

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-143093

(P2012-143093A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 B	5G503
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 17/00 X	5H030
H01M 10/44 (2006.01)	H02J 7/00 301D	
	H01M 10/44 Z	
	H01M 10/44 A	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-251 (P2011-251)
(22) 出願日 平成23年1月4日 (2011.1.4)

(71) 出願人 708002676
宇都宮 侯武
東京都渋谷区広尾4丁目1番14-404号
(71) 出願人 000116024
ローム株式会社
京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100133514
弁理士 寺山 啓進
(74) 代理人 100122910
弁理士 三好 広之
(74) 代理人 100117064
弁理士 伊藤 市太郎

最終頁に続く

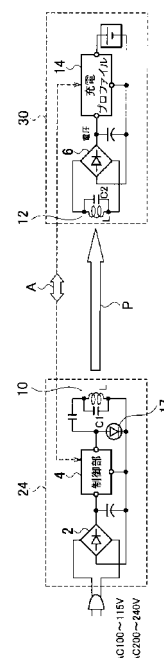
(54) 【発明の名称】 近接無線充電ACアダプタ

(57) 【要約】

【課題】磁気的疎結合で、携帯機器の動作に影響を与えず、かつ相対的に高効率の電力伝送効率を得ることができ、携帯機器間で共用化された近接無線充電ACアダプタを提供する。

【解決手段】AC端子に接続された第1ダイオードブリッジ2と、第1ダイオードブリッジ2に接続されたチョッパ制御部4と、チョッパ制御部4に接続された1次側共振容量C1と、1次側共振容量C1に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において1次側共振容量C1と同調する1次側コイル10と、携帯機器30に内蔵される2次側コイル12と、2次側コイル12に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において同調する2次側共振容量C2とを備え、所定の電力搬送波周波数帯域において1次側コイル10と2次側コイル12とを同調することにより動作インピーダンスを下げ、磁気的疎結合によって、携帯機器を非接触で充電する近接無線充電ACアダプタ24。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

A C 端子に接続された第 1 ダイオードブリッジと、
前記第 1 ダイオードブリッジに接続されたチョッパ制御部と、
前記チョッパ制御部に接続された 1 次側共振容量と、
前記 1 次側共振容量に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において前記 1 次側共振容量と同調する 1 次側コイルと、
携帯機器に内蔵される 2 次側コイルと、
前記 2 次側コイルに接続され、前記所定の電力搬送波周波数帯域において前記 2 次側コイルと同調する 2 次側共振容量と

10

を備え、前記所定の電力搬送波周波数帯域において前記 1 次側コイルと前記 2 次側コイルとを同調することにより動作インピーダンスを下げ、磁氣的疎結合によって、前記携帯機器を非接触で充電することを特徴とする近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 2】

前記所定の電力搬送波周波数帯域は、3 MHz ~ 30 MHz の短波帯域であることを特徴とする請求項 1 に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 3】

前記 1 次側コイルおよび前記 2 次側コイルは、いずれも等価半径 2 cm ~ 8 cm、巻数 1 ~ 10、銅容量 1 cc ~ 10 cc を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

20

【請求項 4】

前記 1 次側コイルと前記 2 次側コイルとの磁氣的結合係数は、0.5 以下の疎結合であり、かつ電力伝送効率は 70 % 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 5】

前記チョッパ制御部は、前記 1 次側コイルの共振周波数と、前記 2 次側コイルの共振周波数とをそれぞれ検出することによって同調を制御することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 6】

前記 A C 端子の A C 電圧を前記第 1 ダイオードブリッジによってブリッジ整流された電圧は、前記チョッパ制御部において低電圧に変換され、前記 A C 電圧の A C 入力に対応して自動電圧調整されることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

30

【請求項 7】

前記携帯機器は前記近接無線充電 A C アダプタに近接されたときに、入力電圧の検出情報を含む帰還情報を前記近接無線充電 A C アダプタに無線伝送し、前記近接無線充電 A C アダプタ内部では前記帰還情報を受け取り、前記チョッパ制御部に伝送することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 8】

前記携帯機器は、前記 2 次側コイルに接続された第 2 ダイオードブリッジと、前記第 2 ダイオードブリッジに接続された充電プロファイル I C とを備え、前記携帯機器が前記近接無線充電 A C アダプタに近接されたときに、入力電圧の検出情報を含む帰還情報を前記充電プロファイル I C から前記チョッパ制御部に無線伝送することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

40

【請求項 9】

前記チョッパ制御部と前記充電プロファイル I C 間は、双方向通信可能であることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の近接無線充電 A C アダプタ。

【請求項 10】

前記携帯機器が、携帯電話であるときは、前記近接無線充電 A C アダプタの充電台の上に前記携帯電話を搭載し、前記携帯機器が、ノートブックコンピュータであるときは、前

50

記ノートブックコンピュータの横に前記近接無線充電ＡＣアダプタの充電台を配置し、複数の携帯機器が単一の充電台を共有可能としたことを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の近接無線充電ＡＣアダプタ。

【請求項１１】

前記所定の電力搬送波周波数帯域において、前記携帯機器のシャーシ、プリント基板、搭載部品またはその組み合わせが共振特性を持たず、非接触電力伝送に於けるそれらの異物が、低インピーダンスで結合された前記１次側コイルおよび前記２次側コイルに対して、相対的に高インピーダンスであることを特徴とする請求項１０に記載の近接無線充電ＡＣアダプタ。

【請求項１２】

前記１次側コイルによって前記２次側コイルを検出することによって、充電対象を選択的に特定し、前記所定の電力搬送波周波数を変調した双方向通信で確認する前に、異物と区別出来るようにしたことを特徴とする請求項１０に記載の近接無線充電ＡＣアダプタ。

【請求項１３】

前記近接無線充電ＡＣアダプタ内に前記１次側コイルを複数配置し、前記携帯機器が、携帯電話であるときは、前記１次側コイルを切り替えることで、前記近接無線充電ＡＣアダプタの充電台の上に搭載する前記携帯電話の正確な位置を要求せず、前記携帯機器が、ノートブックコンピュータであるときは、前記ノートブックコンピュータの横に前記近接無線充電ＡＣアダプタを配置して駆動する際に、前記１次側コイルが複数であることによって、前記１次側コイルが１個の場合に比べ相対的に高い電力伝送効率を得ることを特徴とする請求項１０に記載の近接無線充電ＡＣアダプタ。

【請求項１４】

前記近接無線充電ＡＣアダプタの充電台を前記ノートブックコンピュータの横に配置して駆動するときに、前記携帯電話も前記充電台の上に搭載して、時分割で交互に前記ノートブックコンピュータと前記携帯電話を充電・駆動することを特徴とする請求項１０に記載の近接無線充電ＡＣアダプタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、近接無線充電ＡＣアダプタに関し、特に、磁氣的疎結合で、かつ相対的に高効率の電力伝送効率を得ることができ、携帯機器間で共用化される近接無線充電ＡＣアダプタに関する。

【背景技術】

【０００２】

携帯電話やノートブックコンピュータ、デジタルカメラ、電子玩具などのモバイル可能な電子機器に電力を供給する電力供給システムとして、１つの送電装置で異なる種類の電子機器に電力を供給可能な電力供給システムが開示されている（例えば、特許文献１参照）。特許文献１の電力供給システムは、１次側コイルと、商用電源を整流して得た直流電圧をスイッチングしたパルス電圧を１次側コイルに与える１次側回路とを有する送信装置と、１次側コイルと磁気結合される２次側コイルと、２次側コイルに誘起される誘起電圧を整流平滑する２次側回路とを有する携帯電話機とからなる。

【０００３】

従来の鉄心絶縁変圧器（磁芯トランス）を用いた専用ケーブル接続充電ＡＣアダプタの模式的回路構成は、図１３（ａ）に示すように表され、別の従来のフェライトコアによる高周波トランスを用いたチョッパ型充電器による充電ＡＣアダプタの模式的回路構成は、図１３（ｂ）に示すように表される。

【０００４】

従来の充電ＡＣアダプタ２４ａは、図１３（ａ）に示すように、例えば、ＡＣ１００～１１５Ｖ、或いはＡＣ２００～２４０ＶのＡＣ端子に接続された磁芯トランス１３と、磁芯トランス１３の２次側に接続されたダイオードブリッジ２と、ダイオードブリッジ２に

10

20

30

40

50

接続された安定化電圧回路 3 と、安定化電圧回路 3 に接続された DC 出力端子 16 とを備える。更に、充電 AC アダプタ 24 a は、専用ケーブル 8 a を介して、例えば、充電プロファイル IC (集積回路) 14 を備えるノートブックコンピュータ 20 などの携帯機器に接続される。LED インジケータ 19 は AC 接続中のみ点灯する。

【0005】

AC アダプタ 24 b は、図 13 (b) に示すように、例えば、AC 100 ~ 115 V、或いは AC 200 ~ 240 V の AC 端子に接続されたダイオードブリッジ 2 と、ダイオードブリッジ 2 に接続され、チョッパ周波数 f_c を有するチョッパ回路 5 と、チョッパ回路 5 に接続されたフェライトコア高周波トランス 11 と、フェライトコア高周波トランス 11 の 2 次側に接続されたダイオードブリッジ 6 と、ダイオードブリッジ 6 に接続され、バンドギャップ電圧基準に基づいて動作する電圧検出回路 9 と、電圧検出回路 9 に接続された DC 出力端子 16 と、電圧検出回路 9 とチョッパ回路 5 間に接続され、電圧検出回路 9 の電圧検出誤差信号をチョッパ回路 5 に帰還するフォトブラ 7 とを備える。更に、充電 AC アダプタ 24 b は、専用コネクタ 8 b を介して、例えば、充電プロファイル IC 14 を備える携帯電話 22 などの携帯機器に接続されている。従来のチョッパ型の充電 AC アダプタ 24 b は、携帯機器の付属品として通常は同梱して供給し、携帯機器の寿命と共に無用となるものである。

10

【0006】

従来のチョッパ型の充電 AC アダプタ 24 b においては、フェライトコア高周波トランス 11 の大きさは、チョッパ周波数 f_c が高くなるほど小型化可能であるが、一方でチョッパ回路 5 内に配置され、チョッパ周波数でスイッチング動作をするトランジスタの損失は、チョッパ周波数 f_c が高くなるほど大きくなる。このため、従来のチョッパ型の充電 AC アダプタ 24 b においては、フェライトコア高周波トランス 11 の小型化とチョッパ周波数でスイッチング動作をするトランジスタの損失との間にトレードオフ関係があり、このトレードオフが最適になるように設計されていた。

20

【0007】

一方、非接触給電システムについても既に開示されている (例えば、特許文献 2 ~ 13 参照。)。

【0008】

従来の非接触充電器は、例えば、図 14 に示すように、磁気コアを有した高周波トランスを切断して分離したものを、出来るだけ接近して向かい合わせる構成を有する。閉磁路に近づけることで、密着して磁気的な結合係数を 0.8 以上確保することを目指していた。図 14 において、分割された磁気コアの内、ソース側の磁気コア 130 a には、1 次側コイル 150 a が巻かれており、ドレイン側の磁気コア 130 b には、2 次側コイル 150 b が巻かれている。通常、ソース側の磁気コア 130 a とドレイン側の磁気コア 130 b を出来るだけ接近して向かい合わせることで、図 14 に示すように、従来の密着非接触充電の磁気的な結合係数は、80% 程度であり、残りの 20% 程度は、ソース側の磁気コア 130 a とドレイン側の磁気コア 130 b 間の漏洩磁界となっている。

30

【0009】

従来の非接触充電器は、できるだけ閉磁路として漏洩磁束を減らすことに配慮したものである。この考え方に基づく変圧器の設計思想では、1 次側コイルと 2 次側コイルの磁気結合係数が電力伝送効率を支配するという考え方であった。そのため、磁気結合係数が疎結合の場合には、電力伝送効率が大幅に低下するというものであった。

40

【0010】

また、この考え方は非接触とした場合、IH (インダクションヒーティング) であるために異物を過熱する危険性を伴い、それを避けるために双方向通信機能や対象物・異物の検出・識別機能を付加する必要がある。その上、携帯機器の内部で磁束が部品・基板・シャーシを交叉して妨害を与えないように配慮する必要がある。

【0011】

このため、大きさの違う携帯電話端末とノートブックコンピュータを同じ充電台の上に

50

乗せようとする、携帯電話には充電台が大きすぎ、ノートブックコンピュータには充電台が小さすぎることになる。また携帯電話とノートブックコンピュータは消費電力が違うことが共用化を妨げる結果になっていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2005-110409号公報

【特許文献2】特開2006-211803号公報

【特許文献3】特開2007-151264号公報

【特許文献4】特開2002-118988号公報

10

【特許文献5】特開2007-312585号公報

【特許文献6】特開2003-193717号公報

【特許文献7】特開2001-019120号公報

【特許文献8】特開2006-314151号公報

【特許文献9】特開2005-006459号公報

【特許文献10】特開2005-261200号公報

【特許文献11】特開2006-128397号公報

【特許文献12】特開2001-057313号公報

【特許文献13】特開2003-217950号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、磁氣的疎結合で、共振現象を利用して携帯機器の動作に影響を与えず、かつ相対的に高効率の電力伝送効率を得ることができ、携帯機器間で共用化された近接無線充電ACアダプタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するための本発明の一態様によれば、AC端子に接続された第1ダイオードブリッジと、前記第1ダイオードブリッジに接続されたチョッパ制御部と、前記チョッパ制御部に接続された1次側共振容量と、前記1次側共振容量に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において前記1次側共振容量と同調する1次側コイルと、携帯機器に内蔵される2次側コイルと、前記2次側コイルに接続され、前記所定の電力搬送波周波数帯域において前記2次側コイルと同調する2次側共振容量とを備え、前記所定の電力搬送波周波数帯域において前記1次側コイルと前記2次側コイルとを同調することにより動作インピーダンスを下げ、磁氣的疎結合によって、前記携帯機器を非接触で充電する近接無線充電ACアダプタが提供される。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、磁氣的疎結合で、共振現象を利用して携帯機器の動作に影響を与えず、かつ相対的に高効率の電力伝送効率を得ることができ、携帯機器間で共用化された近接無線充電ACアダプタを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタであって、(a)携帯電話への適用例を示す模式的鳥瞰図、(b)ノートブックコンピュータへの適用例を示す模式的鳥瞰図。

【図2】本発明の実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタの模式的回路構成図。

【図3】本発明の実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタにおいて、1次側コイル、および携帯機器に接続若しくは内蔵される2次側コイルの具体例。

【図4】微小ループAの近傍界・遠方界放射を説明する3次元座標系表示。

50

【図 5】本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、充電器コイル 10 と携帯電話コイル 12 a、およびノートブックコンピュータコイル 12 c の近接結合効果を説明する模式図。

【図 6】本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、(a) 銅損制限領域の無線電力伝送の等価回路図、(b) 携帯機器の等価回路図。

【図 7】本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、銅損制限領域での携帯電話充電の電力伝送効率。

【図 8】本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、銅損制限領域でのノートブックコンピュータ充電の電力伝送効率。

【図 9】(a) 磁気コアを有した高周波トランスを切断して分離したものを、接近して向かい合わせて構成した比較例に係る携帯電話機器の充電を説明する模式的断面構造図、(b) 本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタによる携帯電話機器の充電を説明する模式的断面構造図。

【図 10】本発明の実施の形態に係る AC アダプタによる無線電力伝送における搭載部品の影響を説明する模式図。

【図 11】無線電力伝送の電磁気原理であって、(a) 相対的に遠距離の場合の無線充電の説明図、(b) 相対的に近距離の場合の無線充電の説明図。

【図 12】携帯機器充電共用技術であって、(a) 半径 R_0 の球面内で全方向で携帯電話、ノートブックコンピュータを無線充電・駆動可能な比較例の模式的説明図、(b) 実施の形態に係る充電 AC アダプタを適用し、近接で携帯電話、ノートブックコンピュータを無線充電・駆動可能な実施例の模式的説明図、(c) 共通接続ケーブルで携帯電話、ノートブックコンピュータをコード接続充電・駆動可能な比較例の模式的説明図。

【図 13】(a) ノートブックコンピュータに適用する従来例の AC アダプタであって、鉄心絶縁変圧器(トランス)を用いた専用ケーブル接続 AC 充電アダプタの模式的回路構成図、(b) 携帯機器に適用する別の従来例のチョッパ型充電器であって、フェライトコアによる高周波トランスを用いたチョッパ型充電器の模式的回路構成図。

【図 14】従来の非接触充電器に適用する高周波トランスの模式的構造図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、現実のものとは異なることに留意すべきである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。

【0018】

また、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の実施の形態は、各構成部品の配置などを下記のものに特定するものでない。この発明の実施の形態は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

【0019】

[実施の形態]

本発明の実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 であって、携帯電話 22 への適用例を示す模式的鳥瞰構造は、図 1(a) に示すように表され、ノートブックコンピュータ 20 への適用例を示す模式的鳥瞰構造は、図 1(b) に示すように表される。

【0020】

携帯電話 22 への適用例では、図 1(a) に示すように、携帯電話 22 の端末を近接無線充電 AC アダプタ 24 からなる充電台の上に搭載し、近接無線充電 AC アダプタ 24 の 1 次側コイルと携帯電話 22 の 2 次側コイル間で、磁界 H で示すように磁氣的に結合させることによって、近接無線電力伝送を実現している。

【0021】

ノートブックコンピュータ 20 への適用例では、図 1(b) に示すように、近接無線充

10

20

30

40

50

電 A C アダプタ 2 4 からなる充電台をノートブックコンピュータ 2 0 の横に配置し、近接無線充電 A C アダプタ 2 4 の 1 次側コイルと携帯電話 2 2 の 2 次側コイル間で、磁界 H で示すように磁氣的に結合させることによって、近接無線電力伝送を実現している。

【 0 0 2 2 】

図 1 (a) および図 1 (b) のいずれの配置構成においても、要求される総合電力伝送効率が 7 0 % 以上確保できるようにしている。

【 0 0 2 3 】

(回路構成)

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタの模式的回路構成は、図 2 に示すように表される。

【 0 0 2 4 】

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 においては、図 1 3 (a) に示した専用ケーブル 8 a を有し、磁芯トランス 1 3 を用いたノートブックコンピュータ 2 0 用の A C アダプタ 2 4 a 、或いは図 1 3 (b) に示した専用コネクタ 8 b を有し、フェライトコア高周波トランス 1 1 を用いた携帯電話 2 2 用の充電 A C アダプタ 2 4 b を、図 2 に示すように、絶縁空芯コイルを用いて形成された 1 次側コイル 1 0 および 2 次側コイル間の非接触充電に置き換えている。

【 0 0 2 5 】

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 は、図 2 に示すように、A C 端子に接続された第 1 ダイオードブリッジ 2 と、第 1 ダイオードブリッジ 2 に接続されたチョッパ制御部 4 と、チョッパ制御部 4 に接続された 1 次側共振容量 C 1 と、1 次側共振容量 C 1 に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において 1 次側共振容量 C 1 と同調する 1 次側コイル 1 0 と、携帯機器 3 0 に内蔵される 2 次側コイル 1 2 と、2 次側コイル 1 2 に接続され、所定の電力搬送波周波数帯域において 2 次側コイル 1 2 と同調する 2 次側共振容量 C 2 とを備える。所定の電力搬送波周波数帯域において 1 次側コイル 1 0 と 2 次側コイル 1 2 とを同調することにより動作インピーダンスを下げ、磁氣的疎結合によって、携帯機器 3 0 を非接触で充電する。

【 0 0 2 6 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、所定の電力搬送波周波数帯域は、例えば、約 3 M H z ~ 3 0 M H z 程度の短波帯域である。

【 0 0 2 7 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、1 次側コイル 1 0 および 2 次側コイル 1 2 は、いずれも等価半径約 2 c m ~ 8 c m 程度、巻数約 1 ~ 1 0 程度、銅容量約 1 c c ~ 1 0 c c 程度を有する。

【 0 0 2 8 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、1 次側コイル 1 0 と 2 次側コイル 1 2 との磁氣的結合係数は、約 0 . 5 以下の疎結合であり、かつ電力伝送効率は約 7 0 % 以上である。

【 0 0 2 9 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、チョッパ制御部 4 は、1 次側コイル 1 0 の共振周波数と、2 次側コイル 1 2 の共振周波数とをそれぞれ検出することによって同調を制御する。

【 0 0 3 0 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、A C 端子の A C 電圧を第 1 ダイオードブリッジ 2 によってブリッジ整流された電圧は、チョッパ制御部 4 において低電圧に変換され、A C 電圧の A C 入力に対応して自動電圧調整される。

【 0 0 3 1 】

また、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタ 2 4 において、携帯機器 3 0 は近接無線充電 A C アダプタ 2 4 に近接されたときに、入力電圧の検出情報を含む帰還情報を近接無線充電 A C アダプタ 2 4 に無線伝送し、近接無線充電 A C アダプタ 2 4 内部では帰還

10

20

30

40

50

情報を受け取り、チョッパ制御部 4 に伝送する。

【0032】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、携帯機器 30 は、2 次側コイル 12 に接続された第 2 ダイオードブリッジ 6 と、第 2 ダイオードブリッジ 6 に接続された充電プロファイル IC 14 とを備え、携帯機器 30 が近接無線充電 AC アダプタ 24 に近接されたときに、入力電圧の検出情報を含む帰還情報を充電プロファイル IC 14 からチョッパ制御部 4 に無線伝送することができる。

【0033】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、チョッパ制御部 4 と充電プロファイル IC 14 間は、双方向通信可能である。

10

【0034】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、携帯機器 30 が、携帯電話 22 であるときは、近接無線充電 AC アダプタ 24 の充電台の上に携帯電話 22 を搭載し、携帯機器 30 が、ノートブックコンピュータ 20 であるときは、前記ノートブックコンピュータの横に近接無線充電 AC アダプタ 24 の充電台を配置し、複数の携帯機器 30 が単一の充電台を共有することができる。

【0035】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、所定の電力搬送波周波数帯域において、携帯機器 30 のシャーシ、プリント基板、搭載部品またはその組み合わせが共振特性を持たず、非接触電力伝送におけるそれらの異物が、低インピーダンスで結合された 1 次側コイル 10 および 2 次側コイル 12 に対して、相対的に高インピーダンスであることが望ましい。

20

【0036】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、1 次側コイル 10 によって 2 次側コイル 12 を検出することによって、充電対象を選択的に特定し、所定の電力搬送波周波数を変調した双方向通信で確認する前に、異物と区別出来るようにしても良い。

【0037】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、近接無線充電 AC アダプタ 24 内に 1 次側コイル 10 を複数配置し、携帯機器 30 が、携帯電話 22 であるときは、複数の 1 次側コイル 10 を切り替えることで、近接無線充電 AC アダプタ 24 の充電台の上に搭載する携帯電話 22 の正確な位置を要求しないようにしても良い。また、携帯機器 30 が、ノートブックコンピュータ 20 であるときは、ノートブックコンピュータ 20 の横に近接無線充電 AC アダプタ 24 を配置して駆動する際に、1 次側コイル 10 が複数であることによって、1 次側コイル 10 が 1 個の場合に比べ相対的に高い電力伝送効率が得るようにしても良い。

30

【0038】

また、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 において、近接無線充電 AC アダプタ 24 の充電台をノートブックコンピュータ 20 の横に配置して駆動するときに、携帯電話 22 も充電台の上に搭載して、時分割で交互にノートブックコンピュータ 20 と携帯電話 22 を充電・駆動するようにしても良い。

40

【0039】

実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 においては、閉磁路で磁気結合係数 k を 0.8 以上として漏洩磁束を減らすことを志向した従来の接触 / 非接触充電器の考えを 180 度転換し、開磁路で、磁気結合係数や漏洩磁束は問わず、共振によって磁気結合係数の小ささが電力伝送に寄与しないようにしている。また近接無線充電 AC アダプタ 24 側の 1 次側コイルと、携帯機器 30 (20、22) 側の 2 次側コイルが、極く低インピーダンスで結合するようにして、周りの異物のインピーダンスの影響を受けないようにしている。

【0040】

50

実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタ２４においては、１次側コイル１０と２次側コイル１２のそれぞれに共振容量Ｃ１、Ｃ２を接続して、高いＱ値を有する同調型近接無線充電ＡＣアダプタ２４を構成している。このため、異物に対する相対的な動作インピーダンスを低下させると共に、励磁インダクタンスが等価的にＱ倍になるようにしている。

【００４１】

また結合状況によっては、漏洩インダクタンスを同じ周波数の直列共振容量で打ち消し、伝送特性を改善することもできる。実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタ２４の同調状態は、１次側コイル１０と２次側コイル１２の結合状態によって大きく変化するので、それぞれの共振容量Ｃ１、Ｃ２をアダプティブに変化できるようにしても良い。特にノートブックコンピュータ２０では横置き（Ｃｏ－Ｐｌａｎｅ）の形態になり、ノートブックコンピュータ２０のシャーシや部品によって電力伝送条件が変動する。このため、実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタ２４においては、適応同調（アダプティブレゾナント）制御を行うことが望ましい。

10

【００４２】

実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタ２４において、１次側コイル１０、および携帯機器３０に接続若しくは内蔵される２次側コイル１２の具体例は、図３に示すように表される。

【００４３】

図３において、１次側コイル１０の等価半径 a は、約６ｃｍ、１次側共振容量Ｃ１は、約１．７ｎＦ、銅損に伴う等価抵抗 r_c は、約０．００１２であり、２次側コイル１２の等価半径 a は、約６ｃｍ、２次側共振容量Ｃ２は、約１．７ｎＦ、銅損に伴う等価抵抗 r_c は、約０．００１２であり、１次側コイル１０および２次側コイル１２の銅線量は、ともに、約１０ｃｃである。また、電力搬送波周波数は、約１０ＭＨｚ、波長は、約３０ｍである。

20

【００４４】

ここで、常時非接触遠隔充電時の、携帯機器３０のリチウムイオン充電電池の容量を３割減の５００ｍＡｈと仮定する。このリチウムイオン充電電池を３０分掛けて充電する時の平均電流は１Ａであり、端子電圧３．５Ｖに調整電圧降下分０．５Ｖを加えた４Ｖにおいて、消費される平均電力は４Ｗであり、平均負荷抵抗は４であることがわかる。

30

【００４５】

図３は、銅損制限領域の無線電力伝送時の等価回路に相当している。図３に示すように、２次側共振容量Ｃ２をＣ２１とＣ２２に分割して、容量Ｃ２２を介して、第２ダイオードブリッジ６によるブリッジ整流回路を負荷として接続する際の負荷抵抗（平均）の値は４となる。

【００４６】

実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタにおいては、携帯機器３０の非接触充電において、１次側コイル１０と２次側コイル１２を絶縁空芯コイル（図９（ｂ）参照）で形成して、積極的に疎結合とし、１次側コイル１０と２次側コイル１２にはそれぞれ共振容量Ｃ１、Ｃ２を付加して同調することにより、動作インピーダンスを極力下げて、携帯機器３０に搭載された部品・基板などの影響を相対的に減じて、電力伝送効率・利便性・製造コスト・汎用性などの全てを実用的に受け入れられるものとしたものである。

40

【００４７】

ほぼ全ての情報携帯機器に対して共通の非接触近接無線充電ＡＣアダプタが使用でき、充電台の上に載せる様態でも、充電台をノートブックコンピュータ２０の横に置く様態でも柔軟に対応できる。

【００４８】

（微小Ｌｏｏｐの放射磁界）

微小ＬｏｏｐＡの近傍界・遠方界放射を説明する３次元座標系表示は、図４に示すように表される。

50

【 0 0 4 9 】

無線電力伝送の送受信アンテナには、図 4 に示す、微小 L o o p A が専ら使われる。

【 0 0 5 0 】

数式 1、数式 2 は微小 L o o p からの放射磁界を示す。この 2 つ式は、マックスウェルの電磁方程式ではなく、光速遅延項 $\exp(-jkR)$ を加えたビオ - サバルの式から導かれる。実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタにおける非接触近接無線電力伝送現象の説明は、数式 1、数式 2 が正しいとして、構成されている。

【 0 0 5 1 】

数式 1 は携帯機器 3 0 の密着対向充電に使われる磁界 H_R を示す。ここで、* は乗算記号を表す(以下同様である)。

【数 1】

$$H_R = \frac{iA}{2\pi} \left(\frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right) \sin \theta * e^{-jkR}$$

【 0 0 5 2 】

数式 2 はノートブックコンピュータ 2 0 の近接横付け充電に使われる磁界 H_θ を示す。

【数 2】

$$H_\theta = \frac{iA}{4\pi} \left(-\frac{1}{R^3} - \frac{jk}{R^2} + \frac{k^2}{R} \right) \cos \theta * e^{-jkR} \quad A = \pi a^2 \quad k = 2\pi / \lambda$$

【 0 0 5 3 】

数式 1、数式 2 は、電磁気学・アンテナ光学・電波工学に携わる研究者・技術者・学生に例外なく共通に理解されている。無線電力搬送波として、短波(3 M H z ~ 3 0 M H z) を使って、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタにおける 1 次側コイル 1 0 と携帯機器 3 0 の 2 次側コイル 1 2 を、距離 3 m 程度の間隔に置く場合は、お互いのコイルの放射の近傍界の範囲($R < \lambda / 2$) に、相手側が存在することになる。

【 0 0 5 4 】

(近接無線充電 A C アダプタと携帯機器の相対位置)

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタにおいて、1 次側コイル 1 0 と携帯電話コイル 1 2 a、およびノートブックコンピュータコイル 1 2 c の近接結合効果を、図 5 を用いて説明する。

【 0 0 5 5 】

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタの充電台上の携帯電話 2 2 を搭載し、近接無線充電する場合には、インダクタンス L_1 を有する 1 次側コイル 1 0 とインダクタンス L_2 を有する 2 次側携帯電話コイル 1 2 a との距離は、約 1 c m であり、携帯電話 2 2 が近接無線充電 A C アダプタ 2 4 の充電台上に配置されることから、数式 1 で示される携帯機器 3 0 の密着対向充電に使われる磁界 H_R を適用することができる。

【 0 0 5 6 】

一方、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタの充電台の横にノートブックコンピュータ 2 0 を配置し、近接無線充電する場合には、インダクタンス L_1 を有する 1 次側コイル 1 0 とインダクタンス L_2 を有する 2 次側ノートブックコンピュータコイル 1 2 c との距離は、約 1 0 c m であり、ノートブックコンピュータ 2 0 が近接無線充電 A C アダプタ 2 4 の充電台の横に配置されることから、数式 2 で示されるノートブックコンピュータ 2 0 の近接横付け充電に使われる磁界 H_θ を適用することができる。

【 0 0 5 7 】

(電力伝送の等価回路)

10

20

30

40

50

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタにおいて、銅損制限領域の無線電力伝送の等価回路は、図 6 (a) に示すように表され、携帯機器 3 0 の等価回路は、図 6 (b) に示すように表される。

【 0 0 5 8 】

図 6 (a) に示すように、近接無線充電 A C アダプタに内蔵される 1 次側コイル 1 0 は、巻線の銅損に伴う等価抵抗 r_c 、インダクタンス L_1 、1 次側共振容量 C_1 、および逆誘導電圧 v_1 の直列回路で表される。この直列回路には、励磁電圧 e が接続されて、1 次側励磁電流 i_1 が導通する。

【 0 0 5 9 】

また、図 6 (a) に示すように、携帯機器 3 0 に内蔵される 2 次側コイル 1 2 は、巻線の銅損に伴う等価抵抗 r_c 、インダクタンス L_2 、2 次側共振容量 C_2 、および誘導電圧 v_2 の直列回路で表される。この直列回路には、負荷抵抗 r_L が接続されて、2 次側誘導電流 i_2 が導通する。さらに、2 次側コイル 1 2 は、図 6 (b) に示すように、等価抵抗 r_c 、インダクタンス L_2 、 $C_2 1$ と $C_2 2$ に分割された 2 次側共振容量 C_2 、および誘導電圧 v_2 の直列回路で表され、負荷抵抗 r_L は、2 次側共振容量 $C_2 2$ に並列接続される。

10

【 0 0 6 0 】

1 次側コイル 1 0 および 2 次側コイル 1 2 の等価半径は a 、電力搬送波周波数は、約 1 0 M H z、波長は、約 3 0 m である。

【 0 0 6 1 】

(a) 1 次側コイル 1 0 の微小 L o o p 1、2 次側コイル 1 2 の微小 L o o p 2 は、それぞれ巻線の銅損に伴う抵抗 r_c を有し、放射損は無視できる。

20

【 0 0 6 2 】

(b) 1 次側コイル 1 0 の微小 L o o p 1 のインダクタンス L_1 、2 次側コイル 1 2 の微小 L o o p 2 のインダクタンス L_2 は共振装荷容量 C_1 、 C_2 によってそれぞれリアクタンス成分が正負で打ち消されている。

【 0 0 6 3 】

(c) 1 次側コイル 1 0 の微小 L o o p 1 は、励磁電圧 e で駆動され、1 次側励磁電流 i_1 が導通する。

【 0 0 6 4 】

(d) 負荷抵抗 r_L を有する 2 次側コイル 1 2 の微小 L o o p 2 には 1 次側励磁電流 i_1 による 2 次側誘導電流 i_2 が導通する。

30

【 0 0 6 5 】

(e) 2 次側誘導電流 i_2 の再放射によって、1 次側コイル 1 0 の微小 L o o p 1 に逆誘導電圧 v_1 を誘起している。

【 0 0 6 6 】

簡単のために、実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタに内蔵する 1 次側コイル 1 0 と、携帯機器 3 0 に内蔵する 2 次側コイル 1 2 を同じ形状としている。系に入力された有効電力 P_{in} は、励磁電圧 e と 1 次側励磁電流 i_1 のベクトルの内積として、数式 3 で表される。

40

【 数 3 】

Loop1に入力された電力 $P_{in} = e \times i_1$ (ベクトル内積)

【 0 0 6 7 】

他方、負荷抵抗 r_L に伝送された電力 P_{out} は、数式 4 で表される。

【数 4】

負荷抵抗に伝送された電力 $P_{out} = r_L * |i_2|^2$

【0068】

従って、電力伝送効率 は、数式 5 で表される。これは正の値であり、またエネルギーの保存則が成り立つ限り、1 より大きくなることはない。

【数 5】

無線電力伝送効率 $\eta = P_{out} / P_{in}$

10

【0069】

1 次側コイル 10 および 2 次側コイル 12 の 2 つのコイルの放射抵抗は銅損に対して小さいので無視される。Loop 1 のオーム則は数式 6 で表される。ここで、共振容量の誘電体損は無視している。

【数 6】

共振点の Loop1 のオーム則 $i_1 = \frac{(e + v_1)}{rc}$

20

【0070】

同じく、Loop 2 のオーム則は数式 7 で表される。rL は無線電力伝送の負荷抵抗である。

【数 7】

共振点の Loop2 のオーム則 $i_2 = \frac{v_2}{(rc + r_L)} = \frac{v_2}{rc(1 + m_L)} \quad m_L = \frac{r_L}{rc}$

30

【0071】

数式 8 は銅線量を 10 cc として、表皮効果を考慮した後の、銅損 rc を表す。ここで、 は銅線の抵抗率、S は銅線の断面積、l は銅線の長さ、 は角周波数、μ は透磁率、d は表皮深さ (skin depth)、n は巻数を表す。

【数 8】

銅損: $rc = n^2 \times \rho \times \frac{l}{S} = n^2 \times \rho \times \frac{2\pi a}{V_c / 2\pi a} = n^2 \times 1.7 \times 10^{-7} \times \frac{(2\pi \times 0.06)^2}{10 \times 10^{-6}} = 0.0024 \Omega$
 $skin.depth : d = \sqrt{2\rho / \omega\mu}$

40

【0072】

(携帯電話充電の密着対向非接触位置での電力伝送効率)

1 次側励磁電流 i1 による、中心軸上の磁界強度 H_R は数式 9 で表される。

【数 9】

中心軸上磁界: $H_R = \frac{n \times i_1 * (\pi a^2)}{2\pi} \left\{ \frac{jk}{R^2} + \frac{1}{R^3} \right\} * e^{-jkR}$

【0073】

50

励磁電流 i_1 による、2次側コイル 12 の誘導電圧 v_2 は数式 10 で表される。

【数 10】

$$\text{誘導電圧: } v_2 = j\omega\mu_0 H_R * n^2(\pi a^2) = \frac{j\omega\mu_0 i_1 * n^2(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{jk}{R^2} + \frac{1}{R^3} \right\} * e^{-jkR}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

【0074】

Loop 2 に於ける誘導電流 i_2 による、オーム則は数式 11 で表される。

10

【数 11】

$$\text{誘導電流: } i_2 = \frac{v_2}{rc(1+m_L)} = \frac{j\omega\mu_0 i_1 * n^2(\pi a^2)^2}{2\pi * rc(1+m_L)} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR}$$

$$= \frac{60 i_1 * n^2(\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc(1+m_L)} \left\{ j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 - \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\} * e^{-jkR}$$

【0075】

Loop 1 における励磁電流 i_1 による、オーム則は数式 12 で表される。

20

【数 12】

$$\text{励磁電流: } rc * i_1 = (e + v_1) = \left(e + \frac{j\omega\mu_0 i_2 * n^2(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR} \right)$$

$$= e + \frac{j\omega\mu_0 \left[\frac{60 i_1 * n^2(\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 rc(1+m_L)} \left\{ j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 - \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\} * e^{-jkR} \right] * n^2(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR}$$

$$= e - \frac{3600 i_1 (2\pi)^8 \left\{ \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 + j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\}^2 * n^4(\pi a^2)^4}{\lambda^8 rc(1+m_L)} * e^{-j2kR}$$

30

【0076】

従って、数式 13 を得る。

【数 13】

$$\therefore i_1 \left[rc + \frac{3600 (2\pi)^8 \left\{ \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 + j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\}^2 * n^2(\pi a^2)^4}{\lambda^8 rc(1+m_L)} * e^{-j2kR} \right] = e$$

40

【0077】

Loop 1 への入力電力 P_{in} は、電圧の電流に対する同相分を掛け合わせて数式 14 で表される。

【数 1 4】

$$\begin{aligned} \text{入力電力: } P_{in} &= \operatorname{Re}[i_1 \times e] \\ &= |i_1|^2 \times [rc + \operatorname{Re}[\frac{3600}{\lambda^8} (2\pi)^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * n^2 (\pi a^2)^4 * e^{-j2kR}]]] \end{aligned}$$

【0078】

一方、負荷抵抗 r_L に伝送された電力 P_{out} は数式 15 で表される。

10

【数 1 5】

$$\text{負荷電力: } P_{out} = |i_2|^2 \times rc * m_L$$

【0079】

従って、銅損制限領域の無線電力伝送効率 は数式 16 で表される。

【数 1 6】

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{|i_2|^2 \times rc * m_L}{\operatorname{Re}[i_1 \times e]} \\ &= \frac{|i_1|^2 \{ \frac{60 n^2 (\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc (1 + m_L)} \}^2 rc * m_L | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} * e^{-jkR} |^2}{|i_1|^2 \times [rc + \operatorname{Re}[\frac{3600}{\lambda^8} n^4 \pi^8 (\frac{2\pi a}{\lambda})^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * e^{-j2kR}]]]} \\ &= \frac{\{ \frac{60 n^2 (\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc (1 + m_L)} \}^2 m_L | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} |^2}{[1 + \operatorname{Re}[\frac{3600}{\lambda^8} n^4 \pi^8 (\frac{2\pi a}{\lambda})^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * e^{-j2kR}]]]} \\ &= \frac{m_L * | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} |^2}{(1 + m_L)^2 \{ \frac{\rho \times \lambda^4}{240 \pi^6 a^2 V_c} \}^2 + (1 + m_L) * \operatorname{Re}[\{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * e^{-j2kR}]} \end{aligned}$$

20

30

【0080】

実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、銅損制限領域での携帯電話充電の電力伝送効率は、図 7 に示すように表される。図 7 は銅損制限領域での携帯電話充電の密着対向のコイル間の距離と伝送効率の関係を示したものであり、電力搬送波周波数 10 MHz でコイルの半径を代表的に約 6 cm として、約 1 cm の距離で、効率約 80 % が得られることがわかる。

40

【0081】

ノートブックコンピュータの充電台横付け位置での電力伝送効率)

励磁電流 i_1 による、中心軸上の磁界強度 H_R は数式 17 で表される。

【数 1 7】

$$\text{中心軸上磁界: } H_R = \frac{n \times i_1 * (\pi a^2)}{2\pi} \left\{ \frac{jk}{R^2} + \frac{1}{R^3} \right\} * e^{-jkR}$$

【0082】

励磁電流 i_1 による、2 次側コイル 1 2 の誘導電圧 v_2 は数式 1 8 で表される。

【数 1 8】

$$\begin{aligned} \text{誘導電圧: } v_2 &= j\omega\mu_0 H_R * n(\pi a^2) = \frac{j\omega\mu_0 i_1 * n(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{jk}{R^2} + \frac{1}{R^3} \right\} * e^{-jkR} \\ \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \end{aligned} \quad 10$$

【0083】

L o o p 2 に於ける誘導電流 i_2 による、オーム則は数式 1 9 で表される。

【数 1 9】

$$\begin{aligned} \text{誘導電流: } i_2 &= \frac{v_2}{rc(1+m_L)} = \frac{j\omega\mu_0 i_1 * n(\pi a^2)^2}{2\pi * rc(1+m_L)} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR} \\ &= \frac{60 i_1 * n(\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc(1+m_L)} \left\{ j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 - \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\} * e^{-jkR} \end{aligned} \quad 20$$

【0084】

L o o p 1 に於ける励磁電流 i_1 による、オーム則は数式 2 0 で表される。

【数 2 0】

$$\begin{aligned} \text{励磁電流: } rc * i_1 &= (e + v_1) = \left(e + \frac{j\omega\mu_0 i_2 * n(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR} \right) \\ &= e + \frac{j\omega\mu_0 \left[\frac{60 i_1 * n(\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 rc(1+m_L)} \left\{ j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 - \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\} * e^{-jkR} \right] * n(\pi a^2)^2}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right\} * e^{-jkR} \\ &= e - \frac{3600 i_1 (2\pi)^8 \left\{ \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 + j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\}^2 * n^2 (\pi a^2)^4}{\lambda^8 rc(1+m_L)} * e^{-j2kR} \end{aligned} \quad 30$$

【0085】

従って、数式 2 1 が得られる。

【数 2 1】

$$\therefore i_1 \left[rc + \frac{3600 (2\pi)^8 \left\{ \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^3 + j \left(\frac{\lambda}{2\pi R} \right)^2 \right\}^2 * n^2 (\pi a^2)^4}{\lambda^8 rc(1+m_L)} * e^{-j2kR} \right] = e \quad 40$$

【0086】

L o o p 1 への入力電力 P_{in} は、電圧の電流に対する同相分を掛け合わせて数式 2 2 で表される。

【数 2 2】

$$\begin{aligned} \text{入力電力: } P_{in} &= \operatorname{Re}[i_1 \times e] \\ &= |i_1|^2 \times [rc + \operatorname{Re}[\frac{3600 (2\pi)^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * n^2 (\pi a^2)^4}{\lambda^8 rc (1 + m_L)} * e^{-j2kR}]] \end{aligned}$$

【0087】

一方、負荷抵抗に伝送された電力 P_{out} は数式 2 3 で表される。

【数 2 3】

10

$$\text{負荷電力: } P_{out} = |i_2|^2 \times rc * m_L$$

【0088】

従って、銅損制限領域の無線電力伝送効率 は数式 2 4 で表される。

【数 2 4】

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{|i_2|^2 \times rc * m_L}{\operatorname{Re}[i_1 \times e]} \\ &= \frac{|i_1|^2 \{ \frac{60 n (\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc (1 + m_L)} \}^2 rc * m_L | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} * e^{-jkR} |^2}{|i_1|^2 \times [rc + \operatorname{Re}[\frac{3600 n^2 \pi^8 (\frac{2\pi a}{\lambda})^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 *}{rc (1 + m_L)} * e^{-j2kR}]]} \\ &= \frac{\{ \frac{60 n (\pi a^2)^2 (2\pi)^4}{\lambda^4 * rc (1 + m_L)} \}^2 m_L | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} |^2}{[1 + \operatorname{Re}[\frac{3600 n^2 \pi^8 (\frac{2\pi a}{\lambda})^8 \{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 *}{rc^2 (1 + m_L)} * e^{-j2kR}]]} \\ &= \frac{m_L * | \{ j(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 - (\frac{\lambda}{2\pi R})^2 \} |^2}{(1 + m_L)^2 \{ \frac{rc * \lambda^4}{960 \pi^3 na^4} \}^2 + (1 + m_L) * \operatorname{Re}[\{(\frac{\lambda}{2\pi R})^3 + j(\frac{\lambda}{2\pi R})^2\}^2 * e^{-j2kR}]} \end{aligned}$$

30

【0089】

実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタにおいて、銅損制限領域でのノートブックコンピュータ充電の電力伝送効率は、図 8 に示すように表される。図 8 は銅損制限領域でのノートブックコンピュータ充電の近接横付けのコイル間の距離と伝送効率の関係を示したものであり、電力搬送波周波数 10 MHz でコイルの半径を代表的に約 6 cm として、約 10 cm の距離で、効率約 80 % が得られることがわかる。

40

【0090】

(携帯機器に搭載された部品への影響の軽減)

磁気コアを有した高周波トランスを切断して分離したものを、接近して向かい合わせて構成した比較例に係る携帯電話 22 の充電を説明する模式的断面構造は、図 9 (a) に示すように表され、実施の形態に係る近接無線充電 AC アダプタ 24 による携帯電話 22 の充電を説明する模式的断面構造は、図 9 (b) に示すように表される。

【0091】

図 9 (a) において、分割された磁気コアの内、ソース側の磁気コア 130 a には、1 次側コイル 150 a が巻かれており、ドレイン側の磁気コア 130 b には、2 次側コイル

50

150bが巻かれている。ソース側の磁気コア130aは、AC充電アダプタ24aのシャーシ内に埋め込まれ、ドレイン側の磁気コア130bは、携帯電話22のシャーシ内に埋め込まれている。通常、ソース側の磁気コア130aとドレイン側の磁気コア130bを出来るだけ接近して向かい合わせることによって、図9(a)に示すように、比較例の密着非接触充電の磁氣的な結合係数は、80%程度である。

【0092】

比較例の密着対向非接触AC充電アダプタ24aは、磁束が携帯電話22に実装された部品と交叉しないように、できる限り閉磁路とするために、フェライト等の磁気コアを用いて、それを切断して対向させ、また携帯電話22内の基板との間を金属箔120で電磁シールドをしている。

【0093】

これに対して、実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタ24では、図9(b)に示すように、1次側コイル10をプリント基板100aの表面および裏面にスパイラル状導電性パターンによって形成された絶縁空芯コイルで構成し、2次側コイル12をプリント基板100bの表面および裏面にスパイラル状導電性パターンによって形成された絶縁空芯コイルで構成している。プリント基板100aは、実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタ24に内蔵され、プリント基板100bは、携帯電話22に内蔵されている。

【0094】

実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタ24では、基本的に閉磁路を形成し、磁束が携帯電話22に搭載された部品と交叉することを許容する。その理由は、数式25に示すように、1次側コイル10と2次側コイル12が共振することによって、低い動作インピーダンスで結合し、実装部品と1次側コイル10/2次側コイル12の結合が相対的に小さくなり、疎結合となるからである。

【0095】

携帯電話端末のシャーシと部品はショートリングとして広帯域に存在しているのに対して、1次側コイル10と2次側コイル12も広帯域に結合している比較例の密着対向非接触AC充電アダプタと比べて、1次側コイル10と2次側コイル12が狭帯域に結合している実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタでは、閉磁路とする必要がない。

【0096】

実施の形態に係る近接無線ACアダプタによる無線電力伝送における搭載部品の影響は、模式的に図10に示すように表される。実施の形態に係る近接無線ACアダプタにおいて、1次側コイル10と2次側コイル12は同調結合されているが、1次側コイル10と実装部品のショートリングコイル16間は、実装部品の影響が共振によって減じられている。

【0097】

数式25は実装部品の影響が共振によって減じられる減衰量Attの一般式である。これは図10に示すように、1次側コイル10と2次側コイル12からなる共振コイルは低インピーダンス動作であり、一方、実装部品はたとえ金属板でも大きなインピーダンスであることによる。すなわち、図10および数式25において、 ω_0 は共振角周波数、Lは実装部品のショートリングコイル16の等価インダクタンスを表す。

【数25】

$$\text{搭載部品の影響: } Att = \frac{rc}{\omega_0 L}$$

【0098】

留意点は、携帯機器の実装部品や基板の構成が、電力搬送波周波数で高いQを持つ共振を持たないことである。

【0099】

一方、ノートブックコンピュータで横付け無線充電・駆動する場合は、１次側コイル１０と２次側コイル１２の結合はより疎になる。しかしその疎の程度は、２ｍの距離で効率４０％の電力伝送効率を確保するのに比べると、１０ｃｍの距離でしかない。１次側コイル１０と２次側コイル１２を共振させた場合の電力伝送効率は、一般的にコイルの半径とは無関係である。

【０１００】

また、ノートブックコンピュータで横付け無線充電・駆動する場合、１次側コイル１０と２次側コイル１２の結合は、２次側コイル１２と実装部品の固定された結合に比べて、相対的に弱くなる。しかし１次側コイル１０および２次側コイル１２の半径を小さくすることによって、実装部品の影響は殆ど無視できるようにすることができる。

10

【０１０１】

（携帯機器の検出）

無線電力伝送の電磁気原理であって、相対的に遠距離の場合の近接無線充電の説明図を、図１１（ａ）に、相対的に近距離の場合の近接無線充電の説明図を図１１（ｂ）に示す。

【０１０２】

図１１（ａ）に示すように、１次側コイル１０のインダクタンス L_1 と２次側コイル１２のインダクタンス L_2 間の相互誘導（ M ）によって、互いの距離 R が１０ｍの場合の出力電圧 V_0 は、 $V_0 = (1/R) \times \{S_1 S_2 (2 - f)^3 / 90 \times 10^{22}\} \times i$ で表される。ここで、 S_1 、 S_2 は、 $Loop 1$ 、 $Loop 2$ の面積を表す。

20

【０１０３】

一方、図１１（ｂ）に示すように、１次側コイル１０のインダクタンス L_1 と２次側コイル１２のインダクタンス L_2 間の距離 R_{eq} が１ｃｍの場合の出力電圧 V_0 は、 $V_0 = (1/R_{eq}) \times \{S_1 S_2 (2 - f)^3 / 90 \times 10^{22}\} \times i$ で表される。ここで、 $R_{eq} = R / (Q_1 \cdot Q_2)$ である。

【０１０４】

実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタでは、１次側コイル１０のインダクタンス L_1 に並列に１次側共振容量 C_1 を接続し、２次側コイル１２のインダクタンス L_2 に並列に２次側共振容量 C_2 を接続して、それぞれ高い Q_1 、 Q_2 の同調が取られている。例えば、 Q_1 と Q_2 の値が１００であれば、近接無線充電ＡＣアダプタから１０ｍ離れた携帯機器は、１ｃｍの近くに見えることになる。従来の密着非接触充電ＡＣアダプタではＩＨヒータのように異物を検出する必要があった。実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタでは、異物との間では決してこのような関係にならない。実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタでは、電波法の微弱電波で携帯機器を監視しているので、携帯機器が明らかな意図を持って充電器に接近しなければ、充電は開始しない。

30

【０１０５】

実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタでは、基本的に異物の検出が必要ではない。実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタでは、充電・駆動対象の携帯機器が近傍に存在することを、微弱電波による高度な検出で常に把握しており、単純に負荷としての異物があることは判定の基準にはしていない。

40

【０１０６】

携帯機器充電共用技術であって、半径 R_0 の球面内で全方向で携帯電話２２、ノートブックコンピュータ２０を無線充電・駆動可能な比較例は、図１２（ａ）に示すように表される。図１２（ａ）の比較例では、約半径 $R_0 = 3$ ｍの球面内で全方向で携帯電話２２、ノートブックコンピュータ２０を無線充電・駆動可能であるが、効率は、５０％程度である。

【０１０７】

携帯機器充電共用技術であって、実施の形態に係る近接無線充電ＡＣアダプタ２４を適用し、近接で携帯電話２２、ノートブックコンピュータ２０を無線充電・駆動可能な実施例は、図１２（ｂ）に示すように表される。図１２（ｂ）の実施例では、近接で携帯電話

50

22、ノートブックコンピュータ20を無線充電・駆動可能であり、効率は、70%以上である。

【0108】

一方、専用ケーブル8a、専用コネクタ8bなどで携帯電話22、ノートブックコンピュータ20をコード接続充電・駆動可能な充電ACアダプタ(24a、24b)の比較例の模式図は、図12(c)に示すように表される。比較例に係る充電ACアダプタ(24a、24b)においては、専用ケーブル8a、専用コネクタ8bなどで携帯電話22、ノートブックコンピュータ20をコード接続充電・駆動可能であり、効率は80%以上が得られている。

【0109】

本発明の実施の形態によれば、共振現象を利用して、充電電池を持つ携帯電話端末の密着充電台を、ノートブックコンピュータ等まで拡大して共用化する、磁氣的疎結合による共用化近接無線充電ACアダプタを提供することができる。

【0110】

本発明の実施の形態によれば、磁氣的疎結合で、共振現象を利用して携帯機器の動作に影響を与えず、かつ相対的に高効率の電力伝送効率を得ることができ、携帯機器間で共用化された近接無線充電ACアダプタを提供することができる。

【0111】

[その他の実施の形態]

上記のように、本発明の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述および図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例および運用技術が明らかとなろう。

【0112】

このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態などを含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明の近接無線充電ACアダプタは、家庭/学校/オフィスに定置され、携帯機器と一緒に持ち運ぶことはせず、通常の携帯情報機器はどれも共用化近接無線充電・駆動することができることから、あらゆる携帯情報機器に適用することができる。

【符号の説明】

【0114】

- 2、6 ... ダイオードブリッジ
- 3 ... 安定化電圧回路
- 4 ... チョッパ制御部
- 5 ... チョッパ回路
- 7 ... フォトカプラ
- 8a ... 専用ケーブル
- 8b ... 専用コネクタ
- 9 ... 電圧検出回路
- 10 ... 1次側コイル
- 11 ... フェライトコア高周波トランス
- 12 ... 2次側コイル
- 12a ... 携帯電話コイル
- 12c ... ノートブックコンピュータコイル
- 13 ... 磁芯トランス
- 14 ... 充電プロファイルIC(集積回路)
- 16 ... 実装部品のショートリングコイル
- 17、19 ... ダイオードインジケータ

10

20

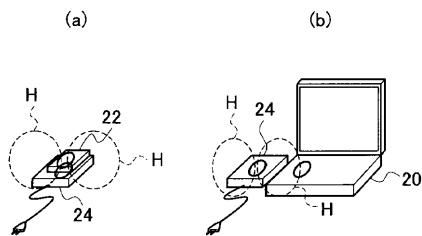
30

40

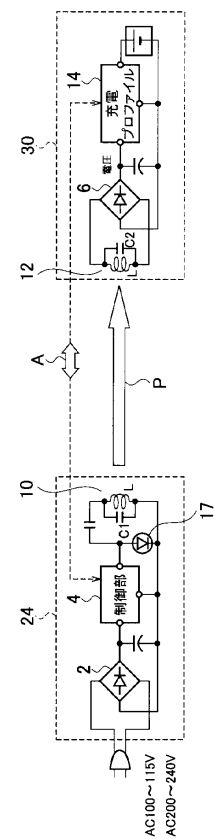
50

2 0 ... ノートブックコンピュータ
 2 2 ... 携帯電話
 2 4 ... 近接無線充電アダプタ
 2 4 a、2 4 b ... 充電 A C アダプタ
 3 0 ... 携帯機器
 1 0 0 a、1 0 0 b ... プリント基板
 1 3 0 a、1 3 0 b ... 磁気コア
 1 5 0 a、1 5 0 b ... コイル

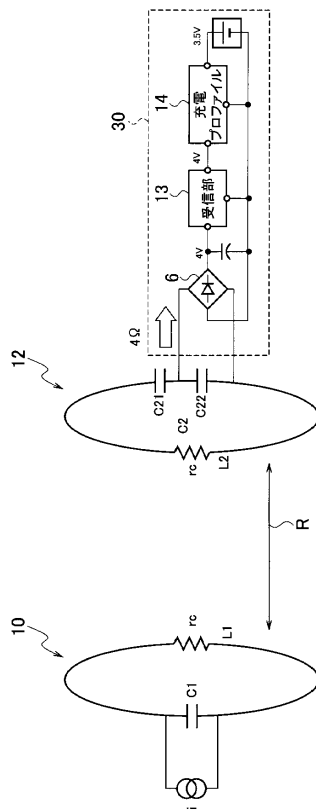
【 図 1 】



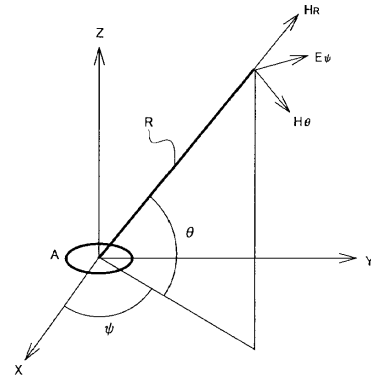
【 図 2 】



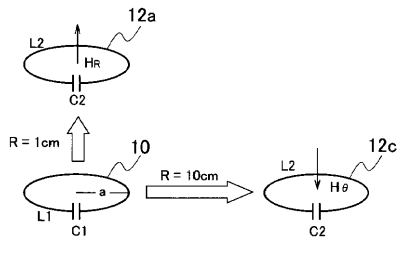
【図 3】



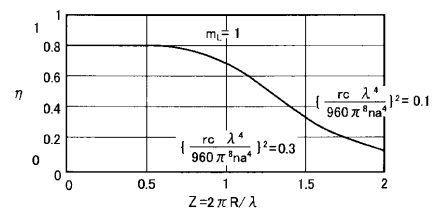
【図 4】



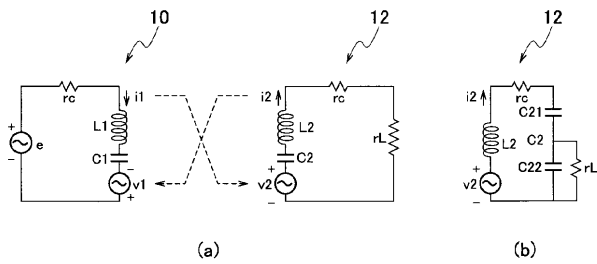
【図 5】



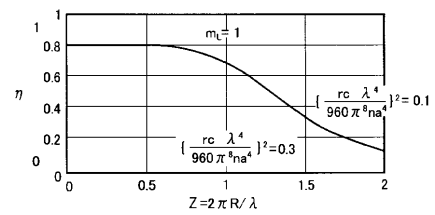
【図 7】



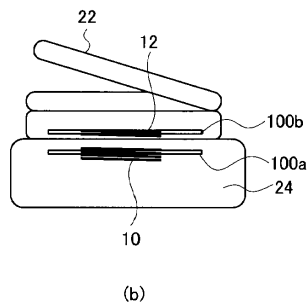
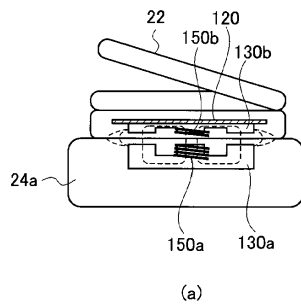
【図 6】



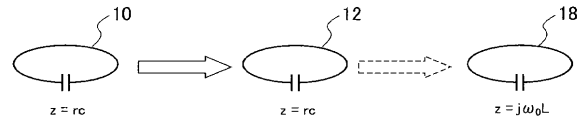
【図 8】



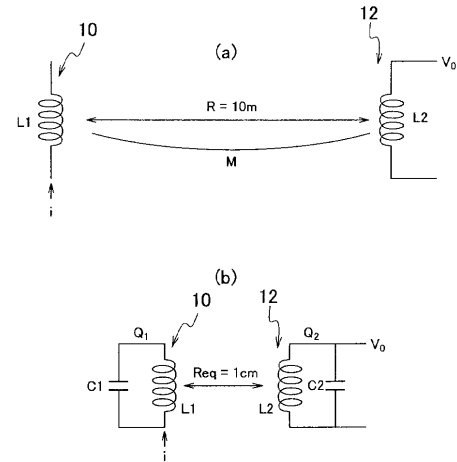
【図 9】



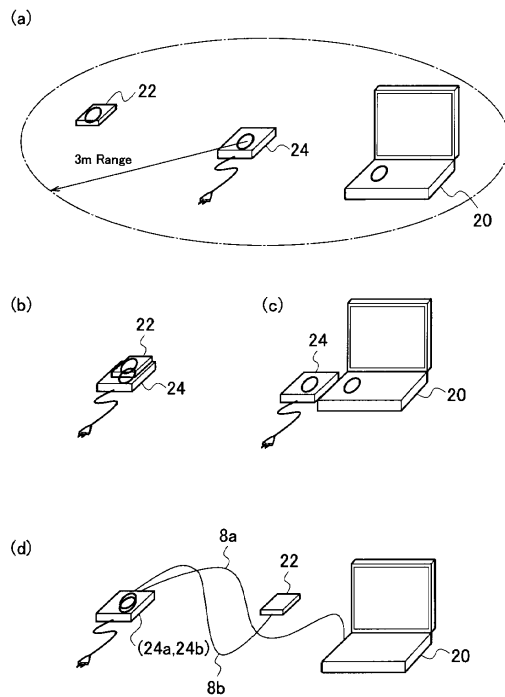
【図 10】



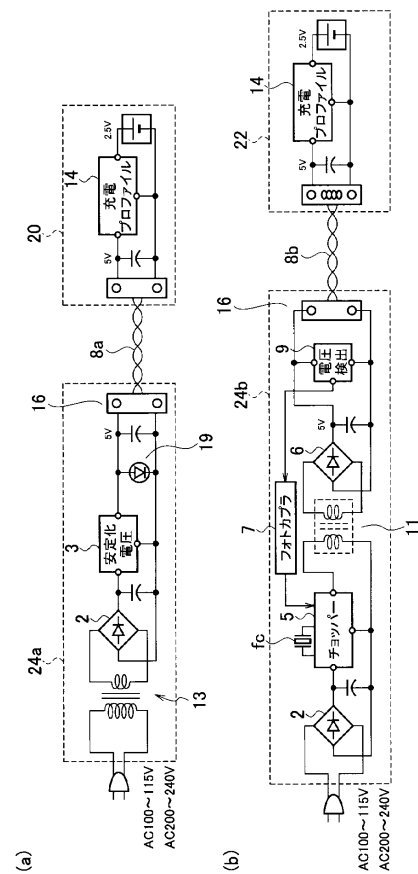
【図 11】



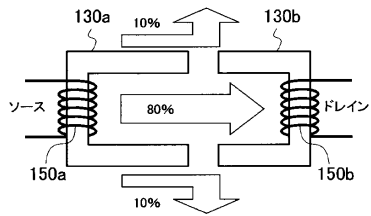
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 M 10/44 Q

(72)発明者 宇都宮 侯武
東京都渋谷区広尾4丁目1番14-404号

(72)発明者 飯田 淳
京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 GB08 GD04 GD06
5H030 AS11 AS14 BB01 DD18