

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6088234号
(P6088234)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl.	F I
H O 2 J 50/12 (2016.01)	H O 2 J 50/12
H O 2 J 50/40 (2016.01)	H O 2 J 50/40
H O 2 J 50/80 (2016.01)	H O 2 J 50/80

請求項の数 4 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-273214 (P2012-273214)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成24年12月14日(2012.12.14)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2013-150542 (P2013-150542A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成25年8月1日(2013.8.1)	(72) 発明者	鎌田 康一郎
審査請求日	平成27年12月1日(2015.12.1)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2011-282434 (P2011-282434)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成23年12月23日(2011.12.23)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	小池 堂夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受電装置、無線給電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

給電装置が有するアンテナとの間で共鳴による結合を形成する機能を有する第1アンテナと、

前記第1アンテナとの間で電磁誘導による結合を形成する機能を有する第2アンテナと、

前記第1アンテナ及び前記第2アンテナを介して前記給電装置から与えられる交流電圧を整流して直流電圧を生成する第1の機能と、前記第2アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる第2の機能と、を有する整流回路と、

前記交流電圧から周期の情報を含む第1信号を抽出する機能を有する受信回路と、
制御回路と、を有し、

前記制御回路は、前記整流回路における前記第1の機能と前記第2の機能とを選択する機能を有し、

前記制御回路は、前記第1の機能が選択されている間、前記整流回路が有する複数のスイッチを制御するための第2信号を前記第1信号に従って生成する機能を有する受電装置。

【請求項 2】

給電装置が有するアンテナとの間で共鳴による結合を形成する機能を有する第1アンテナと、

前記第1アンテナとの間で電磁誘導による結合を形成する機能を有する第2アンテナと

10

20

、
前記給電装置からの電波を受信して第2の交流電圧を生成する機能を有する第3のアンテナと、

前記第1アンテナ及び前記第2アンテナを介して前記給電装置から与えられる交流電圧を整流して直流電圧を生成する第1の機能と、前記第2アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる第2の機能と、を有する整流回路と、

前記第2の交流電圧から周期の情報を含む第1信号を抽出する機能を有する受信回路と、

制御回路と、を有し、

前記制御回路は、前記整流回路における前記第1の機能と前記第2の機能とを選択する機能を有し、

前記制御回路は、前記第1の機能が選択されている間、前記整流回路が有する複数のスイッチを制御するための第2信号を前記第1信号に従って生成する機能を有する受電装置。

【請求項3】

給電装置と、

受電装置と、を有し、

前記受電装置は、前記給電装置が有するアンテナとの間で共鳴による結合を形成する機能を有する第1アンテナと、

前記第1アンテナとの間で電磁誘導による結合を形成する機能を有する第2アンテナと

、
前記第1アンテナ及び前記第2アンテナを介して前記給電装置から与えられる交流電圧を整流して直流電圧を生成する第1の機能と、前記第2アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる第2の機能と、を有する整流回路と、

前記交流電圧から周期の情報を含む第1信号を抽出する機能を有する受信回路と、

制御回路と、を有し、

前記制御回路は、前記整流回路における前記第1の機能と前記第2の機能とを選択する機能を有し、

前記制御回路は、前記第1の機能が選択されている間、前記整流回路が有する複数のスイッチを制御するための第2信号を前記第1信号に従って生成する機能を有する無線給電システム。

【請求項4】

給電装置と、

受電装置と、を有し、

前記受電装置は、前記給電装置が有するアンテナとの間で共鳴による結合を形成する機能を有する第1アンテナと、

前記第1アンテナとの間で電磁誘導による結合を形成する機能を有する第2アンテナと

、
前記給電装置からの電波を受信して第2の交流電圧を生成する機能を有する第3のアンテナと、

前記第1アンテナ及び前記第2アンテナを介して前記給電装置から与えられる交流電圧を整流して直流電圧を生成する第1の機能と、前記第2アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる第2の機能と、を有する整流回路と、

前記第2の交流電圧から周期の情報を含む第1信号を抽出する機能を有する受信回路と、

制御回路と、を有し、

前記制御回路は、前記整流回路における前記第1の機能と前記第2の機能とを選択する機能を有し、

前記制御回路は、前記第1の機能が選択されている間、前記整流回路が有する複数のスイッチを制御するための第2信号を前記第1信号に従って生成する機能を有する無線給電

10

20

30

40

50

システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線にて電力を受ける受電装置と、当該受電装置を用いた無線給電システム、及び無線給電方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電磁誘導方式を利用して給電装置から受電装置に無線で電力を供給する無線給電の技術は、以前から研究が進められており、実用化にまで至っている。近年は、電磁誘導方式の場合よりも長い伝送距離での電力の伝送が可能である、電磁共鳴（電磁界共振結合）方式を利用した無線給電の技術に注目が集まっている。電磁共鳴方式は、電磁誘導方式とは異なり、伝送距離が数m程度でも高い電力伝送効率を維持することができ、なおかつ、給電装置のアンテナと受電装置のアンテナの位置ずれによる、電力損失を小さく抑えることができる。

10

【0003】

下記の特許文献1及び非特許文献1には、電磁共鳴方式を採用した無線給電の技術について開示されている。

【0004】

特許文献1及び非特許文献1に記載されている電磁共鳴方式の無線給電では、給電装置と受電装置のそれぞれが、アンテナを2つ有している。具体的には、電力源から接点を介して電力が与えられる励振用アンテナと、上記励振用アンテナと電磁誘導により結合する共鳴用アンテナとを、給電装置が有する。さらに、負荷に接点を介して電力を与える受電用アンテナと、上記励振用アンテナと電磁誘導により結合する共鳴用アンテナとを、受電装置が有する。そして、給電装置の共鳴用アンテナと、受電装置の共鳴用アンテナとが、磁界共鳴または電界共鳴により結合することで、給電装置から受電装置へ無線にて電力の供給を行う。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

30

【特許文献1】特開2010-219838号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Andre Kurs, et al., "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances", Science, 6 July 2007, vol. 317, p 83 - p 86.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

40

ところで、電磁共鳴方式では、上述したように伝送距離が長く、共鳴用アンテナ間の位置ずれの許容範囲が広い。よって、電磁共鳴方式では、給電装置と受電装置の間の位置関係における制約が電磁誘導方式の場合よりも小さく、そのことは、複数の受電装置へ電力の供給を行う上で有利に働く。しかし、受電装置が複数になると、給電装置と受電装置の共振周波数が合致していたとしても、給電装置から複数の受電装置のそれぞれに送られる総電力の電力伝送効率は、複数の受電装置の共鳴用アンテナが干渉し合うために、給電装置と受電装置が一对一である場合に比べて低くなる。また、充電が完了して電力の供給が不要となった受電装置においても、受電用アンテナに接続された回路素子や配線などが充放電することで、電力が消費される。そして、給電装置から、充電が完了した受電装置への電力の供給が停止されないことにより、充電中の受電装置に供給される電力の電力伝送効

50

率は低いままとなる。

【 0 0 0 8 】

電力伝送効率を高めるためには、複数の受電装置のうち、充電が完了した受電装置において、共鳴用アンテナが有するコイルの一对の給電点を、スイッチにより短絡させることが有効な方法の一つである。コイルの一对の給電点が短絡されると、給電装置の共鳴用アンテナと当該受電装置の共鳴用アンテナの間に形成されていた磁界共鳴または電界共鳴による結合を、解除させることができる。そのため、充電が完了した受電装置により、給電装置と他の受電装置との間の磁界共鳴または電界共鳴による結合が阻害されにくくなり、電力伝送効率を高めることができる。

【 0 0 0 9 】

しかし、この方法では、共鳴用アンテナに、短絡を行うためのスイッチや、当該スイッチのオンまたはオフを選択するための配線、回路素子などを設ける必要があり、共鳴用アンテナ全体の抵抗が大きくなる。そして、電磁共鳴方式では、共鳴用アンテナ全体の抵抗が増大することでQ値が下がると電力伝送効率が低下するため、上記方法は好ましいとは言えない。

【 0 0 1 0 】

上述したような技術的背景のもと、本発明は、Q値の低下を抑えつつ、給電装置からの電力の供給を停止することができる受電装置の提供を、課題の一つとする。また、本発明は、当該受電装置を用いた、電力伝送効率の高い無線給電システム、または無線給電方法の提案を、課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様では、受電装置が有する整流回路を用いて、受電装置の受電用アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる。具体的に、上記整流回路は、上記一对の給電点を電気的に接続するための単数または複数のスイッチを有する。単数または複数のスイッチのいずれかを導通状態（オン）とすることで、アンテナ素子の一对の給電点を短絡させることができる。また、上記整流回路では、給電装置の交流電源が生成する交流電圧に合わせて、上記単数または複数のスイッチを導通状態（オン）または非導通状態（オフ）とすることで、アンテナ素子のいずれか一方の給電点の電位を、整流回路から出力する。

【 0 0 1 2 】

具体的に、本発明の一態様に係る受電装置は、給電装置が有するアンテナとの間で磁界共鳴または電界共鳴（以下、まとめて共鳴とする）による結合が形成される第1アンテナと、第1アンテナとの間で電磁誘導による結合が形成される第2アンテナと、複数のスイッチを有し、なおかつ、上記複数のスイッチがオンまたはオフになることにより、第2アンテナから与えられる電圧を整流して出力する第1の動作を行うか、或いは第2アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる第2の動作を行う整流回路と、整流回路から出力された電圧が与えられる負荷と、整流回路の第1の動作及び第2の動作において、複数のスイッチのオンまたはオフを選択する信号を生成する制御回路と、を有する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の一態様に係る受電装置は、給電装置で生成される交流電圧の周期を情報として含む信号を、無線で受け取る受信回路を有していても良い。受信回路には、アンテナ、整流回路、復調回路などが含まれる。交流電圧の周期を情報として含む信号を用いることで、制御回路は、上記第1の動作において、給電装置で生成される交流電圧の周期に合うように、整流回路が有する複数のスイッチのオンまたはオフを選択する信号を生成する。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の一態様に係る受電装置は、負荷として、二次電池やキャパシタなどの蓄電装置が用いられていても良い。そして、蓄電装置への充電が行われている間、整流回路が第1の動作を行うよう、制御回路は、複数のスイッチのオンまたはオフを選択する信号を

10

20

30

40

50

生成する。また、蓄電装置への充電が行われない間、整流回路が第２の動作を行うよう、制御回路は、複数のスイッチのオンまたはオフを選択する信号を生成する。

【００１５】

本発明の一態様に係る受電装置では、受電用アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させる。上記構成により、受電用アンテナに接続された回路素子や配線などへの電力の供給が停止されるため、受電装置の共鳴用アンテナは、給電装置の共鳴用アンテナから電力を実質的に受け取らなくなる。したがって、本発明の一態様に係る受電装置では、共鳴用アンテナが有するアンテナ素子の一对の給電点を短絡させなくとも、給電装置からの電力の供給を停止することができる。そして、本発明の一態様に係る無線給電システム、または無線給電方法では、給電装置から、充電の完了した受電装置への電力の供給が停止されることで、給電装置から他の受電装置への電力伝送効率を高めることができる。

10

【発明の効果】

【００１６】

本発明の一態様では、上記構成により、Ｑ値の低下を抑えつつ、給電装置からの電力の供給を停止することができる受電装置を提供できる。また、本発明の一態様では、当該受電装置を用いた、電力伝送効率の高い無線給電システム、または無線給電方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】無線給電システムの構成を示す図。

20

【図２】無線給電システムの構成を示す図。

【図３】タイミングチャート。

【図４】無線給電システムの動作を示す概念図。

【図５】受電装置の構成を示す図。

【図６】実験の条件を説明する図。

【図７】電力伝送損失と周波数 f の関係を示す図。

【図８】受電装置の構成を示す図。

【図９】給電装置の構成を示す図。

【図１０】タイミングチャート。

【図１１】無線給電の様子を示す図。

30

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。したがって、本発明は、以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【００１９】

（実施の形態１）

図１に、本発明の一態様に係る無線給電システムの一例を示す。図１に示す無線給電システムは、受電装置１００と、給電装置２００とを有する。

40

【００２０】

受電装置１００は、共鳴用アンテナ１０１と、受電用アンテナ１０２と、整流回路１０３と、制御回路１０４と、負荷１０５と、受信回路１０６とを有する。また、給電装置２００は、共鳴用アンテナ２０１と、励振用アンテナ２０２と、交流電源２０３と、制御回路２０４と、送信回路２０５とを有する。

【００２１】

まず、給電装置２００の具体的な構成について、説明する。

【００２２】

共鳴用アンテナ２０１は、インダクターであるアンテナ素子２０６と、上記アンテナ素子２０６に内在する容量とを有する。また、アンテナ素子２０６に内在する上記容量に加え

50

て、共鳴用アンテナ 201 の共振周波数を調整するために、別途、容量素子をアンテナ素子 206 に接続しても良い。図 1 では、アンテナ素子 206 に内在する上記容量と、共振周波数を調整するための容量素子とを併せて、容量素子 207 として示す。図 1 において共鳴用アンテナ 201 は、アンテナ素子 206 と容量素子 207 とが接続された等価回路で示される。

【0023】

アンテナ素子 206 は、渦巻き状、ループ状、螺旋状などの形状を有する導体を用いることができる。共鳴用アンテナ 201 は、受電装置 100 の共鳴用アンテナ 101 と、共振周波数が揃うように、アンテナ素子 206 のインダクタンス値と容量素子 207 の容量値を設定する。上記構成により、共鳴用アンテナ 201 は、共鳴用アンテナ 101 との間において、共鳴による結合を形成することができる。なお、共鳴による結合とは、共鳴により無線で電力または信号の授受が行われる状態を意味する。

10

【0024】

励振用アンテナ 202 は、インダクターであるアンテナ素子 208 を有する。アンテナ素子 208 は、容量が内在していても良いし、別途、容量素子が接続されていても良い。図 1 では、上記アンテナ素子 208 に内在する容量と、共振周波数を調整するための容量素子とを併せて、容量素子 209 として示す。図 1 において励振用アンテナ 202 は、アンテナ素子 208 と容量素子 209 とが接続された等価回路で示される。

【0025】

また、アンテナ素子 208 は、アンテナ素子 206 と同様に、渦巻き状、ループ状、螺旋状などの形状を有する導体を用いることができる。ただし、励振用アンテナ 202 は、励振用アンテナ 202 から出力される磁束のうち、共鳴用アンテナ 201 に鎖交し、共鳴用アンテナ 201 における誘導起電力に寄与する磁束、すなわち主磁束が大きくなるように、アンテナ素子 208 の径などの形状と、アンテナ素子 206 とアンテナ素子 208 の位置関係とを設定する。具体的には、アンテナ素子 206 とアンテナ素子 208 間の距離よりも、アンテナ素子 208 の径を大きくすることが、共鳴用アンテナ 201 と励振用アンテナ 202 間の電力伝送効率を高める上で、望ましい。上記構成により、励振用アンテナ 202 は、共鳴用アンテナ 201 との間において、電磁誘導による結合を形成することができる。なお、電磁誘導による結合とは、電磁誘導により無線で電力または信号の授受が行われる状態を意味する。

20

30

【0026】

交流電源 203 は、励振用アンテナ 202 に交流電圧を供給する機能を有している。そして、交流電源 203 から励振用アンテナ 202 に供給される交流電圧の周期は、制御回路 204 により制御される。送信回路 205 は、上記周期を情報として含む信号が制御回路 204 から与えられると、受電装置 100 に上記信号を無線で送る機能を有する。具体的に、送信回路 205 は、変調回路などを有し、励振用アンテナ 202 に印加される交流電圧に変調をかけることで、周期を情報として含む信号を、励振用アンテナ 202 から発信される電波に乗せる機能を有する。

【0027】

次いで、受電装置 100 の具体的な構成について、説明する。

40

【0028】

共鳴用アンテナ 101 は、インダクターであるアンテナ素子 107 と、上記アンテナ素子 107 に内在する容量とを有する。また、アンテナ素子 107 に内在する上記容量に加えて、共鳴用アンテナ 101 の共振周波数を調整するために、別途、容量素子をアンテナ素子 107 に接続しても良い。図 1 では、アンテナ素子 107 に内在する上記容量と、共振周波数を調整するための容量素子とを併せて、容量素子 108 として示す。図 1 において共鳴用アンテナ 101 は、アンテナ素子 107 と容量素子 108 とが接続された等価回路で示される。

【0029】

アンテナ素子 107 は、渦巻き状、ループ状、螺旋状などの形状を有する導体を用いるこ

50

とができる。共鳴用アンテナ１０１は、給電装置２００が有する共鳴用アンテナ２０１と、共振周波数が揃うように、アンテナ素子１０７のインダクタンス値と容量素子１０８の容量値を設定する。共鳴用アンテナ１０１は、共鳴用アンテナ２０１との間において、共鳴による結合を形成することができる。

【００３０】

受電用アンテナ１０２は、インダクターであるアンテナ素子１０９を有する。アンテナ素子１０９は、アンテナ素子１０７と同様に、容量が内在していても良いし、別途、容量素子が接続されていても良い。また、アンテナ素子１０９は、アンテナ素子１０７と同様に、渦巻き状、ループ状、螺旋状などの形状を有する導体を用いることができる。ただし、受電用アンテナ１０２は、共鳴用アンテナ１０１から出力される磁束のうち、受電用アンテナ１０２に鎖交し、受電用アンテナ１０２における誘導起電力に寄与する磁束、すなわち主磁束が大きくなるように、アンテナ素子１０９の径などの形状と、アンテナ素子１０７とアンテナ素子１０９の位置関係とを設定する。具体的には、アンテナ素子１０７とアンテナ素子１０９間の距離よりも、アンテナ素子１０９の径を大きくすることが、共鳴用アンテナ１０１と受電用アンテナ１０２間の電力伝送効率を高める上で、望ましい。上記構成により、受電用アンテナ１０２は、共鳴用アンテナ１０１との間において、電磁誘導による結合を形成することができる。

10

【００３１】

受電用アンテナ１０２が有する給電点Ａ１及び給電点Ａ２は、整流回路１０３が有する入力端子Ｂ１及び入力端子Ｂ２に、それぞれ接続されている。よって、給電点Ａ１の電位は、入力端子Ｂ１に与えられ、給電点Ａ２の電位は、入力端子Ｂ２に与えられる。

20

【００３２】

なお、本明細書において接続とは、接点を介した電氣的な接続を意味しており、電流、電圧または電位が、接点を介して供給可能、或いは伝送可能な状態に相当する。従って、接続している状態とは、直接接続している状態を必ずしも指すわけではなく、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能であるように、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの回路素子を介して間接的に接続している状態も、その範疇に含む。

【００３３】

また、整流回路１０３は複数のスイッチを有する。具体的に、図１では、整流回路１０３がスイッチ１１０とスイッチ１１１とを有する場合を例示している。また、図１において整流回路１０３は、容量素子１１２を有する。なお、整流回路１０３は、必要に応じて、トランジスタ、ダイオード、抵抗素子、容量素子、インダクターなどのその他の回路素子を、さらに有していても良い。

30

【００３４】

スイッチ１１０は、整流回路１０３が有する入力端子Ｂ１と出力端子Ｃ１の接続を制御する機能を有する。すなわち、スイッチ１１０においてオンであることが選択されると、スイッチ１１０を介して、入力端子Ｂ１に与えられた給電点Ａ１の電位が、出力端子Ｃ１に与えられる。スイッチ１１０においてオフであることが選択されると、入力端子Ｂ１に与えられた給電点Ａ１の電位は、出力端子Ｃ１に与えられない。

【００３５】

また、スイッチ１１１は、整流回路１０３が有する入力端子Ｂ２と出力端子Ｃ１の接続を制御する機能を有する。すなわち、スイッチ１１１においてオンであることが選択されると、スイッチ１１１を介して、入力端子Ｂ２に与えられた給電点Ａ２の電位が、出力端子Ｃ１に与えられる。スイッチ１１１においてオフであることが選択されると、スイッチ１１１を介して、入力端子Ｂ２に与えられた給電点Ａ２の電位は、出力端子Ｃ１に与えられない。

40

【００３６】

そして、本発明の一態様において、整流回路１０３は、上記複数のスイッチのオンまたはオフの選択により、２つの動作を行うことができる。

【００３７】

50

まず、第１の動作では、スイッチ１１０及びスイッチ１１１の一方をオン、他方をオフとする動作を交互に繰り返すことで、給電点Ａ１及び給電点Ａ２の間に与えられる交流電圧を整流する。スイッチ１１０及びスイッチ１１１のオンとオフの切り替えのタイミングは、給電点Ａ１及び給電点Ａ２の間に与えられる交流電圧の周期に合わせて行われる。交流電圧を整流することで得られる直流電圧は、出力端子Ｃ１と出力端子Ｃ２の間に与えられる。

【００３８】

容量素子１１２が有する一対の電極は、一方が出力端子Ｃ１に接続され、他方が出力端子Ｃ２に接続されている。また、出力端子Ｃ２は、グラウンドなどの基準電位が与えられており、出力端子Ｃ１と出力端子Ｃ２の電位差は、容量素子１１２により平滑化される。よって、平滑化された出力端子Ｃ１と出力端子Ｃ２の電位差が、直流電圧として負荷１０５に与えられる。

10

【００３９】

また、第２の動作では、スイッチ１１０及びスイッチ１１１を共にオンとすることで、給電点Ａ１と給電点Ａ２を短絡させる。給電点Ａ１と給電点Ａ２が短絡すると、給電点Ａ１と給電点Ａ２の電位は共に、出力端子Ｃ２に与えられる基準電位にほぼ等しくなる。よって、本発明の一態様では、整流回路１０３において第２の動作が行われることで、受電用アンテナ１０２に接続された整流回路１０３、負荷１０５、及びその他の回路素子や配線などへの電力の供給を停止することができる。それにより、受電装置１００の共鳴用アンテナ１０１と、給電装置２００の共鳴用アンテナ２０１との共鳴による結合が実質的に生じなくなる。

20

【００４０】

そして、整流回路１０３が有する複数のスイッチの制御は、制御回路１０４から送られてくる、オンまたはオフを選択する信号に従って行われる。従って、制御回路１０４により、整流回路１０３が有する複数のスイッチの制御が行われることで、整流回路１０３において第１の動作が行われるか、第２の動作が行われるかが選択される。具体的に、給電装置２００から受電装置１００への無線給電が行われる場合に、制御回路１０４からの信号に従い、整流回路１０３において上記第１の動作が行われる。また、給電装置２００から受電装置１００への無線給電が停止される場合に、制御回路１０４からの信号に従い、整流回路１０３において上記第２の動作が行われる。

30

【００４１】

なお、制御回路１０４において、複数のスイッチを制御するための上記信号の生成は、入力装置などから入力される命令に従って行われても良いし、負荷１０５からの信号に従って行われても良い。入力装置からの命令の入力は、人為的に行われても良いし、他の電子機器と受電装置１００との間の距離を感知する機構を入力装置に持たせ、上記距離に従って行われても良い。

【００４２】

受信回路１０６は、送信回路２０５から送られてきた、周期を情報として含む信号を受信する。具体的に、受信回路１０６は、復調回路などを有し、受電用アンテナ１０２で受信した交流電圧から、周期を情報として含む信号を抽出する機能を有する。

40

【００４３】

そして、受信回路１０６において受信された上記信号は、制御回路１０４に与えられる。制御回路１０４では、上述した第１の動作において、交流電圧を整流する際に、受信回路１０６からの信号を用いて、スイッチ１１０及びスイッチ１１１のオンとオフの切り替えのタイミングを定める。

【００４４】

なお、図１では、電力の供給を行うためのアンテナ群、すなわち、励振用アンテナ２０２、共鳴用アンテナ２０１、共鳴用アンテナ１０１、及び受電用アンテナ１０２を介して、送信回路２０５と受信回路１０６の間における信号の授受が行われる場合を例示している。しかし、本発明の一態様では、送信回路２０５と受信回路１０６の間における信号の授

50

受を、電力の供給を行うためのアンテナ群とは異なるアンテナ群を用いることで、行っても良い。

【 0 0 4 5 】

図 2 に、電力の供給を行うためのアンテナ群とは異なるアンテナ群を用い、送信回路 2 0 5 と受信回路 1 0 6 の間における信号の授受を行う場合の、本発明の一態様に係る無線給電システムの一例を示す。図 2 に示す無線給電システムの場合、送信回路 2 0 5 に接続されたアンテナ 2 1 0 と、受信回路 1 0 6 に接続されたアンテナ 1 1 3 とが追加されている点において、図 1 に示す無線給電システムと異なる。

【 0 0 4 6 】

そして、図 2 では、送信回路 2 0 5 が変調回路に加えて、発振回路を少なくとも有する。送信回路 2 0 5 において、発振回路から出力される交流電圧に変調回路が変調をかけることで、周期を情報として含む信号が、アンテナ 2 1 0 から出力される電波に寄せられる。当該電波をアンテナ 1 1 3 が受信すると、当該電波の受信により生成された交流電圧が、受信回路 1 0 6 に送られる。図 2 における受信回路 1 0 6 は、図 1 の場合と同様に、復調回路などを有する。そして、受信回路 1 0 6 では、アンテナ 1 1 3 から送られる交流電圧から、周期を情報として含む信号を抽出する機能を有する。

【 0 0 4 7 】

なお、図 2 において、アンテナ 2 1 0 とアンテナ 1 1 3 は、単数のアンテナをそれぞれ有していても良いし、複数のアンテナをそれぞれ有していても良い。

【 0 0 4 8 】

また、アンテナ 2 1 0 により、受電装置 1 0 0 の共鳴用アンテナ 1 0 1 と、給電装置 2 0 0 の共鳴用アンテナ 2 0 1 との間の搬送波に変調をかけることで、送信回路 2 0 5 から受信回路 1 0 6 への信号の送信を行うようにしても良い。この場合、受電用アンテナ 1 0 2 から受信回路 1 0 6 に信号が送られるため、アンテナ 1 1 3 は不要となる。

【 0 0 4 9 】

また、本発明の一態様では、送信回路 2 0 5 から受信回路 1 0 6 への信号の送信方式には、既存の通信規格に沿った通信方式、例えば赤外線通信方式、近距離無線通信方式などを用いることができる。

【 0 0 5 0 】

図 1 及び図 2 において例示した、本発明の一態様に係る無線給電システムでは、給電装置 2 0 0 において、励振用アンテナ 2 0 2 を設けることで、共鳴用アンテナ 2 0 1 と交流電源 2 0 3 とを、非接触の構成にしている。上記構成により、給電装置 2 0 0 においては、交流電源 2 0 3 の内部抵抗から共鳴用アンテナ 2 0 1 を電氣的に切り離すことができる。また、受電装置 1 0 0 において、受電用アンテナ 1 0 2 を設けることで、共鳴用アンテナ 1 0 1 と整流回路 1 0 3 や負荷 1 0 5 とを、非接触の構成にしている。上記構成により、受電装置 1 0 0 においては、整流回路 1 0 3 や負荷 1 0 5 の内部抵抗から共鳴用アンテナ 1 0 1 を電氣的に切り離すことができる。よって、共鳴用アンテナ 2 0 1 を交流電源 2 0 3 に接続する場合や、共鳴用アンテナ 1 0 1 を整流回路 1 0 3 や負荷 1 0 5 に接続する場合に比べて、共鳴用アンテナ 2 0 1 と、共鳴用アンテナ 1 0 1 の Q 値を高め、それにより、電力伝送効率を高めることができる。

【 0 0 5 1 】

次いで、図 1 に示す無線給電システムを例に挙げて、本発明の一態様に係る受電装置 1 0 0 の、第 1 の動作と第 2 の動作について、具体的に説明する。

【 0 0 5 2 】

まず、給電装置 2 0 0 において、交流電源 2 0 3 から交流電圧が出力されると、励振用アンテナ 2 0 2 と共鳴用アンテナ 2 0 1 の間の電磁誘導による結合を介して、上記電力は無線で共鳴用アンテナ 2 0 1 に供給される。そして、共鳴用アンテナ 2 0 1 に与えられた上記電力は、共鳴用アンテナ 2 0 1 と共鳴用アンテナ 1 0 1 の間の共鳴による結合を介して、無線で共鳴用アンテナ 1 0 1 に供給される。また、共鳴用アンテナ 1 0 1 に与えられた上記電力は、共鳴用アンテナ 1 0 1 と受電用アンテナ 1 0 2 の間の電磁誘導による結合を

10

20

30

40

50

介して受電用アンテナ 102 に与えられる。

【0053】

受電装置 100 の整流回路 103 において第 1 の動作が行われている場合、図 3 (A) に示すタイミングチャートに従って、スイッチ 110 及びスイッチ 111 は動作を行う。図 3 (A) では、受電用アンテナ 102 において、給電点 A2 における電位を基準としたときの、給電点 A1 と給電点 A2 の電位差を、電圧 V_p として示している。

【0054】

図 3 (A) に示すタイミングチャートに従うと、電圧 V_p がローレベルの場合、すなわち、給電点 A2 の電位が給電点 A1 の電位よりも高い場合に、スイッチ 110 はオフ、スイッチ 111 はオンである。よって、より高い電位である給電点 A2 の電位が、スイッチ 111 を介して出力端子 C1 に与えられる。また、図 3 (A) に示すタイミングチャートに従うと、電圧 V_p がハイレベルの場合、すなわち、給電点 A1 の電位が給電点 A2 の電位よりも高い場合に、スイッチ 110 はオン、スイッチ 111 はオフである。よって、より高い電位である給電点 A1 の電位が、スイッチ 110 を介して出力端子 C1 に与えられる。

10

【0055】

上記第 1 の動作により、出力端子 C1 には出力端子 C2 よりも高い電位が与えられる。すなわち、上記第 1 の動作により、給電点 A1 と給電点 A2 の間に印加される交流の電圧 V_p が整流され、出力端子 C1 及び出力端子 C2 間に印加されることとなる。出力端子 C1 及び出力端子 C2 間に印加された直流電圧は、負荷 105 に供給される。

20

【0056】

上記第 1 の動作において、スイッチ 110 及びスイッチ 111 のオンとオフの切り替えのタイミングは、給電装置 200 の交流電源 203 において出力される交流電圧の周期に従って、制御回路 104 において定めることができる。

【0057】

上述した第 1 の動作を行った場合の、無線給電システムにおける電力の流れを、図 4 (A) に模式的に示す。なお、図 4 (A) では、整流回路 103 が有するスイッチ 110 及びスイッチ 111 を、単極双投型である一のスイッチとして図示している。図 4 (A) に示すように、整流回路 103 が第 1 の動作を行っている場合、給電装置 200 から無線で送られてきた電力は、負荷 105 に供給される。

30

【0058】

なお、上記第 1 の動作において、整流回路 103 において交流電圧が整流されているかどうかを確認するために、整流回路 103 から出力される電圧をモニターするための機構を、受電装置 100 が有していても良い。この場合、例えば、整流回路 103 から出力される電圧値をアナログデジタル変換するためのアナログデジタルコンバータを、受電装置 100 に設ければよい。そして、制御回路 104 において、アナログデジタルコンバータによりデジタル化された実測の電圧値と、基準となる電圧値との比較を行うことで、スイッチ 110 及びスイッチ 111 の動作が、給電装置 200 から与えられる交流電圧の周期に同期しているかどうかを判断することができる。そして、スイッチ 110 及びスイッチ 111 の動作が、交流電圧の周期に同期していないと判断された場合、交流電圧の周期に同期するように、スイッチ 110 及びスイッチ 111 のオンとオフの切り替えのタイミングを、制御回路 104 において調整すればよい。

40

【0059】

また、本発明の一態様では、整流回路 103 において、スイッチ 110 及びスイッチ 111 のいずれか一方をオンにする期間の長さを調整することで、整流回路 103 から出力される電圧の高さを制御することができる。そして、例えば、負荷 105 が有するインピーダンスの変化に合わせて、上記電圧の高さの制御を行うようにしても良い。

【0060】

次いで、受電装置 100 の整流回路 103 において第 2 の動作が行われている場合、図 3 (B) に示すタイミングチャートに従って、スイッチ 110 及びスイッチ 111 は動作を

50

行う。図3(B)では、図3(A)と同様に、受電用アンテナ102において、給電点A2における電位を基準としたときの、給電点A1と給電点A2の電位差を、電圧 V_p として示している。

【0061】

図3(B)に示すタイミングチャートに従うと、スイッチ110及びスイッチ111は共にオンの状態を維持する。よって、上記第2の動作により、給電点A1と給電点A2は短絡されるので、電圧 V_p は0にほぼ等しくなる。そして、受電用アンテナ102に接続された回路素子や配線、具体的には、整流回路103が有する容量素子112、負荷105を構成する回路素子、整流回路103や負荷105に設けられた配線などへの、電力の供給が停止される。そのため、受電装置100の共鳴用アンテナ101は、給電装置200の共鳴用アンテナ201から電力を実質的に受け取らなくなる。

10

【0062】

上述した第2の動作を行った場合の、無線給電システムにおける電力の流れを、図4(B)に模式的に示す。なお、図4(B)では、整流回路103において、受電用アンテナ102が有するアンテナ素子109の一对の給電点が、配線により接続されている様子を図示している。図4(B)に示すように、整流回路103が第2の動作を行っている場合、受電装置100の共鳴用アンテナ101と、給電装置200の共鳴用アンテナ201との共鳴による結合が実質的に生じなくなる。よって、給電装置200から無線で送られてきた電力は、負荷105に供給されない。

20

【0063】

したがって、本発明の一態様では、受電装置100において、共鳴用アンテナ101が有するアンテナ素子107の一对の給電点を短絡させなくとも、給電装置200からの電力の供給を停止することができる。そして、給電装置200から、充電の完了した受電装置100への電力の供給が停止されることで、給電装置200から他の受電装置への電力伝送効率を高めることができる。

【0064】

(実施の形態2)

本実施の形態では、負荷105として、蓄電装置を用いた場合の、受電装置100の構成について説明する。

【0065】

図5に、本発明の一態様に係る受電装置100の構成を示す。図5に示す受電装置100は、図1及び図2に示す受電装置100と、負荷105の構成が異なる。図5では、負荷105が、蓄電装置114と、充電制御回路115とを有する。なお、負荷105が、蓄電装置114及び充電制御回路115に加えて、別の負荷を有していても良い。

30

【0066】

整流回路103から送られてきた電圧を用いて、蓄電装置114に電流が供給されることにより、蓄電装置114に電荷が蓄積し、電力が蓄電装置114に蓄えられる。蓄電装置114は、少なくとも一对の入力端子を有しており、一方の入力端子から電荷が供給され、他方の入力端子にはグラウンドなどの基準電位が与えられている。充電が完了して、蓄電装置114に十分に電荷が蓄えられた状態、すなわち満充電の状態になると、入力端子間における電圧が所定の値 V_{os} に達する。

40

【0067】

なお、満充電の状態か否かの判断は、実施者によって異なることも想定される。電圧 V_{os} の値は、実施者によって適宜設定すればよい。

【0068】

蓄電装置114には、二次電池やキャパシタなどを用いることができる。二次電池として、例えば、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等を用いることができる。また、キャパシタとして、例えば、電気二重層キャパシタや、一对の電極のいずれか一方が電気二重層を構成し、他方が酸化還元反応を使用したハイブリッドキャパシタを用いることができる。ハイブリッドキャパシタには、例えば、正極が

50

電気二重層を構成し、負極がリチウムイオン二次電池を構成している、リチウムイオンキャパシタが含まれる。

【0069】

充電制御回路115は、蓄電装置114が満充電となった後も、蓄電装置114への充電が行われる状態、すなわち過充電の状態を防ぐ機能を有する。具体的に、充電制御回路115は、上記一対の入力端子間の電圧が所定の値 V_{os} に達すると、蓄電装置114が満充電の状態であると判断し、蓄電装置114への電流の供給を停止する。

【0070】

そして、本発明の一態様では、蓄電装置114が満充電の状態であるという情報を用いて、整流回路103を第1の動作から第2の動作に切り替えることができる。具体的には、充電制御回路115において、蓄電装置114が満充電の状態であるという情報を、制御回路104に通知する。制御回路104では、上記情報が通知されると、整流回路103が第1の動作から第2の動作に切り替わるよう、スイッチ110及びスイッチ111の動作を制御する信号を生成する。そして、整流回路103において第2の動作が行われると、受電装置100の共鳴用アンテナ101は、給電装置200の共鳴用アンテナ201から電力を実質的に受け取らなくなる。

【0071】

したがって、本発明の一態様では、受電装置100において、共鳴用アンテナ101が有するアンテナ素子107の一対の給電点を短絡させなくとも、給電装置200からの電力の供給を停止することができる。よって、充電が完了して電力の供給が不要となった受電装置100において、受電用アンテナ102に接続された回路素子や配線などが充放電することで、電力が消費されるのを防ぐことができる。そして、給電装置200から、充電が完了した受電装置100への電力の供給が停止されることで、充電中の他の受電装置に供給される電力の電力伝送効率を高めることができる。

【0072】

なお、負荷105は、整流回路103から出力された電力を、蓄電装置114の充電に適した電圧または電流を有する電力に変換するための電力変換回路を有していても良い。電力変換回路として、DCDCコンバータなどを用いることができる。

【0073】

また、図5に示す受電装置100では、図1に示す無線給電システムのように、受信回路106が、電力の供給を行うためのアンテナ群を介して、送信回路205から、周期を情報として含む信号を受け取る形態を有していても良い。或いは、図5に示す受電装置100では、図2に示す無線給電システムのように、受信回路106が、電力の供給を行うためのアンテナ群とは異なるアンテナ群を介して、送信回路205から、周期を情報として含む信号を受け取る形態を有していても良い。或いは、一部のアンテナが、電力の供給を行うためのアンテナ群と、信号の授受を行うためのアンテナ群の両方に、属していても良い。

【0074】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせ実施することが可能である。

【0075】

(実施の形態3)

本発明者は、給電装置から受電装置への無線給電における、電力伝送損失について調べた。本実施の形態では、その結果について説明する。

【0076】

電力伝送損失は、互いに異なる3つの条件を用いて調べた。第1の条件では、図6(A)に示すように、給電装置301と、受電装置303とを用いた。受電装置303は、整流回路において第1の動作が行われているものとする。そして、第1の条件では、給電装置301から出力される電波が受信可能な範囲内に、受電装置303を配置する。

【0077】

第2の条件では、図6(B)に示すように、給電装置301と、受電装置303及び受電

10

20

30

40

50

装置 304 とを用いた。受電装置 303 及び受電装置 304 は、共に、整流回路において第 1 の動作が行われているものとする。そして、第 2 の条件では、給電装置 301 から出力される電波が受信可能な範囲内に、受電装置 303 及び受電装置 304 を配置する。

【0078】

第 3 の条件では、図 6 (C) に示すように、給電装置 301 と、受電装置 303 及び受電装置 304 とを用いた。受電装置 303 は、整流回路において第 1 の動作が行われているものとする。受電装置 304 は、整流回路において第 2 の動作が行われているものとする。そして、第 3 の条件では、給電装置 301 から出力される電波が受信可能な範囲内に、受電装置 303 及び受電装置 304 を配置する。

【0079】

そして、第 1 の条件乃至第 3 の条件では、給電装置 301 の交流電源 302 から出力される交流電圧の周波数 f を、 11.56 MHz から 15.56 MHz まで変化させ、給電装置 301 から受電装置 303 への無線給電における電力伝送損失を調べた。

【0080】

図 7 に、周波数 f (MHz) に対する、電力伝送損失 (dB) の測定値を示す。図 7 において、パターン 1 で示される実線は、条件 1 における周波数 f (MHz) と電力伝送損失 (dB) の関係を示している。パターン 2 で示される実線は、条件 2 における周波数 f (MHz) と電力伝送損失 (dB) の関係を示している。パターン 3 で示される実線は、条件 3 における周波数 f (MHz) と電力伝送損失 (dB) の関係を示している。

【0081】

図 7 では、周波数 f が 13.56 MHz である場合に、条件 1 の電力伝送損失 (パターン 1 で示す実線) と、条件 3 の電力伝送損失 (パターン 3 で示す実線) とが、ほぼ同等の値を示している。よって、給電装置 301 から出力される電波が受信可能な範囲内に、整流回路において第 2 の動作が行われている受電装置 304 が存在する場合としない場合とで、給電装置 301 から受電装置 303 への電力伝送効率は、大きく変わらないことが、証明された。

【0082】

また、図 7 では、周波数 f が 13.56 MHz である場合に、条件 2 の電力伝送損失 (パターン 2 で示す実線) が、他の条件の場合よりも低い値を示している。よって、給電装置 301 から出力される電波が受信可能な範囲内に、整流回路において第 1 の動作が行われている受電装置 304 が存在すると、給電装置 301 から受電装置 303 への電力伝送効率が大きく低下することが、証明された。

【0083】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせ実施することが可能である。

【0084】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様に係る受電装置 100 と、給電装置 200 の、より具体的な構成について説明する。

【0085】

図 8 に、受電装置 100 の具体的な構成の一例を示す。受電装置 100 は、共鳴用アンテナ 101 と、受電用アンテナ 102 と、整流回路 103 と、制御回路 104 と、負荷 105 と、受信回路 106 とを有する。

【0086】

共鳴用アンテナ 101 は、アンテナ素子 107 と容量素子 108 とが接続された等価回路で示される。

【0087】

受電用アンテナ 102 が有する給電点 A1 及び給電点 A2 は、整流回路 103 が有する入力端子 B1 及び入力端子 B2 に、それぞれ接続されている。よって、給電点 A1 の電位は、入力端子 B1 に与えられ、給電点 A2 の電位は、入力端子 B2 に与えられる。

【0088】

また、整流回路 1 0 3 は、スイッチ 1 1 0 として機能するトランジスタ 1 1 0 t と、スイッチ 1 1 1 として機能するトランジスタ 1 1 1 t とを有する。また、図 8 において整流回路 1 0 3 は、容量素子 1 1 2 を有する。

【 0 0 8 9 】

図 8 では、スイッチ 1 1 0 として一のトランジスタ 1 1 0 t を用いる場合を例示しているが、スイッチ 1 1 0 として複数のトランジスタを用いても良いし、トランジスタ以外の回路素子を用いても良い。また、図 8 では、スイッチ 1 1 1 として一のトランジスタ 1 1 1 t を用いる場合を例示しているが、スイッチ 1 1 1 として複数のトランジスタを用いても良いし、トランジスタ以外の回路素子を用いても良い。

【 0 0 9 0 】

トランジスタ 1 1 0 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方が入力端子 B 1 に接続され、他方が出力端子 C 1 に接続されている。トランジスタ 1 1 1 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方が入力端子 B 2 に接続され、他方が出力端子 C 1 に接続されている。

【 0 0 9 1 】

なお、トランジスタのソース端子とは、活性層の一部であるソース領域、或いは活性層に接続されたソース電極を意味する。同様に、トランジスタのドレイン端子とは、活性層の一部であるドレイン領域、或いは活性層に接続されたドレイン電極を意味する。

【 0 0 9 2 】

そして、制御回路 1 0 4 は、トランジスタ 1 1 0 t が有するゲート電極への電位の供給と、トランジスタ 1 1 1 t が有するゲート電極への電位の供給とを行う。よって、制御回路 1 0 4 から、トランジスタ 1 1 0 t が有するゲート電極と、トランジスタ 1 1 1 t が有するゲート電極とに与えられる電位に従って、整流回路 1 0 3 は、第 1 の動作と第 2 の動作のいずれかを行うことができる。

【 0 0 9 3 】

容量素子 1 1 2 が有する一対の電極は、一方が出力端子 C 1 に接続され、他方が出力端子 C 2 に接続されている。また、出力端子 C 2 は、グラウンドなどの基準電位が与えられており、出力端子 C 1 と出力端子 C 2 の電位差は、容量素子 1 1 2 により平滑化される。よって、平滑化された出力端子 C 1 と出力端子 C 2 の電位差が、直流電圧として負荷 1 0 5 に与えられる。

【 0 0 9 4 】

次いで、図 9 に、給電装置 2 0 0 の具体的な構成の一例を示す。給電装置 2 0 0 は、共鳴用アンテナ 2 0 1 と、励振用アンテナ 2 0 2 と、交流電源 2 0 3 と、制御回路 2 0 4 と、送信回路 2 0 5 とを有する。

【 0 0 9 5 】

共鳴用アンテナ 2 0 1 は、アンテナ素子 2 0 6 と容量素子 2 0 7 とが接続された等価回路で示される。励振用アンテナ 2 0 2 は、アンテナ素子 2 0 8 と容量素子 2 0 9 とが接続された等価回路で示される。

【 0 0 9 6 】

交流電源 2 0 3 は、スイッチとして機能するトランジスタ 2 1 1 t、トランジスタ 2 1 2 t、トランジスタ 2 1 3 t、及びトランジスタ 2 1 4 t と、直流電源 2 1 5 とを有する。トランジスタ 2 1 1 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方に直流電源 2 1 5 からの電圧が与えられ、他方は交流電源 2 0 3 の出力端子 D 2 に接続されている。直流電源 2 1 5 からの電位は、グラウンドなどの基準電位よりも高いものとする。トランジスタ 2 1 2 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方が交流電源 2 0 3 の出力端子 D 1 に接続されており、他方にグラウンドなどの基準電位が与えられている。トランジスタ 2 1 3 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方が交流電源 2 0 3 の出力端子 D 2 に接続されており、他方にグラウンドなどの基準電位が与えられている。トランジスタ 2 1 4 t が有するソース端子またはドレイン端子は、一方に直流電源 2 1 5 からの電位が与えられ、他方は交流電源 2 0 3 の出力端子 D 1 に接続されている。

10

20

30

40

50

【0097】

そして、制御回路204は、トランジスタ211t、トランジスタ212t、トランジスタ213t、及びトランジスタ214tがそれぞれ有するゲート電極への、電位の供給を行う。トランジスタ211t、トランジスタ212t、トランジスタ213t、及びトランジスタ214tがそれぞれオンまたはオフになることで、直流電源215からの電位と基準電位とが、交互に出力端子D1と出力端子D2に与えられ、出力端子D1と出力端子D2の間に交流電圧が印加される。そして、当該交流電圧は、励振用アンテナ202に供給される。

【0098】

そして、制御回路204が上記ゲート電極に与える電位を制御することで、交流電源203から励振用アンテナ202に供給される交流電圧の周期が、制御される。

10

【0099】

次いで、図8に示した受電装置100及び図9に示した給電装置200の動作の一例について、図10に示すタイミングチャートを用いて説明する。ただし、図10では、トランジスタ110t及びトランジスタ111tと、トランジスタ211t乃至トランジスタ214tとが、全てnチャンネル型である場合を例に挙げて説明する。

【0100】

受電装置100の整流回路103において第1の動作が行われている場合、図10(A)に示すタイミングチャートに従って、トランジスタ110t及びトランジスタ111tと、トランジスタ211t乃至トランジスタ214tとは、動作を行う。図10(A)では、受電用アンテナ102において、給電点A2における電位を基準としたときの、給電点A1と給電点A2の電位差を、電圧Vpとして示している。

20

【0101】

図10(A)に示すタイミングチャートに従うと、トランジスタ211t及びトランジスタ212tのゲート電極に与えられる電位がハイレベルである場合に、トランジスタ213t及びトランジスタ214tのゲート電極に与えられる電位がローレベルとなる。すなわち、トランジスタ211t及びトランジスタ212tがオンである場合に、トランジスタ213t及びトランジスタ214tがオフとなる。

【0102】

上記動作により、出力端子D1に基準電位が与えられ、出力端子D2に直流電源215からの電位が与えられる。よって、出力端子D2における電位を基準としたときの、出力端子D1と出力端子D2の間の電圧は、ローレベルとなる。そして、出力端子D1と出力端子D2の間の電圧が励振用アンテナ202、共鳴用アンテナ201、共鳴用アンテナ101、及び受電用アンテナ102を介して、給電点A1と給電点A2に与えられるため、電圧Vpはローレベルとなる。

30

【0103】

また、図10(A)に示すタイミングチャートに従うと、トランジスタ211t及びトランジスタ212tのゲート電極に与えられる電位がローレベルである場合に、トランジスタ213t及びトランジスタ214tのゲート電極に与えられる電位がハイレベルとなる。すなわち、トランジスタ211t及びトランジスタ212tがオフである場合に、トランジスタ213t及びトランジスタ214tがオンとなる。

40

【0104】

上記動作により、出力端子D1に直流電源215からの電位が与えられ、基準電位が出力端子D2に与えられる。よって、出力端子D2における電位を基準としたときの、出力端子D1と出力端子D2の間の電圧は、ハイレベルとなる。そして、出力端子D1と出力端子D2の間の電圧が励振用アンテナ202、共鳴用アンテナ201、共鳴用アンテナ101、及び受電用アンテナ102を介して、給電点A1と給電点A2に与えられるため、電圧Vpはハイレベルとなる。

【0105】

そして、図10(A)に示すタイミングチャートに従うと、電圧Vpがローレベルの場合

50

、すなわち、給電点 A 2 の電位が給電点 A 1 の電位よりも高い場合に、トランジスタ 1 1 0 t のゲート電極に与えられる電位がローレベル、トランジスタ 1 1 1 t のゲート電極に与えられる電位がハイレベルとなる。すなわち、トランジスタ 1 1 0 t はオフ、トランジスタ 1 1 1 t はオンとなる。よって、より高い電位である給電点 A 2 の電位が、トランジスタ 1 1 1 t を介して出力端子 C 1 に与えられる。

【0106】

また、図 10 (A) に示すタイミングチャートに従うと、電圧 V p がハイレベルの場合、すなわち、給電点 A 1 の電位が給電点 A 2 の電位よりも高い場合に、トランジスタ 1 1 0 t のゲート電極に与えられる電位がハイレベル、トランジスタ 1 1 1 t のゲート電極に与えられる電位がローレベルとなる。すなわち、トランジスタ 1 1 0 t はオン、トランジスタ 1 1 1 t はオフとなる。よって、より高い電位である給電点 A 1 の電位が、トランジスタ 1 1 0 t を介して出力端子 C 1 に与えられる。

10

【0107】

上記第 1 の動作により、出力端子 C 1 には出力端子 C 2 よりも高い電位が与えられる。すなわち、上記第 1 の動作により、給電点 A 1 と給電点 A 2 の間に印加される交流の電圧 V p が整流され、出力端子 C 1 及び出力端子 C 2 間に印加されることとなる。出力端子 C 1 及び出力端子 C 2 間に印加された直流電圧は、負荷 1 0 5 に供給される。

【0108】

上記第 1 の動作において、トランジスタ 1 1 0 t 及びトランジスタ 1 1 1 t のオンとオフの切り替えのタイミングは、給電装置 2 0 0 の交流電源 2 0 3 において出力される交流電圧の周期に従って、制御回路 1 0 4 において定めることができる。

20

【0109】

また、受電装置 1 0 0 の整流回路 1 0 3 において第 2 の動作が行われている場合、図 10 (B) に示すタイミングチャートに従って、トランジスタ 1 1 0 t 及びトランジスタ 1 1 1 t と、トランジスタ 2 1 1 t 乃至トランジスタ 2 1 4 t とは、動作を行う。図 10 (B) でも、受電用アンテナ 1 0 2 において、給電点 A 2 における電位を基準としたときの、給電点 A 1 と給電点 A 2 の電位差を、電圧 V p として示している。

【0110】

第 1 の動作の場合と第 2 の動作の場合とで、給電装置 2 0 0 におけるトランジスタ 2 1 1 t 乃至トランジスタ 2 1 4 t の動作は、同じである。よって、図 10 (B) に示すタイミングチャートに従い、トランジスタ 2 1 1 t 乃至トランジスタ 2 1 4 t が動作を行うことで、出力端子 D 1 と出力端子 D 2 の間に、ローレベルの電圧とハイレベルの電圧とが交互に与えられる。

30

【0111】

そして、図 10 (B) に示すタイミングチャートに従うと、トランジスタ 1 1 0 t 及びトランジスタ 1 1 1 t のゲート電極に与えられる電位は、連続してハイレベルである。すなわち、トランジスタ 1 1 0 t 及びトランジスタ 1 1 1 t は連続してオンとなる。よって、給電点 A 1 と給電点 A 2 は短絡されるので、電圧 V p は 0 にほぼ等しくなる。そして、出力端子 D 1 と出力端子 D 2 の間にローレベルの電圧とハイレベルの電圧とが交互に与えられていても、受電用アンテナ 1 0 2 に接続された回路素子や配線、具体的には、整流回路 1 0 3 が有する容量素子 1 1 2、負荷 1 0 5 を構成する回路素子、整流回路 1 0 3 や負荷 1 0 5 に設けられた配線などへの、電力の供給は停止される。そのため、受電装置 1 0 0 の共鳴用アンテナ 1 0 1 は、給電装置 2 0 0 の共鳴用アンテナ 2 0 1 から電力を実質的に受け取らなくなる。

40

【0112】

したがって、本発明の一態様では、受電装置 1 0 0 において、共鳴用アンテナ 1 0 1 が有するアンテナ素子 1 0 7 の一对の給電点を短絡させなくとも、給電装置 2 0 0 からの電力の供給を停止することができる。そして、給電装置 2 0 0 から、充電の完了した受電装置 1 0 0 への電力の供給が停止されることで、給電装置 2 0 0 から他の受電装置への電力伝送効率を高めることができる。

50

【0113】

なお、図8に示す受電装置100及び図9に示す給電装置200では、図1に示す無線給電システムのように、受信回路106が、電力の供給を行うためのアンテナ群を介して、送信回路205から、周期を情報として含む信号を受け取る形態を有していても良い。或いは、図8に示す受電装置100及び図9に示す給電装置200では、図2に示す無線給電システムのように、受信回路106が、電力の供給を行うためのアンテナ群とは異なるアンテナ群を介して、送信回路205から、周期を情報として含む信号を受け取る形態を有していても良い。或いは、一部のアンテナが、電力の供給を行うためのアンテナ群と、信号の授受を行うためのアンテナ群の両方に、属していても良い。

【0114】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0115】

(実施の形態5)

本発明の一態様に係る受電装置は、外部からの電力の供給を無線で受けられる電子機器である。本発明の一態様に係る受電装置の具体例として、表示装置、ノート型パーソナルコンピュータ、記録媒体を備えた画像再生装置(代表的にはDVD: Digital Versatile Disc等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを有する装置)、携帯電話、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、電子書籍、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどのカメラ、ゴーグル型ディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)、ナビゲーションシステム、音響再生装置(カーオーディオ、デジタルオーディオプレイヤー等)、複写機、ファクシミリ、プリンター、プリンター複合機、現金自動預け入れ払い機(ATM)、自動販売機などが挙げられる。

【0116】

また、本発明の一態様に係る受電装置は、電力を用いて電動機により推進する移動体であっても良い。上記移動体には、自動車(自動二輪車、三輪以上の普通自動車)、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、航空機、船舶、鉄道車両などが、その範疇に含まれる。

【0117】

本実施の形態では、外部からの電力の供給を無線で受けられる複数の移動体に、給電装置から無線給電を行う場合について説明する。

【0118】

まず、図11(A)に示すように、電磁共鳴方式を用いた無線給電により、給電装置500から、普通自動車501、普通自動車502、及び電動車いす503に電力を供給する。普通自動車501、普通自動車502、及び電動車いす503には、それぞれ負荷として蓄電装置及び充電制御回路が設けられている。給電装置500から供給された電力の一部は、普通自動車501、普通自動車502、及び電動車いす503がそれぞれ有する蓄電装置に蓄えられる。

【0119】

図11(A)に示すように、無線給電による電力の供給が行われている間、普通自動車501、普通自動車502、及び電動車いす503が有する整流回路は、第1の動作を行う。

【0120】

そして、例えば、電動車いす503が有する蓄電装置が満充電になると、電動車いす503が有する整流回路の動作は、充電制御回路からの信号に従って、第1の動作から第2の動作に切り換わる。そして、給電装置500から充電の完了した電動車いす503への、電力の供給が停止することで、給電装置500から普通自動車501及び普通自動車502への電力伝送効率が高まる(図11(B)参照)。

【0121】

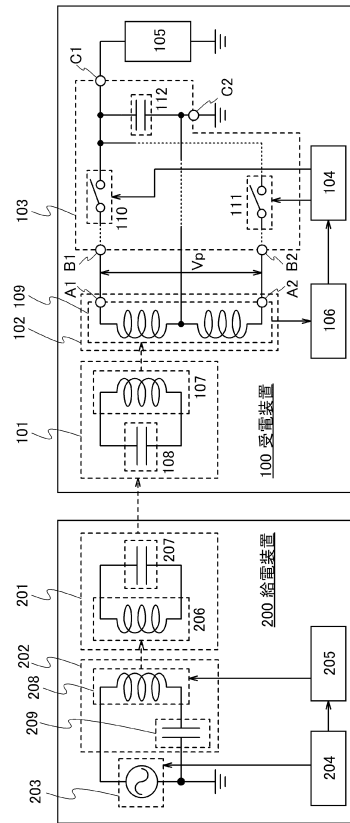
本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【符号の説明】

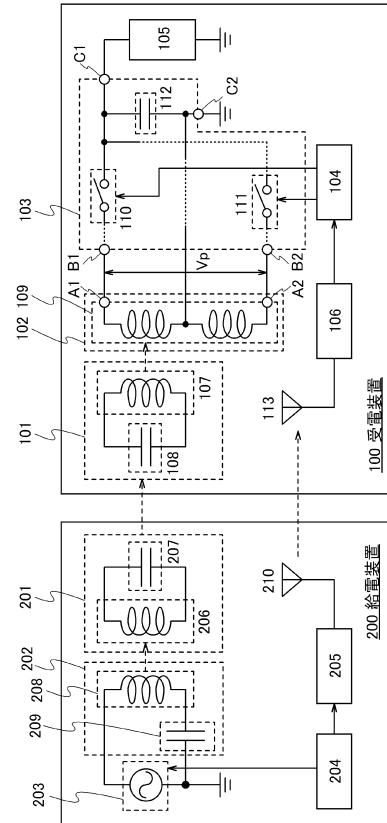
【 0 1 2 2 】

1 0 0	受電装置	
1 0 1	共鳴用アンテナ	
1 0 2	受電用アンテナ	
1 0 3	整流回路	
1 0 4	制御回路	
1 0 5	負荷	
1 0 6	受信回路	
1 0 7	アンテナ素子	
1 0 8	容量素子	10
1 0 9	アンテナ素子	
1 1 0	スイッチ	
1 1 0 t	トランジスタ	
1 1 1	スイッチ	
1 1 1 t	トランジスタ	
1 1 2	容量素子	
1 1 3	アンテナ	
1 1 4	蓄電装置	
1 1 5	充電制御回路	
2 0 0	給電装置	20
2 0 1	共鳴用アンテナ	
2 0 2	励振用アンテナ	
2 0 3	交流電源	
2 0 4	制御回路	
2 0 5	送信回路	
2 0 6	アンテナ素子	
2 0 7	容量素子	
2 0 8	アンテナ素子	
2 0 9	容量素子	
2 1 0	アンテナ	30
2 1 1 t	トランジスタ	
2 1 2 t	トランジスタ	
2 1 3 t	トランジスタ	
2 1 4 t	トランジスタ	
2 1 5	直流電源	
3 0 1	給電装置	
3 0 2	交流電源	
3 0 3	受電装置	
3 0 4	受電装置	
5 0 0	給電装置	40
5 0 1	普通自動車	
5 0 2	普通自動車	

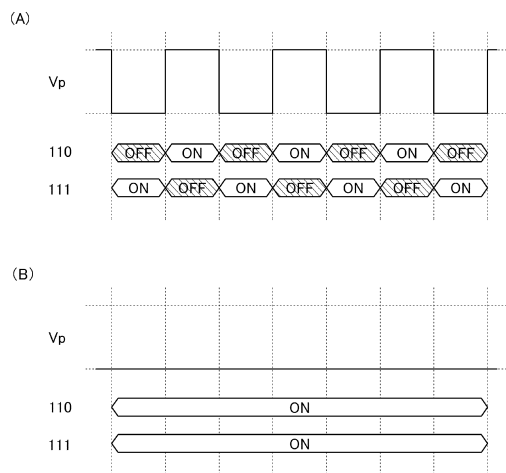
【図 1】



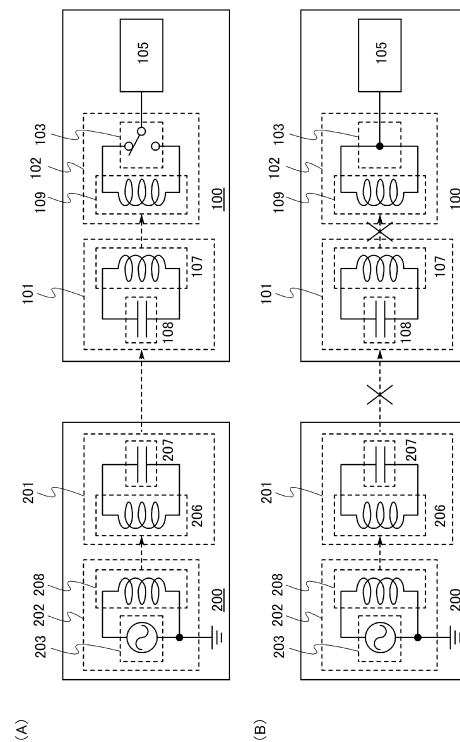
【図 2】



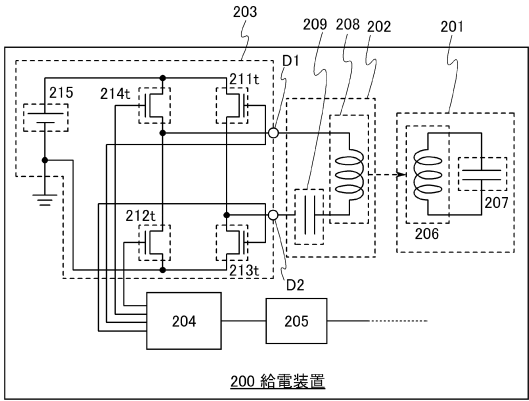
【図 3】



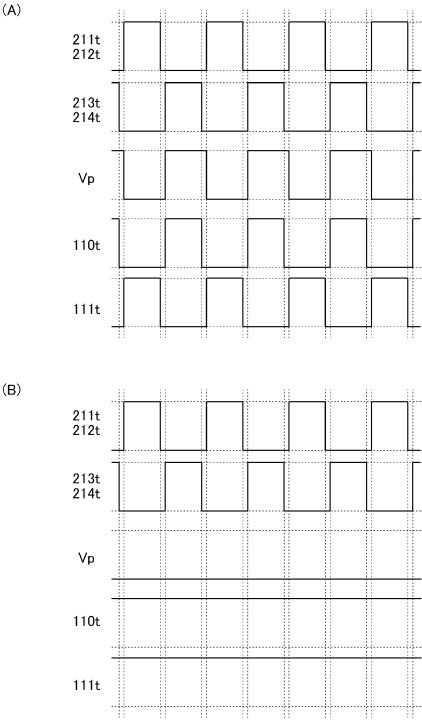
【図 4】



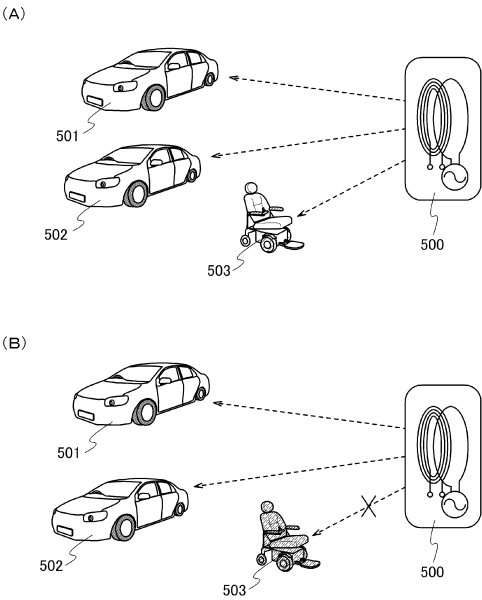
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 1 4 9 8 5 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 3 4 4 9 6 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 8 2 5 0 6 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 2 6 8 9 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
5 0 / 0 0 - 5 0 / 9 0