

明 細 書

発明の名称： 受給電装置及び携帯機器

技術分野

[0001] 本発明は、磁界共振（共鳴）方式により非接触で電力を受給電する受給電装置及び携帯機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、給電装置と受電装置との間で無線による電力伝送を利用した給電技術（無線電力伝送技術）として、給電装置及び受電装置に備えられた共振器（共振コイル）間の共振現象を利用して電力伝送を行う無線電力伝送技術が注目されつつある。例えば、特許文献１においては、車体床面の上方に受電装置を配置し、受電装置から離隔された空間部に整流器や蓄電装置を配置した電動車両が開示されていると共に、この電動車両が給電場所に移動されたときに、給電場所に設置された給電装置から電動車両の受電装置に対して給電するシステムが開示されている。また、特許文献２には、可搬コンピュータに共振現象の無線電力伝送技術を適用した構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１１－１４７２１３号公報

特許文献２：特開２０１０－２３９８４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、整流器や蓄電装置等の各機器は、給電時における発熱や磁気の影響を考慮しながら配置することが必要である。上記の特許文献１の電動車両のように、比較的に大きな装置においては、各機器の配置場所を確保し易いが、限られた装置内の有効活用を目的として配置場所の確保を要望される可能性が高い。特に、特許文献２のように、小型化が要求される可搬コンピュータ等の携帯機器においては、給電時における発熱や磁気の影響を回避可

能な場所が限られるため、一層の小型化を実現するためには各機器をどのようにして配置するかが極めて重要な事項となっている。

[0005] そこで、本発明の目的は、整流器や蓄電装置等の各機器の配置場所を容易に確保できる受給電装置及び携帯機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の受給電装置は、他のコイルモジュールとの間で共振現象により電力を受給電するコイルモジュールと、他の部位よりも小さな磁界強度となるように前記共振現象により形成された磁界空間に配置された電子部品とを有しており、前記コイルモジュールは、前記他のコイルモジュールとの間で共振する共振コイルと、前記共振コイルのコイル径方向に一部が重複配置され、前記共振コイルに対して電力を受給電する受給電コイルとを有している。

[0007] 上記の構成によれば、受給電時においてコイルモジュールの内側位置や近傍位置に磁界の小さな磁界空間（空間部分）を出現させ、この磁界空間を電子部品の配置場所として有効利用している。これにより、電子部品の配置場所の確保が難しい携帯機器等の各種の機器においても、電子部品の配置場所を容易に確保し、ひいては機器の小型化を実現することを可能にする受給電装置として適用することができる。

[0008] さらに、上記の構成によれば、共振コイルと受給電コイルとがコイル径方向に一部が重複配置されているため、コイルモジュールをコイル軸方向に対して短縮することができる。これにより、受給電装置のコイル軸方向に対する小型化を実現することができる。さらに、共振コイルと受給電コイルとの重複の程度を調整することによって、コイルモジュールと共振コイルとの共振時の結合係数や、受電電圧、コイルモジュールの電流等の複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標とする値に設定することが可能になる。即ち、コイルの重複の程度を変更することにより複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標値に設定することが容易にできる。

[0009] 本発明における前記共振コイル及び前記受給電コイルは、ソレノイドコイルであってもよい。

- [0010] 上記の構成によれば、コイル軸方向に長尺となり易いソレノイドコイルの場合において、受給電装置の短縮化を顕著に実現することができる。また、コイル軸方向のコイル長さを変更することが容易であるため、複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標値に設定することも容易にできる。
- [0011] また、本発明の携帯機器は、上記構成の受給電装置を備えている。
- [0012] 上記の構成によれば、小型の受給電装置を携帯機器に備えることによって、携帯機器に要請される小型化及び軽量化を容易に実現することを可能にする。
- [0013] 本発明の携帯機器は、外部に露出された外壁部材を有し、前記受給電装置における前記コイルモジュールは、少なくとも一部が前記外壁部材の表面形状に沿って配置されていてもよい。
- [0014] 上記の構成によれば、コイルモジュールが外壁部材に沿って配置されることによって、携帯機器における限られた内部空間を有効に利用することができる。

発明の効果

- [0015] 整流器や蓄電装置等の各機器の配置場所を容易に確保することができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明に係る受電装置を備えた給電システムの概略説明図である。
- [図2]インピーダンスを測定する説明図である。
- [図3]受電電圧を測定する説明図である。
- [図4]各態様のコイル配置における測定結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0017] 以下に実施形態に係る受給電装置を説明する。尚、以下の説明においては、受給電装置を受電装置に適用した場合について説明するが、給電装置に適用してもよいし、受電装置及び給電装置の両方に適用してもよい。（受電装置）

図1に示すように、本実施形態に係る受給電装置である受電装置1は、共振現象を利用した給電時において受電モジュール11の内側位置や近傍位置

に他の部位よりも小さな磁界強度の磁界空間を出現させ、この磁界空間を電子部品 1 3 の配置場所とした構成を有している。即ち、受電装置 1（受給電装置）は、給電モジュール 2 1（他のコイルモジュール）との間で共振現象により電力を受給電する受電モジュール 1 1（コイルモジュール）と、他の部位よりも小さな磁界強度となるように共振現象により形成された磁界空間に配置された電子部品 1 3 とを有している。これにより、受電装置 1 は、上記の磁界空間に配置された電子部品 1 3 における磁界に起因する渦電流の発生が抑制されることにより誤動作や所定温度以上の発熱が防止される結果、小型化が可能になっている。尚、『小さな磁界強度の磁界空間』についての詳細は後述する。

[0018] 受電装置 1 における受電モジュール 1 1 は、給電モジュール 2 1 との間で共振する受電共振コイル 1 1 1（共振コイル）と、受電共振コイル 1 1 1 のコイル径方向に一部が重複配置され、受電共振コイル 1 1 1 に対して電力を受給電する受電コイル 1 1 2（受給電コイル）とを有している。具体的に説明すると、受電モジュール 1 1 は、外周側に配置された受電共振コイル 1 1 1 と、受電共振コイル 1 1 1 の内周側に配置され、コイル径方向に一部が重複配置された受電コイル 1 1 2 とを有している。これにより、受電装置 1 は、コイルモジュールをコイル軸方向に対して短縮することができるため、コイル軸方向に対する小型化が実現されている。

[0019] さらに、受電装置 1 は、受電共振コイル 1 1 1 と受電コイル 1 1 2 との重複の程度を調整することによって、給電モジュール 2 1（給電共振コイル 2 1 1）と受電共振コイル 1 1 1 との共振時の結合係数や、受電電圧、受電モジュール 1 1 の電流等の複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標とする値に設定することが可能になっていると共に、上記の磁界空間の拡張や形成位置の変更を行うことが可能になっている。即ち、受電装置 1 は、受電共振コイル 1 1 1 と受電コイル 1 1 2 との重複の程度を変更することによって、所望の磁界空間を確保しつつ複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標値に設定することが容易にできるようになっている。尚、受電装置 1 は、

受電共振コイル 1 1 1 と受電コイル 1 1 2 とを内周側及び外周側の何れに配置するかによって、制御項目の設定や磁界空間の拡張等を行うようになっていてもよい。

[0020] また、受電装置 1 は、共振時の磁界結合を増減するように受電モジュール 1 1 に配置された磁性部材 1 7 を有している。これにより、受電装置 1 は、磁性部材 1 7 が共振時における受電モジュール 1 1 と給電モジュール 2 1 との間の磁界結合を増減することによって、受電装置 1 及び給電装置 2 のサイズや形状の構造的仕様の変更ができない場合のように、給電モジュール 2 1 と受電モジュール 1 1 との距離を変更できない場合においても、受電装置 1 に要求される給電時の伝送効率の仕様を容易に満足させることができ、ひいては短時間での充電を可能にしたり、急速充電による過熱等を防止することができる。尚、受電装置 1 は、磁性部材 1 7 を有していなくてもよい。

[0021] ここで、給電モジュール 2 1 は、受電モジュール 1 1 に対して共振現象により電力を供給するように、受電共振コイル 1 1 1 との間で共振する給電共振コイル 2 1 1 と、給電共振コイル 2 1 1 に電力を供給する給電コイル 2 1 2 とを備えている。受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 及び受電コイル 1 1 2 と、給電モジュール 2 1 における受電共振コイル 1 1 1 及び受電コイル 1 1 2 とは、絶縁被膜付の銅線材等からなるソレノイドコイルにより形成されている。ソレノイドコイルは、コイル軸方向に長尺となり易いため、受電装置 1 や受給電装置 2 の短縮化を顕著に実現することができる。また、ソレノイドコイルは、コイル軸方向のコイル長さを変更することが容易であるため、受電装置 1 や受給電装置 2 における複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標値に設定することも容易にしている。

[0022] 受電装置 1 は、電力の供給により作動する全ての種類の機器に搭載可能である。例えば、携帯機器や据え置き型の機器、自動車等の車両機器に受電装置 1 を備えることができる。携帯機器は、ハンドヘルド機器及びウェアラブル機器（人体装着機器）の何れの機器も含む。

[0023] 具体的には、携帯機器は、ポータブルコンピュータ（ラップトップ、ノー

トパソコン、タブレットPC等)や、カメラ、音響機器・AV機器(携帯音楽プレーヤー、ICレコーダー、ポータブルDVDプレーヤー等)、計算機(ポケットコンピュータ、電卓)、ゲーム機、コンピュータ周辺機器(携帯プリンター、携帯スキャナ、携帯モデム等)、専用情報機器(電子辞書、電子手帳、電子書籍、ポータブルデータターミナル等)、携帯通信端末、音声通信端末(携帯電話、PHS、衛星電話、第三者無線、アマチュア無線、特定小電力無線・パーソナル無線・市民ラジオ等)、データ通信端末(携帯電話・PHS(フィーチャーフォン・スマートフォン)、ポケットベル等)、放送受信機(テレビ・ラジオ)、携帯ラジオ、携帯テレビ、ワンセグ、その他機器(腕時計、懐中時計)、補聴器、ハンドヘルドGPS、防犯ブザー、懐中電灯・ペンライト、電池パック、人工内耳システムの体外装置(サウンドプロセッサ、オーディオプロセッサ)等を例示することができる。

[0024] 尚、携帯機器は、受電モジュール11(コイルモジュール)の少なくとも一部が外部に露出された筐体等の外壁部材の表面形状に沿って配置されていることが好ましい。この場合には、受電モジュール11が外壁部材に沿って配置されることによって、携帯機器における限られた内部空間を有効に利用することができる。

[0025] (受電装置1:磁性部材17)

磁性部材17は、磁性材料により形成されている。磁性材料としては、純Fe、Fe-SiやFe-Al-Si(センダスト)、Fe-Ni(パーマロイ)、ソフトフェライト、Fe基アモルファス、Co基アモルファス、Fe-Co(パーメンジュール)等の軟磁性材料が例示される。

[0026] また、磁性部材17は、上記の磁性材料の磁性粉末が分散された樹脂により形成されていてもよい。樹脂は、熱硬化性樹脂でも熱可塑性樹脂でもよい。例えば、熱硬化性樹脂であれば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ビニルエステル樹脂、シアノエステル樹脂、マレイミド樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。また、熱可塑性樹脂であれば、アクリル系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、ポリビニルアルコール系樹脂などが挙げられる。

- [0027] 磁性部材 17 は、少なくとも受電共振コイル 111 の内周側に配置されている。受電共振コイル 111 の内周側に配置された磁性部材 17 は、共振時における受電共振コイル 111 と給電モジュール 21（給電共振コイル 211）との間の磁界結合を高める（増大させる）ように作用する。
- [0028] また、受電共振コイル 111 が給電モジュール 21 のコイル径と同一のコイル径を有し、給電モジュール 21 に対向配置されている場合において、磁界結合を高める場合は、下記のように磁性部材 17 が配置されていることが好ましい。
- [0029] 即ち、磁性部材 17 は、受電共振コイル 111 の内周面に沿った円筒形状に形成され、受電共振コイル 111 の給電モジュール 21 側の一方端位置が受電モジュール 11 の一方端位置にコイル軸方向において一致されていることが好ましい。この場合には、受電共振コイル 111 の内周面に沿って配置された円筒形状の磁性部材 17 により共振時における受電共振コイル 111 と給電モジュール 21 との間の磁界結合を高めることができると共に、磁界空間を受電共振コイル 111 の内側位置まで拡大することができる。
- [0030] また、受電共振コイル 111 が給電モジュール 21 のコイル径と同一のコイル径を有し、給電モジュール 21 に対向配置され、且つ、受電コイル 112 が受電共振コイル 111 のコイル軸に対して一致するコイル軸を有するように、給電モジュール 21 側とは反対側に配置されている場合において、磁界結合を高める場合は、下記のように磁性部材 17 が配置されていることが好ましい。
- [0031] 即ち、磁性部材 17 は、受電共振コイル 111 及び受電コイル 112 の内周面に沿った円筒形状に形成され、受電共振コイル 111 の給電モジュール 21 側の一方端位置が受電共振コイル 111 の一方端位置にコイル軸方向において一致され、給電モジュール 21 側とは反対側の他方端位置が受電コイル 112 の他方端位置にコイル軸方向において一致された円筒部と、円筒部の他方端に設けられ、受電コイル 112 の他方端面に対向するように形成された円盤部とを有することが好ましい。この場合には、受電共振コイル 111

１の内周面に沿って配置された円筒形状の円筒部及び受電コイル１１２に対向配置された円盤部との磁性部材１７により共振時における受電共振コイル１１１と給電モジュール２１（給電共振コイル２１１）との間の磁界結合を一層高めることができると共に、磁界空間を受電共振コイルの内側位置まで拡大することができる。

[0032] 尚、本実施形態においては、磁性部材１７が円筒形状に形成されているが、これに限定されるものではなく、点状や棒状であってもよい。また、本実施形態においては、共振時の磁界結合を高めるように磁性部材１７を配置しているが、磁性部材１７の配置により共振時の磁界結合を低下させるように磁性部材１７を配置してもよい。

[0033] 具体的に説明すると、磁性部材１７は、受電共振コイル１１１及び受電コイル１１２の外周面に沿った円筒形状に形成され、受電共振コイル１１１の給電モジュール２１側の一方端位置が受電共振コイル１１１の一方端位置にコイル軸方向において一致され、給電モジュール２１側とは反対側の他方端位置が受電コイル１１２の他方端位置にコイル軸方向において一致された外側円筒部を有しても良い。この場合には、磁界結合の程度（結合係数）を減少させることが可能になる。

[0034] このように、受電装置１は、磁性部材１７の配置や形状、サイズ等の磁性部材条件を調整することにより磁界結合の程度（結合係数）が任意の値に変更可能にされてもよい。これにより、受電装置１は、給電モジュール２１及び受電モジュール１１間の距離を一定に維持しつつ、磁性部材１７の磁性部材条件を調整することにより磁界結合の程度を容易に任意の値に変更することができる。この結果、給電装置２及び受電装置１のサイズや形状に制約を受け、これらのサイズや形状の構造的仕様の変更ができない場合のように、給電装置２（給電共振コイル２１１）と受電装置１（受電共振コイル１１１）との距離を変更できない場合においても、磁性部材１７により磁界結合を増減させることによって、受電装置１に要求される給電時の伝送効率の仕様を容易に満足させることができ、ひいては短時間での充電を可能にしたり、

急速充電による過熱等を防止することが可能になる。

[0035] (受電装置 1 : 電子部品 1 3 等)

上記の受電装置 1 は、電子回路を有する 1 以上の電子部品 1 3 と、作動電力を供給する電池 1 4 とを有している。さらに、受電装置 1 は、スピーカや発光部品、表示器等の出力部 1 5 と、マイクやスイッチ等の入力部 1 6 とを有している。具体的には、受電装置 1 は、AC/DC 変換部 1 3 1 や充電部 1 3 2、制御部 1 3 3 等の電子部品 1 3 を有している。これらの電子部品 1 3 の少なくとも一部は、他の部位よりも小さな磁界強度となるように共振現象により形成された磁界空間に配置されている。

[0036] AC/DC 変換部 1 3 1 は、受電モジュール 1 1 に給電された交流電力を直流電力に変換する機能を有している。充電部 1 3 2 は、電池 1 4 に対して充電する機能を有している。制御部 1 3 3 は、出力部 1 5 及び入力部 1 6 に接続されており、出力部 1 5 に対して制御信号を出力する機能と、入力部 1 6 からの入力信号を受信する機能と、受電装置 1 の使用目的に応じた各種の情報やデータを処理する機能とを有している。尚、本実施形態においては、説明の便宜上、電子部品 1 3 とは別に、電池 1 4 や出力部 1 5、入力部 1 6 を記載しているが、電子部品 1 3 が電池 1 4 や出力部 1 5、入力部 1 6 を含むものであってもよい。即ち、電池 1 4 や出力部 1 5、入力部 1 6 が磁界空間に配置されていてもよい。

[0037] 充電部 1 3 2 により充電される電池 1 4 は、充電可能な二次電池からなっている。電池 1 4 としては、鉛蓄電池やリチウムイオン二次電池、リチウムイオンポリマー二次電池、ニッケル・水素蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・鉄蓄電池、ニッケル・亜鉛蓄電池、酸化銀・亜鉛蓄電池等を例示することができる。尚、電池 1 4 は、二次電池でなくキャパシタであってもよい。

[0038] (給電装置 2)

上記のように構成された受電装置 1 は、給電装置 2 とで給電システム 3 を構成している。給電装置 2 は、受電装置 1 の受電モジュール 1 1 に対して共

振現象により電力を供給する給電モジュール 2 1 を備えている。給電モジュール 2 1 は、給電共振コイル 2 1 1 及び給電コイル 2 1 2 を備えている。給電装置 2 は、給電モジュール 2 1 に交流電力を供給する電源部 2 2 と、電源部 2 2 を制御する制御部 2 3 とを有している。

[0039] (磁界空間)

次に、主に受電装置 1 において電子部品 1 3 の配置場所とされる『磁界空間』について詳細に説明する。

[0040] 受電装置 1 は、『磁界空間』を所望位置に形成するように構成されている。磁界空間の所望位置への形成は、給電装置 2 との位置関係や給電状態、内部構成等の給電条件を設定することにより実現することができる。さらに、磁界空間の所望位置への形成は、給電モジュール 2 1 の給電共振コイル 2 1 1 と受電モジュール 1 1 の受電共振コイル 1 1 1 との結合係数を増減可能な磁性部材条件を設定することにより実現することができる。

[0041] 例えば、受電装置 1 は、給電装置 2 の給電モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 から受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 に共振現象により電力を供給する際に、給電モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 と受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 との間の所望位置に、この所望位置以外の磁界強度よりも小さな磁界強度を有する磁界空間を形成するように構成されていてもよい。この場合には、受電モジュール 1 1 の給電装置 2 側の近傍位置に磁界空間を出現させることができる。

[0042] 『磁界空間』の形成方法を詳細に説明すると、給電装置 2 の給電モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 から受電装置 1 の受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 に対して共振現象により電力を供給するときに、給電モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 に流れる電流の向きと受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 に流れる電流の向きとが、逆向きになるように、給電モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 に供給する電力の周波数を設定する方法が例示される。

[0043] 上記の形成方法によれば、共振現象を利用した電力伝送を行う際に、給電

モジュール 2 1 における給電共振コイル 2 1 1 と受電モジュール 1 1 における受電共振コイル 1 1 1 を近接配置することにより、給電共振コイル 2 1 1 と受電共振コイル 1 1 1 との結合の強さを表す結合係数が高くなる。このように結合係数が高い状態で、伝送特性（給電コイル 2 1 2 から受電コイル 1 1 2 に電力を送電する際の送電効率の指標となる値、もしくは、給電モジュール 2 1 から受電モジュール 1 1 に電力に電力を送電する際の送電効率の指標となる値）を計測すると、その測定波形は低周波側と高周波側とにピークが分離する。そして、この高周波側のピーク付近の周波数に、給電共振コイル 2 1 1 に供給する電力の周波数を設定することにより、給電共振コイル 2 1 1 に流れる電流の向きと受電共振コイル 1 1 1 に流れる電流の向きとが逆向きになり、給電共振コイル 2 1 1 の内周側に発生する磁界と受電共振コイル 1 1 1 の内周側に発生する磁界とが打ち消し合うことにより、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の内周側に、磁界による影響が低減されて、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の内周側以外の磁界強度よりも小さな磁界強度を有する磁界空間を形成することができる。

[0044] また、『磁界空間』の他の形成方法として、給電共振コイル 2 1 1 から受電共振コイル 1 1 1 に対して共振現象により電力を供給するときに、給電共振コイル 2 1 1 に流れる電流の向きと受電共振コイル 1 1 1 に流れる電流の向きとが、同じ向きになるように、給電共振コイル 2 1 1 に供給する電力の周波数を設定する方法が例示される。

[0045] 上記の形成方法によれば、共振現象を利用した電力伝送を行う際に、給電共振コイル 2 1 1 と受電共振コイル 1 1 1 とを近接配置することにより、給電共振コイル 2 1 1 と受電共振コイル 1 1 1 との結合の強さを表す結合係数が高くなる。このように結合係数が高い状態で、伝送特性を計測すると、その測定波形は低周波側と高周波側とにピークが分離する。そして、この低周波側のピーク付近の周波数に、給電共振コイル 2 1 1 に供給する電力の周波数を設定することにより、給電共振コイル 2 1 1 に流れる電流の向きと受電共振コイル 1 1 1 に流れる電流の向きとが同じ向きになり、給電共振コイル

2 1 1 の外周側に発生する磁界と受電共振コイル 1 1 1 の外周側に発生する磁界とが打ち消し合うことにより、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の外周側に、磁界による影響が低減されて、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の外周側以外の磁界強度よりも小さな磁界強度を有する磁界空間を形成することができる。

[0046] また、『磁界空間』は、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 に関する調整パラメータを変化させて、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の間に発生する磁界結合の強度に基づいて大きさが設定されてもよい。例えば、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 との間に発生する磁界結合を相対的に弱めることにより磁界空間の大きさを拡大することができる。一方、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 との間に発生する磁界結合を相対的に強めることにより磁界空間の大きさを小さくすることができる。これにより、受電装置 1 のサイズに最適な磁界空間を形成することができる。

[0047] 尚、給電共振コイル 2 1 1 の配置関係、及び、受電共振コイル 1 1 1 の配置関係を調整パラメータとし、この調整パラメータを変化させて、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の間に発生する磁界結合の強度を変更することにより、磁界空間の大きさを変更してもよい。

[0048] また、『磁界空間』は、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の形状を調整パラメータとし、これらのコイルの形状を所望の形状に変化させて、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の間及び周辺に発生する磁界結合の強度を変更することにより、形状が所望の形状に設定されてもよい。この場合には、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 を所望の形状にすることにより、磁界強度が相対的に弱い磁界空間をコイルの形状に沿った所望の形状で形成することができる。

[0049] また、『磁界空間』は、給電共振コイル 2 1 1 と給電コイル 2 1 2 との間の第 1 距離、及び、受電コイル 1 1 2 と受電共振コイル 1 1 1 との間の第 2 距離の少なくとも一つを調整パラメータとし、この調整パラメータに基づい

て、大きさが設定されてもよい。例えば、給電共振コイル 2 1 1 と給電コイル 2 1 2 との間の第 1 距離、及び、受電コイル 1 1 2 と受電共振コイル 1 1 1 との間の第 2 距離を相対的に短くすることにより、磁界結合を相対的に弱めて磁界空間の大きさを拡大することができる。一方、給電共振コイル 2 1 1 と給電コイル 2 1 2 との間の第 1 距離、及び、受電コイル 1 1 2 と受電共振コイル 1 1 1 との間の第 2 距離を相対的に長くすることにより、磁界結合を相対的に強めて磁界空間の大きさを小さくすることができる。

[0050] また、『磁界空間』は、受電共振コイル 1 1 1 において、給電モジュール 2 1 に供給する電力の駆動周波数に対する伝送特性の値が、共振周波数よりも低い駆動周波数帯域及び共振周波数よりも高い駆動周波数帯域にそれぞれピークを有する共振現象により電力が供給されることで形成されてもよい。この場合には、低い駆動周波数帯域のピーク周波数において給電モジュール 2 1 の給電共振コイル 2 1 1 に流れる電流の向きと受電共振コイル 1 1 1 に流れる電流の向きとを同じにした同相の電流が流れるように設定した場合と、電流の向きを逆にした逆相に設定した場合とで磁界空間が出現する位置を変えることができる。

[0051] さらに、『磁界空間』は、受電共振コイル 1 1 1 及び給電共振コイル 2 1 1 の対向面を除いた少なくとも一部の面を覆うように磁性部材 1 7 を配置し、給電共振コイル 2 1 1 と受電共振コイル 1 1 1 との間で磁界を変化させて電力伝送を行うことで、所望位置に当該所望位置以外の磁界強度よりも小さな磁界強度を有する磁界空間を形成してもよい。

[0052] 磁性部材 1 7 は、受電共振コイル 1 1 1 の内周面を覆うように配置されていてもよい。この場合には、受電共振コイル 1 1 1 の内周側で発生する磁界を遮断して、受電共振コイル 1 1 1 の内周側に比較的にな磁界強度を有する磁界空間を形成することができる。

[0053] また、磁性部材 1 7 は、給電共振コイル 2 1 1 及び受電共振コイル 1 1 1 の対向面とは反対側の面を覆うように配置されていてもよい。この場合には、受電共振コイル 1 1 1 の対向面とは反対側の面付近で発生する磁界を遮断

して、受電共振コイル 1 1 1 の対向面とは反対側の面付近に比較的小さな磁界強度を有する磁界空間を形成することができる。

[0054] このように、受電装置 1 は、上述の磁界空間の形成方法の 1 以上の組み合わせに基づいて、受電モジュール 1 1 の内側や近傍の所望位置に磁界強度の小さな磁界空間を意図的に形成することが可能になっていると共に、磁界空間の大きさや形状を設定することが可能になっている。即ち、受電装置 1 は、受電モジュール 1 1 の設置態様（受電共振コイル 1 1 1 と受電コイル 1 1 2 との重複の程度や内周及び外周の位置関係を含む）及び磁性部材条件の少なくとも一方の操作により所望の磁界空間を形成することが可能になっている。

[0055] （測定システムを用いた調査）

次に、上記で説明した受電装置 1 において、受電共振コイル 1 1 1 と受電コイル 1 1 2 とを重複させた場合における受電共振コイル 1 1 1 及び受電コイル 1 1 2 のインダクタンス値 ($L_3 \cdot L_4$) 及び抵抗値 ($R_3 \cdot R_4$) と、受電共振コイル 1 1 1 及び受電コイル 1 1 2 間の結合係数 k_{34} と、入力インピーダンス Z_{in} と、受電電圧と、受電共振コイル 1 1 1 の電流値とを調査した。

[0056] （測定システム：受電モジュール 1 1 のコイル配置）

まず、図 2 に示すように、測定システムにおける給電モジュール 2 1 のコイル配置について説明する。給電モジュール 2 1 の給電コイル 2 1 2 は、線径 0.4 mm ϕ の銅線材（絶縁被膜付）を使用して、15 mm ϕ のコイル径で設定されている。給電共振コイル 2 1 1 は、線径 0.4 mm ϕ の銅線材（絶縁被膜付）を使用して、15 mm ϕ のコイル径に設定されている。尚、給電共振コイル 2 1 1 の内周側には、厚みが 450 μ m の図示しない磁性部材が必要に応じて配置されている。給電共振コイル 2 1 1 及び給電コイル 2 1 2 は、自己インダクタンス L が 3.1 μ H 及び抵抗値が 0.65 Ω である。

[0057] 次に、受電モジュール 1 1 の構成について説明する。受電共振コイル 1 1 1 及び受電コイル 1 1 2 の配置について、下記の 4 態様のコイル配置にされ

ている。尚、本実施形態においては、所望の結合係数でインダクタンスが最大（設計範囲が広い）となる構成として4態様のコイル配置を例示している。

[0058] 具体的に説明すると、第1態様のコイル配置は、給電モジュール21側を前側とした場合において、受電共振コイル111が前側の内周側に配置され、受電コイル112が受電共振コイル111の外周側の後側に重複配置されている。受電共振コイル111及び受電コイル112の内周側には、厚みが450 μ mで長さが3mmの円筒形状の磁性部材17が配置されている。

[0059] 内周側に配置される受電共振コイル111は、線径0.12mmの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11mmの径に設定されている。外周側に配置される受電コイル112は、線径0.12mmの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11.24mmの径に設定されている。受電共振コイル111及び受電コイル112は、2.16mm及び2.16mmのコイル長にそれぞれ設定されている。受電モジュール11のコイル長、即ち、受電共振コイル111と受電コイル112との重複分を除いた総コイル長は、3mmに設定されている。

[0060] 第2態様のコイル配置は、受電共振コイル111が前側の外周側に配置され、受電コイル112が受電共振コイル111の内周側の後側に重複配置されている。具体的に説明すると、外周側に配置される受電共振コイル111は、線径0.12mmの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11.24mmの径に設定されている。内周側に配置される受電コイル112は、線径0.12mmの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11mmの径に設定されている。受電共振コイル111及び受電コイル112は、2.16mm及び2.16mmのコイル長にそれぞれ設定されている。その他の構成は、第1態様のコイル配置と同一である。

[0061] 第3態様のコイル配置は、受電共振コイル111が内周側に配置され、受電コイル112が受電共振コイル111の外周側の後側に重複配置されている。具体的に説明すると、内周側に配置される受電共振コイル111は、線

径0.12mmφの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11mmφのコイル径に設定されている。外周側に配置される受電コイル112は、線径0.12mmφの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11.24mmφの2mmφのコイル径に設定されている。受電共振コイル111及び受電コイル112は、3mm及び1.2mmのコイル長にそれぞれ設定されている。その他の構成は、第1状態のコイル配置と同一である。

[0062] 第4状態のコイル配置は、受電共振コイル111が外周側に配置され、受

電コイル112が受電共振コイル111の内周側の後側に重複配置されている。具体的に説明すると、外周側に配置される受電共振コイル111は、線径0.12mmφの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11.24mmφのコイル径に設定されている。内周側に配置される受電コイル112は、線径0.12mmφの銅線材（絶縁被膜付）を使用して、11mmφのコイル径に設定されている。受電共振コイル111及び受電コイル112は、3mm及び1.2mmのコイル長にそれぞれ設定されている。その他の構成は、第1状態のコイル配置と同一である。

[0063] (測定システム：インピーダンスZinの測定方法)

図2に示すように、上記のように構成された給電モジュール21と受電モジュール11とを対向配置させる。そして、受電コイル112に175Ωの負荷抵抗器32を負荷として接続する。また、給電コイル212の一端及び他端に交流電源の代わりにネットワークアナライザ31（アジレント・テクノロジ株式会社製：E5061B）の端子をそれぞれ接続する。そして、給電コイル212、給電共振コイル211、受電共振コイル111、受電コイル112を950kHzの共振周波数で共振させた場合において、ネットワークアナライザ31により1050kHz(高周波側のピーク)のインピーダンスZinを測定する。

[0064] (測定システム：受電電圧及び共振器の電流の測定方法)

図3に示すように、上記のように構成された給電モジュール21と受電モジュール11とを対向配置させる。そして、受電コイル112に175Ωの

負荷抵抗器 32 を負荷として接続する。また、給電コイル 212 の一端及び他端に 5 V の交流電源 33 を接続し、負荷抵抗器 32 の両端電圧を受電電圧としてオシロスコープ（アジレント・テクノロジー株式会社製：MSO-X 3054A）により測定する。そして、給電コイル 212、給電共振コイル 211、受電共振コイル 111、受電コイル 112 を 950 kHz の共振周波数で共振させた場合において、1050 kHz (高周波側のピーク) の測定された受電電圧に基づいて共振器（受電共振コイル 111）の電流を求める。

[0065] （測定システム：結合係数 k_{12} を固定した場合）

上記の測定システムにおいて、受電共振コイル 111 及び受電コイル 112 のインダクタンス $L_3 : L_4$ を実測すると共に抵抗値 $R_3 : R_4$ を実測する。また、受電共振コイル 111 及び受電コイル 112 間の結合係数 k_{34} を求める。さらに、給電共振コイル 211 及び給電コイル 212 間の結合係数 k_{12} が 0.457 であり、給電共振コイル 211 及び受電共振コイル間の結合係数 k_{23} が 0.187 である場合のインピーダンス Z_{in} と受電電圧の電圧値と受電共振コイル 111 である共振器の電流値とを求める。

[0066] 第 1 ～ 第 4 態様の各受電モジュール 11 を上記の測定システムに適用し、受電電圧等の測定項目を実測や計算により求めた。その結果、図 4 に示すように、第 1 態様の受電モジュール 11 においては、インダクタンス $L_3 : L_4$ (μH) は 7.5 : 6.4 であった。抵抗値 $R_3 : R_4$ (Ω) は 1.9 : 1.5 であった。結合係数 k_{34} は 0.85 であった。また、インピーダンス Z_{in} は 27.4 Ω であった。受電電圧は 9.5 V であった。受電共振コイル 111 である共振器の電流は 0.250 A であった。

[0067] 第 2 態様の受電モジュール 11 においては、インダクタンス $L_3 : L_4$ (μH) は 6.4 : 7.5 であった。抵抗値 $R_3 : R_4$ (Ω) は 1.5 : 1.9 であった。結合係数 k_{34} は 0.85 であった。また、インピーダンス Z_{in} は 26.3 Ω であった。受電電圧は 10.0 V であった。受電共振コイル 111 である共振器の電流は 0.263 A であった。

[0068] 第 3 態様の受電モジュール 11 においては、インダクタンス $L_3 : L_4$ (

μH) は 14.5 : 2.9 であった。抵抗値 $R_3 : R_4$ (Ω) は 2.9 : 1.0 であった。結合係数 k_{34} は 0.85 であった。また、インピーダンス Z_{in} は 42.6 Ω であった。受電電圧は 6.9 V であった。受電共振コイル 111 である共振器の電流は 0.190 A であった。

[0069] 第4態様の受電モジュール 11 においては、インダクタンス $L_3 : L_4$ (μH) は 11.9 : 4.3 であった。抵抗値 $R_3 : R_4$ (Ω) は 2.4 : 1.4 であった。結合係数 k_{34} は 0.85 であった。また、インピーダンス Z_{in} は 34.4 Ω であった。受電電圧は 8.3 V であった。受電共振コイル 111 である共振器の電流は 0.207 A であった。

[0070] 上記の測定結果から、給電共振コイル 211 と受電共振コイル 111 との距離を変更しなくても、受電共振コイル 111 と受電コイル 112 の重複の程度や配置によって、受電電圧や受電共振コイル 111 の電流等の複数の制御項目の中から所望の制御項目を目標とする値に設定することが可能であることが判明した。

[0071] 以上の詳細な説明では、本発明をより容易に理解できるように、特徴的部分を中心に説明したが、本発明は、以上の詳細な説明に記載する実施形態・実施例に限定されず、その他の実施形態・実施例にも適用することができ、その適用範囲は可能な限り広く解釈されるべきである。また、本明細書において用いた用語及び語法は、本発明を的確に説明するために用いたものであり、本発明の解釈を制限するために用いたものではない。また、当業者であれば、本明細書に記載された発明の概念から、本発明の概念に含まれる他の構成、システム、方法等を推考することは容易であると思われる。従って、請求の範囲の記載は、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で均等な構成を含むものであるとみなされるべきである。また、本発明の目的及び本発明の効果を十分に理解するために、すでに開示されている文献等を十分に参酌することが望まれる。

符号の説明

[0072] 1 受電装置

- 2 給電装置
- 3 給電システム
 - 1 1 受電モジュール
 - 1 1 1 受電共振コイル
 - 1 1 2 受電コイル
 - 2 1 給電モジュール
 - 2 1 1 給電共振コイル
 - 2 1 2 給電コイル
 - 1 7 磁性部材

請求の範囲

- [請求項1] 他のコイルモジュールとの間で共振現象により電力を受給電するコイルモジュールと、
- 他の部位よりも小さな磁界強度となるように前記共振現象により形成された磁界空間に配置された電子部品とを有しており、
- 前記コイルモジュールは、
- 前記他のコイルモジュールとの間で共振する共振コイルと、
- 前記共振コイルのコイル径方向に一部が重複配置され、前記共振コイルに対して電力を受給電する受給電コイルとを有していることを特徴とする受給電装置。
- [請求項2] 前記共振コイル及び前記受給電コイルは、ソレノイドコイルであることを特徴とする請求項1に記載の受給電装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の受給電装置を備えたことを特徴とする携帯機器。
- [請求項4] 外部に露出された外壁部材を有し、
- 前記受給電装置における前記コイルモジュールは、少なくとも一部が前記外壁部材の表面形状に沿って配置されていることを特徴とする請求項3に記載の携帯機器。