



## 【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ー制御部と、  
 前記チョッパー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、磁気的疎結合によって、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 M H z ~ 3 0 M H z 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 c m ~ 8 c m 、巻数 1 ~ 1 0 、銅容量 1 c c ~ 1 0 c c 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。

## 【請求項 4】

前記 1 次側コイルと前記 2 次側コイルとの磁気的結合係数は、0 . 5 以下の疎結合であり、かつ電力伝送効率は 7 0 % 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】

前記チョッパー制御部は、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、前記チョッパー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。

## 【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、前記チョッパー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 から前記チョッパー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。

## 【請求項 9】

前記チョッパー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

記ノートブックコンピュータの横に前記近接無線充電A C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A C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A C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A Cアダプタ。

【請求項13】

前記近接無線充電A C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A C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A C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が得ることを特徴とする請求項10に記載の近接無線充電A Cアダプタ。

【請求項14】

前記近接無線充電A C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A C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A Cアダプタに関し、特に、磁気的疎結合で、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A C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A C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ー型充電器による充電A C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A Cアダプタ24aは、図13（a）に示すように、例えば、A C100～115V、或いはA C200～240VのA C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24aは、専用ケーブル8a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24bは、図13(b)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、チョッパー周波数fcを有するチョッパー回路5と、チョッパー回路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とチョッパー回路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ー回路5に帰還するフォトカプラ7とを備える。更に、充電ACアダプタ24bは、専用コネクタ8bを介して、例えば、充電プロファイルIC14を備える携帯電話22などの携帯機器に接続されている。従来のチョッパー型の充電ACアダプタ24b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】

従来のチョッパー型の充電ACアダプタ24b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、チョッパー周波数fcが高くなるほど小型化可能であるが、一方でチョッパー回路5内に配置され、チョッパー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、チョッパー周波数fcが高くなるほど大きくなる。このため、従来のチョッパー型の充電ACアダプタ24b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ー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標としていた。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130aには、1次側コイル150aが巻かれており、ドレイン側の磁気コア130bには、2次側コイル150bが巻かれている。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130aとドレイン側の磁気コア130b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・識別機能を附加する必要があった。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った。

【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

乗せようすると、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  
 【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

10

【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、磁気的疎結合で、共振現象を利用して携帯機器の動作に影響を与えることなく、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ー制御部と、前記チョッパー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、磁気的疎結合によって、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、磁気的疎結合で、共振現象を利用して携帯機器の動作に影響を与えることなく、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A Cアダプタにおいて、充電器コイル10と携帯電話コイル12a、およびノートブックコンピュータコイル12c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A C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A C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A C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斷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A C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A C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<sub>0</sub>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A C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A C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A C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ー型充電器であって、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ー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A C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A Cアダプタ24からなる充電台の上に搭載し、近接無線充電A C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で示すように磁気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、近接無線充電

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 を示すように磁気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 70 % 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。

10

【 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 13 ( 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 13 ( 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ー制御部 4 と、チョッパー制御部 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、磁気的疎結合によって、携帯機器 3 0 を非接触で充電する。

20

【 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。

30

【 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 との磁気的結合係数は、約 0 . 5 以下の疎結合であり、かつ電力伝送効率は約 70 % 以上である。

40

【 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、チョッパー制御部 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、チョッパー制御部 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

50

情報を受け取り、チョッパー制御部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IC14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IC14からチョッパー制御部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、チョッパー制御部4と充電プロファイルIC14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。

20

【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 A C アダプタ 2 4においては、1 次側コイル 1 0 と 2 次側コイル 1 2 のそれぞれに共振容量 C 1、C 2 を接続して、高い Q 値を有する同調型近接無線充電 A C アダプタ 2 4 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。

#### 【 0 0 4 1 】

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 A C アダプタ 2 4 の同調状態は、1 次側コイル 1 0 と 2 次側コイル 1 2 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 C 1、C 2 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 2 0 では横置き ( C o - P l a n e ) の形態になり、ノートブックコンピュータ 2 0 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 A C アダプタ 2 4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

#### 【 0 0 4 2 】

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 、および携帯機器 3 0 に接続若しくは内蔵される 2 次側コイル 1 2 の具体例は、図 3 に示すように表される。

#### 【 0 0 4 3 】

図 3において、1 次側コイル 1 0 の等価半径 a は、約 6 cm、1 次側共振容量 C 1 は、約 1.7 nF、銅損に伴う等価抵抗 r c は、約 0.0012 であり、2 次側コイル 1 2 の等価半径 a は、約 6 cm、2 次側共振容量 C 2 は、約 1.7 nF、銅損に伴う等価抵抗 r c は、約 0.0012 であり、1 次側コイル 1 0 および 2 次側コイル 1 2 の銅線量は、ともに、約 10 cc である。また、電力搬送波周波数は、約 10 MHz、波長は、約 30 m である。

20

#### 【 0 0 4 4 】

ここで、常時非接触遠隔充電時の、携帯機器 3 0 のリチウムイオン充電電池の容量を 3 割減の 500 mAh 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 1 A であり、端子電圧 3.5 V に調整電圧降下分 0.5 V を加えた 4 V において、消費される平均電力は 4 W であり、平均負荷抵抗は 4 であることがわかる。

30

#### 【 0 0 4 5 】

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 C 2 を C 2 1 と C 2 2 に分割して、容量 C 2 2 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。

#### 【 0 0 4 6 】

実施の形態に係る近接無線充電 A C アダプタにおいては、携帯機器 3 0 の非接触充電において、1 次側コイル 1 0 と 2 次側コイル 1 2 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 1 0 と 2 次側コイル 1 2 にはそれぞれ共振容量 C 1、C 2 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 3 0 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

#### 【 0 0 4 7 】

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 A C 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 2 0 の横に置くう様態でも柔軟に対応できる。

#### 【 0 0 4 8 】

（微小 Loop の放射磁界）

微小 Loop A 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

## 【0049】

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

## 【0050】

数式1、数式2は微小Loop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-サバーの式から導かれる。実施の形態に係る近接無線充電AC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。

## 【0051】

数式1は携帯機器30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)。

10

## 【数1】

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

## 【0052】

数式2はノートブックコンピュータ20の近接横付け充電に使われる磁界 $H$ を示す。

## 【数2】

20

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

## 【0053】

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(3MHz ~ 30MHz)を使って、実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタにおける1次側コイル10と携帯機器30の2次側コイル12を、距離3m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。

30

## 【0054】

(近接無線充電AC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ACアダプタにおいて、1次側コイル10と携帯電話コイル12a、およびノートブックコンピュータコイル12cの近接結合効果を、図5を用いて説明する。

## 【0055】

実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタの充電台上の携帯電話22を搭載し、近接無線充電する場合には、インダクタンスL1を有する1次側コイル10とインダクタンスL2を有する2次側携帯電話コイル12aとの距離は、約1cmであり、携帯電話22が近接無線充電ACアダプタ24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30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。

40

## 【0056】

一方、実施の形態に係る近接無線充電ACアダプタの充電台の横にノートブックコンピュータ20を配置し、近接無線充電する場合には、インダクタンスL1を有する1次側コイル10とインダクタンスL2を有する2次側ノートブックコンピュータコイル12cとの距離は、約10cmであり、ノートブックコンピュータ20が近接無線充電ACアダプタ24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20の近接横付け充電に使われる磁界 $H$ を適用することができる。

## 【0057】

(電力伝送の等価回路)

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  $L_2$  、 $C_{21}$  と  $C_{22}$  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  $C_{22}$  に並列接続される。

【 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  $L_{00p1}$  、2 次側コイル 1 2 の微小  $L_{00p2}$  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。

【 0 0 6 2 】

( b ) 1 次側コイル 1 0 の微小  $L_{00p1}$  のインダクタンス  $L_1$  、2 次側コイル 1 2 の微小  $L_{00p2}$  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  $L_{00p1}$  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  $L_{00p2}$  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。

【 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  $L_{00p1}$  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。

【 数 3 】

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

【 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。

10

20

30

40

【数4】

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

【0068】

従って、電力伝送効率  $\eta$  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】

$$\text{無線電力伝送効率} \quad \eta = P_{out} / P_{in}$$

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。Loop1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、Loop2のオーム則は数式7で表される。 $r_L$ 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

$$i_2 = \frac{v_2}{(rc + r_L)} = \frac{v_2}{rc(1 + m_L)}$$

$$m_L = \frac{r_L}{rc}$$

【0071】

30

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

【数8】

$$\text{銅損: } rc = n^2 \times \rho \times \frac{l}{S} = n^2 \times \rho \times \frac{2\pi a}{V_e / 2\pi a} = n^2 \times 1.7 \times 10^{-7} \times \frac{(2\pi \times 0.06)^2}{10 \times 10^{-6}} = 0.0024 \Omega$$

$$\text{skin depth: } d = \sqrt{2\rho / \omega\mu}$$

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 $i_1$ 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】

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

【0073】

50

励磁電流  $i_1$  による、2次側コイル 1 2 の誘導電圧  $v_2$  は数式 1 0 で表される。

【数 1 0】

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

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

【0 0 7 4】

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 1 で表される。

10

【数 1 1】

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

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

【0 0 7 5】

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

20

【数 1 2】

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

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

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

30

【0 0 7 6】

従って、数式 1 3 を得る。

【数 1 3】

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

40

【0 0 7 7】

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 1 4 で表される。

【数14】

入力電力:  $P_{in} = \text{Re}[i_1 \times e]$ 

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

【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15】

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16】

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

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10MHzでコイルの半径を代表的に約6cmとして、約1cm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17】

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

【0082】

励磁電流  $i_1$  による、2次側コイル 12 の誘導電圧  $v_2$  は数式 18 で表される。

【数18】

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

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

10

【0083】

Loop 2 に於ける誘導電流  $i_2$  による、オーム則は数式 19 で表される。

【数19】

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

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

20

【0084】

Loop 1 に於ける励磁電流  $i_1$  による、オーム則は数式 20 で表される。

【数20】

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

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

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

30

【0085】

従って、数式 21 が得られる。

【数21】

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

40

【0086】

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 22 で表される。

【数22】

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

【0087】

一方、負荷抵抗に伝送された電力  $P_{out}$  は数式23で表される。

【数23】

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  $\eta$  は数式24で表される。

【数24】

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

20

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10MHzでコイルの半径を代表的に約6cmとして、約10cm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。

40

【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130aには、1次側コイル150aが巻かれており、ドレイン側の磁気コア130b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気的な結合係数は、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。

10

【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、基本的に開磁路を形成し、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。

20

【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。

30

【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A<sub>tt</sub>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、 $\omega_0$ 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。

40

【数25】

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

【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】

50

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L1と2次側コイル12のインダクタンスL2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<sub>0</sub>は、 $V_0 = (1/R) \times \{S_1 S_2 (2\pi f)^3 / 90 \times 10^{22}\} \times i$ で表される。ここで、S1、S2は、Loop1、Loop2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L1と2次側コイル12のインダクタンスL2間の距離R<sub>eq</sub>が1cmの場合の出力電圧V<sub>0</sub>は、 $V_0 = (1/R_{eq}) \times \{S_1 S_2 (2\pi f)^3 / 90 \times 10^{22}\} \times i$ 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L1に並列に1次側共振容量C1を接続し、2次側コイル12のインダクタンスL2に並列に2次側共振容量C2を接続して、それぞれ高いQ1、Q2の同調が取られている。例えば、Q1とQ2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<sub>0</sub>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<sub>0</sub>=3m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、磁気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、磁気的疎結合で、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...チョッパー制御部

5...チョッパー回路

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

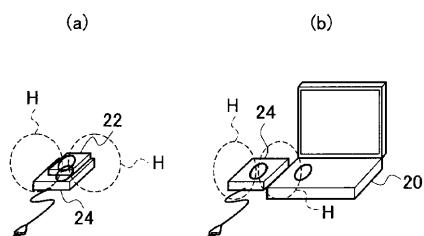
30

40

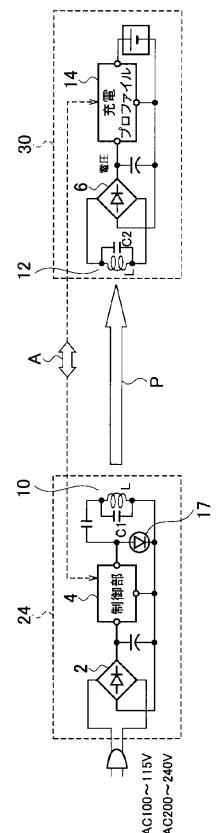
50

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

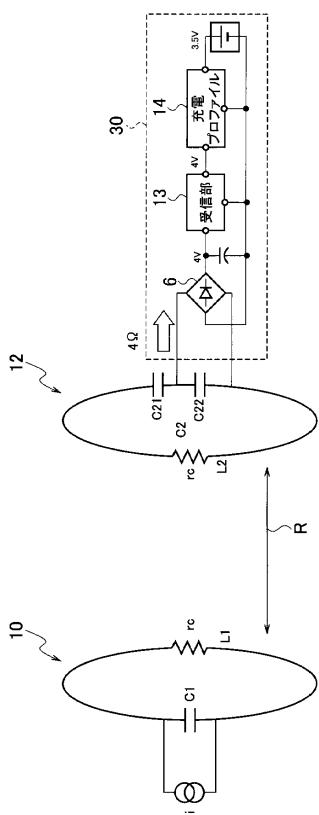
【図 1】



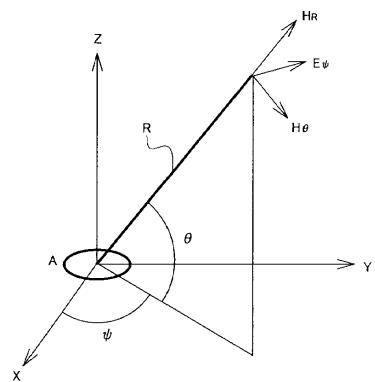
【図 2】



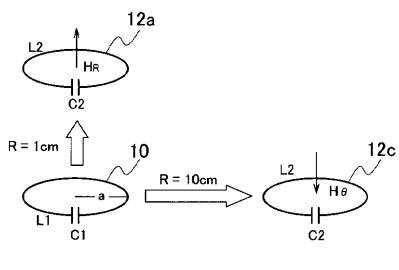
【図3】



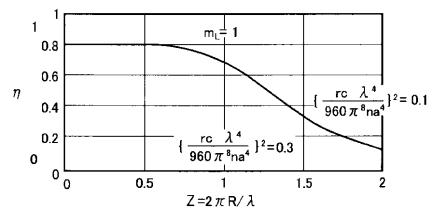
【図4】



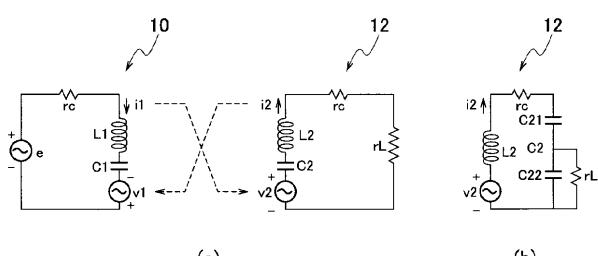
【図5】



【図7】

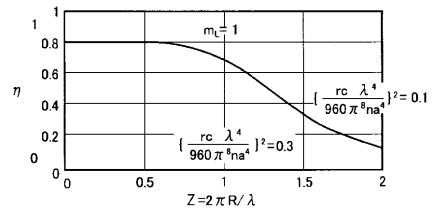


【図6】



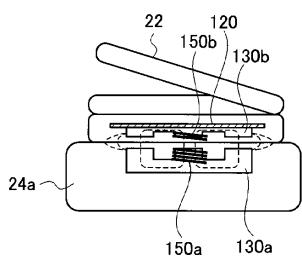
(a)

【図8】

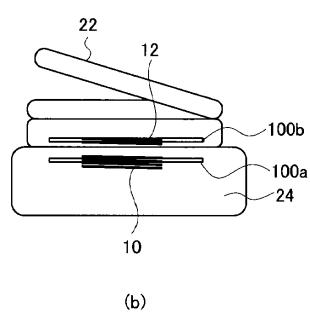


(b)

【 図 9 】

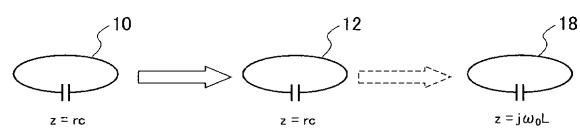


(a)

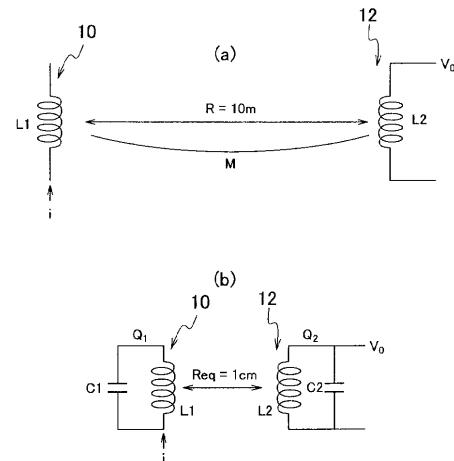


(b)

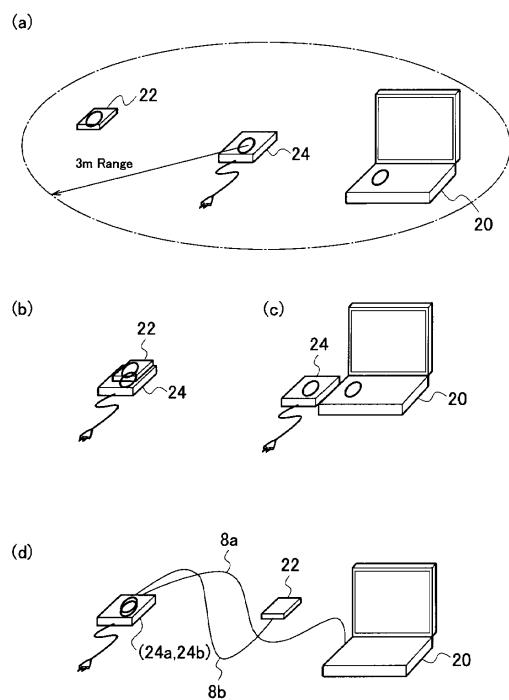
【図10】



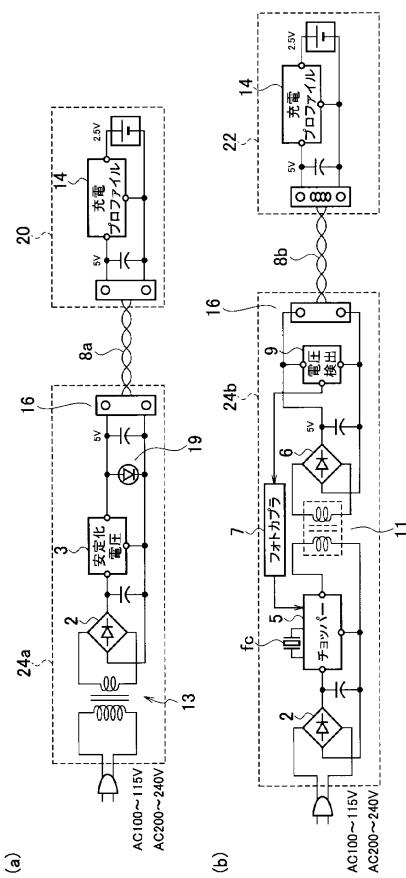
【 図 1 1 】



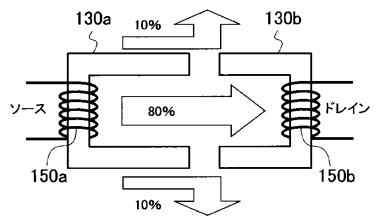
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



### 【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 01M 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 口一ム株式会社内

F ターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 GB08 GD04 GD06

5H030 AS11 AS14 BB01 DD18