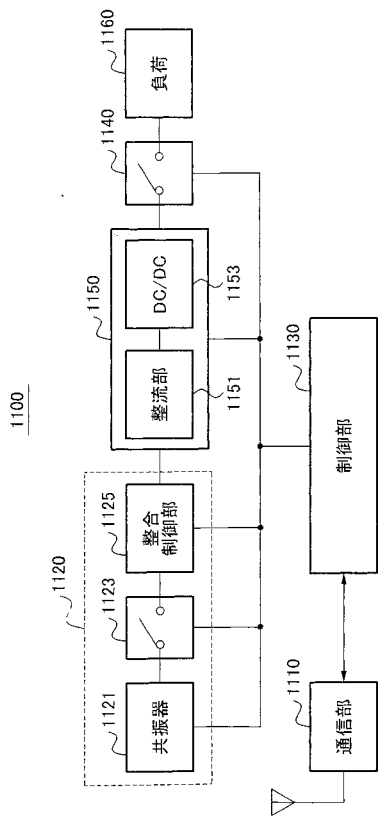
【 図 9 】



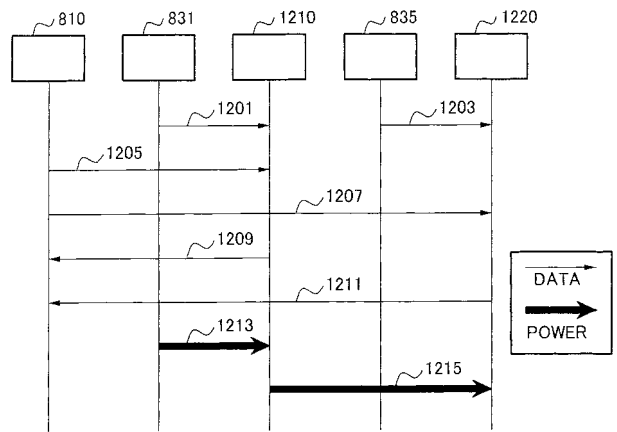
【 図 1 0 】



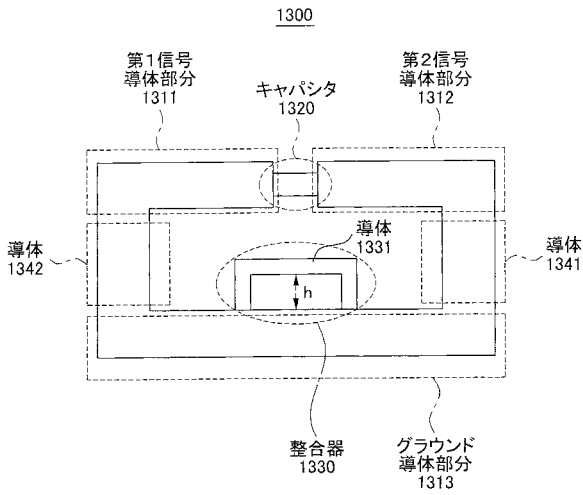
【 図 1 1 】



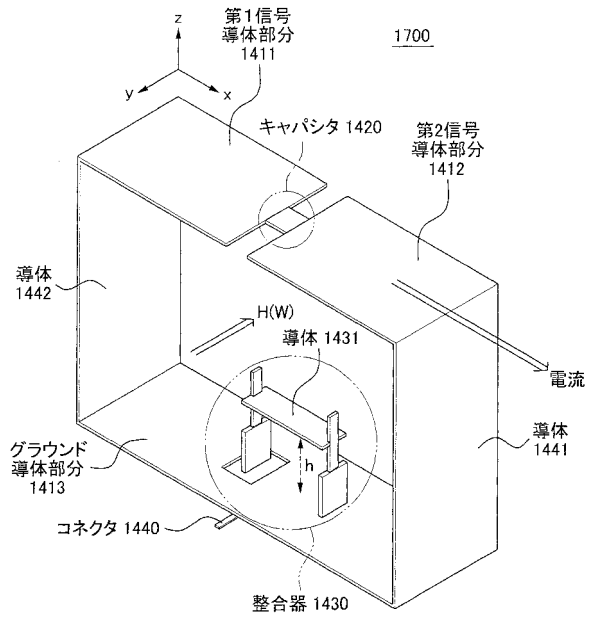
【 図 1 2 】



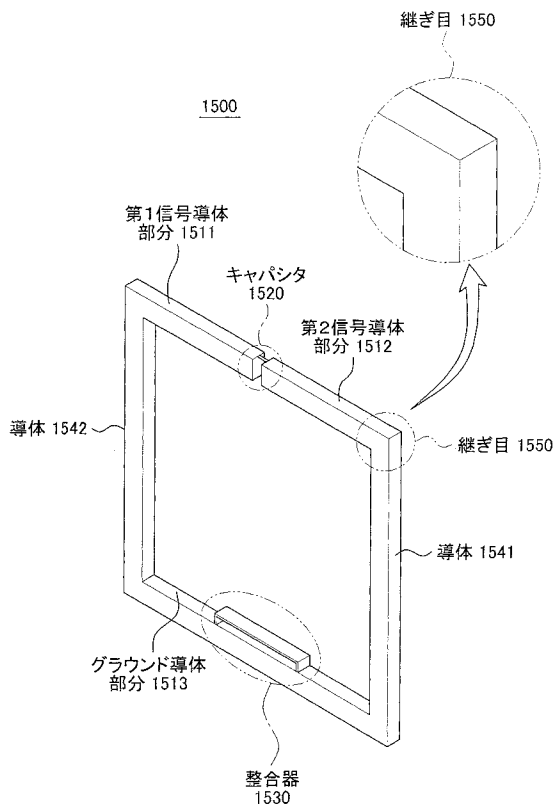
【 図 1 3 】



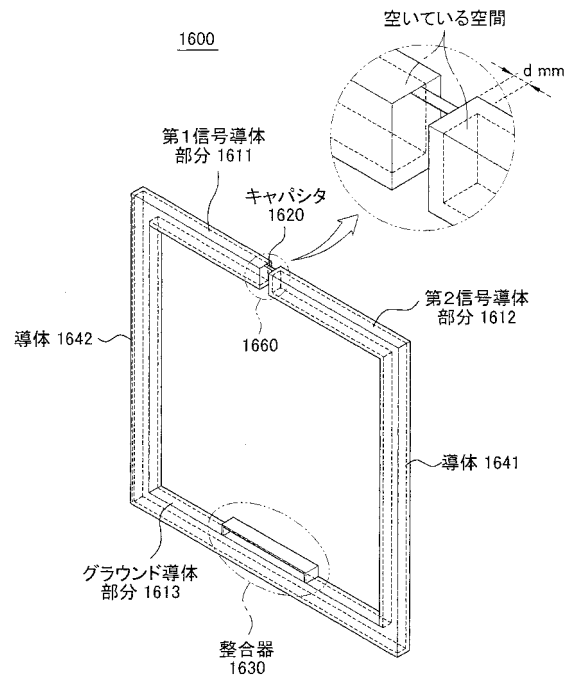
【 図 1 4 】



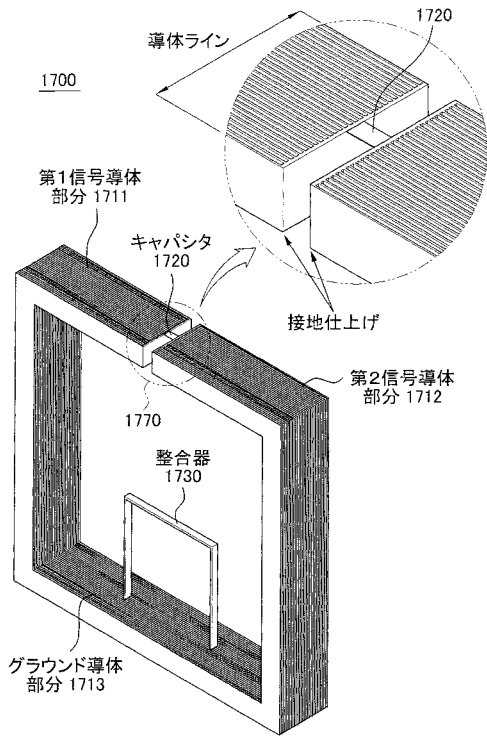
【 図 1 5 】



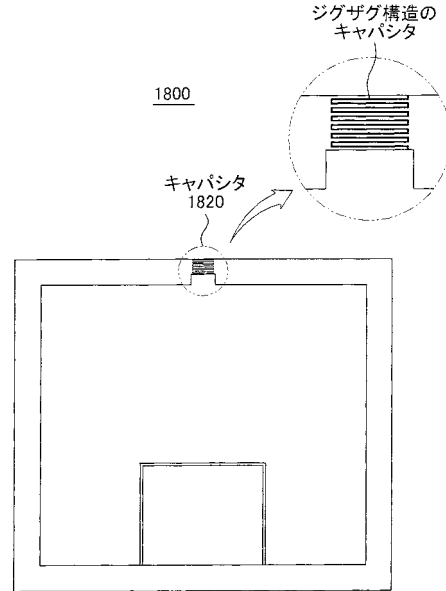
【 図 1 6 】



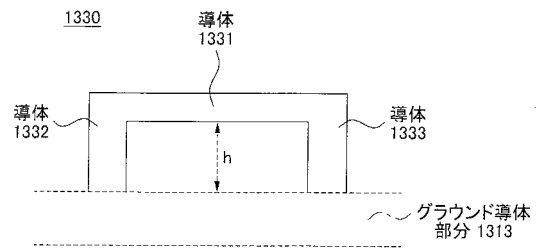
【 図 1 7 】



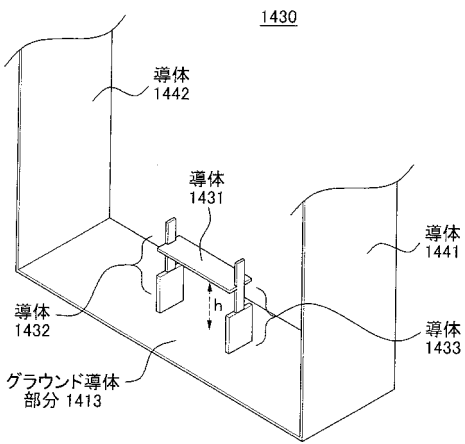
【 図 1 8 】



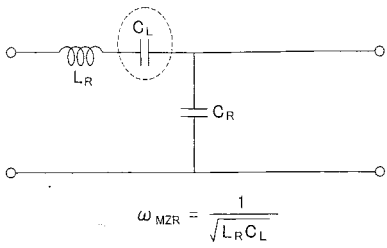
【 図 1 9 】





【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/KR2012/002073
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04B 5/02(2006.01)i, H02J 17/00(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B 5/02; H02J 17/00; H02J 7/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: wireless, power		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009-0140691 A1 (JUNG CHUN-KIL) 04 June 2009 See the abstract and figures 4-5.	1-25
A	US 2010-0194335 A1 (KIRBY MILES A. et al.) 05 August 2010 See the abstract and claim 1.	1-25
A	KR 10-2010-0026075 A (JC PROTEK CO., LTD.) 10 March 2010 See the abstract and claims 1-2.	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 26 SEPTEMBER 2012 (26.09.2012)		Date of mailing of the international search report 27 SEPTEMBER 2012 (27.09.2012)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer SOHN, Hyun-Woong Telephone No. 82-42-481-5973 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/002073

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009-0140691 A1	04.06.2009	CN 101447683 A	03.06.2009
		EP 2066001 A2	03.06.2009
		JP 2009-136133 A	18.06.2009
		KR 10-0971734 B1	21.07.2010
		KR 10-0971737 B1	21.07.2010
		KR 10-0998683 B1	07.12.2010
		US 8102147 B2	24.01.2012
		WO 2009-069844 A1	04.06.2009
		US 2010-0194335 A1	05.08.2010
CN 102369645 A	07.03.2012		
EP 2371048 A1	05.10.2011		
EP 2406864 A1	18.01.2012		
JP 2012-516665 A	19.07.2012		
JP 2012-520057 A	30.08.2012		
KR 10-2011-0096543 A	30.08.2011		
KR 10-2011-0127243 A	24.11.2011		
TW 201101639 A	01.01.2011		
TW 201101646 A	01.01.2011		
US 2010-0225270 A1	09.09.2010		
WO 2010-057224 A1	20.05.2010		
WO 2010-104803 A1	16.09.2010		
KR 10-2010-0026075 A	10.03.2010		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, T
J, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, R
O, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, H
U, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO
, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA

(72)発明者 クォン, サン ウク

大韓民国, ギョンギ - ド 449 - 712, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, マウント
14 - 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー 内

(72)発明者 パク, ユン グォン

大韓民国, ギョンギ - ド 449 - 712, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, マウント
14 - 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー 内