

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5551174号
(P5551174)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int.Cl. F I
HO2J 17/00 (2006.01) HO2J 17/00 B
 HO2J 17/00 X

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-532787 (P2011-532787)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(86) (22) 出願日	平成21年9月24日(2009.9.24)	(74) 代理人	100159938 弁理士 砂井 正之
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/004804	(74) 代理人	100149803 弁理士 藤原 康高
(87) 国際公開番号	W02011/036702	(74) 代理人	100078019 弁理士 山下 一
(87) 国際公開日	平成23年3月31日(2011.3.31)	(72) 発明者	利光 清 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成23年9月22日(2011.9.22)	(72) 発明者	鬼塚 浩平 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線電力伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電装置から受電装置に対して、無線により電力を伝送する無線電力伝送システムであって、

前記給電装置は、

少なくとも複数の共振周波数と各共振周波数の給電時間長を含む、共振周波数の切り替えパターンを決定する決定部と、

前記切り替えパターンに含まれる共振周波数に基づき、前記切り替えパターンに含まれる複数の共振周波数を切り替えて、発信周波数を決定する発振周波数制御部と、

前記発振周波数に応じて発振して高周波信号を生成する発振器と、

前記共振周波数に基づき共振パラメータを生成する第1の共振周波数制御部と、

前記共振パラメータに従って前記高周波信号から電磁波を生成する第1の共振回路と、

前記電磁波を生成する前に前記切り替えパターンを前記受電装置に送信する第1の通信部と、

を備え、

前記受電装置は、

前記切り替えパターンを受信する第2の通信部と、

前記切り替えパターンに含まれる共振周波数に基づき共振パラメータを生成する第2の共振周波数制御部と、

前記共振パラメータに従って前記電磁波から電力を生成する第2の共振回路と、

10

20

接続される負荷回路と前記共振回路との接続を開閉するスイッチと、
前記切り替えパターンを受信すると、前記共振回路と前記負荷回路とを接続するように前記スイッチを制御する判定部と、
を備え、

前記給電装置は、複数の共振周波数を含む前記切り替えパターンに従って前記第1の共振回路へ供給する共振パラメータおよび前記高周波信号を切り替えながら前記受電装置へ電力を伝送することを特徴とする無線電力伝送システム。

【請求項2】

受電装置に対し無線により電力を伝送する給電装置であって、
少なくとも複数の共振周波数と各共振周波数の給電時間長を含む、共振周波数の切り替えパターンを決定する決定部と、

10

前記切り替えパターンに含まれる共振周波数に基づき、前記切り替えパターンに含まれる複数の共振周波数を切り替えて、発振周波数を決定する発振周波数制御部と、

前記発振周波数に応じて発振して高周波信号を生成する発振器と、

前記共振周波数に基づき共振パラメータを生成する共振周波数制御部と、

前記共振パラメータに従って前記高周波信号から電磁波を生成する共振回路と、

前記電磁波を生成する前に前記切り替えパターンを前記受電装置に送信する通信部と
を備え、

複数の共振周波数を含む前記切り替えパターンに従って前記共振回路へ供給する共振パラメータおよび前記高周波信号を切り替えながら前記受電装置へ電力を伝送することを特徴とする給電装置。

20

【請求項3】

前記決定部は新たな切り替えパターンを決定して前記受電装置に送信し、前記共振周波数制御部は前記新たな切り替えパターンに従った前記共振パラメータを前記共振回路に供給し、

前記発振器は前記前記新たな切り替えパターンに従った前記高周波信号を前記共振回路に出力する

ことを特徴とする請求項2に記載の給電装置。

【請求項4】

前記切り替えパターンの少なくとも1サイクル中に同じ共振周波数を複数用いて給電する場合、それぞれ異なる給電時間長を設定した切り替えパターンとすることを特徴とする請求項2に記載の給電装置。

30

【請求項5】

前記受電装置の受電状況を示す受電状況信号を受信し、前記受電状況信号に応じて前記切り替えパターンを変更する

ことを特徴とする請求項2に記載の給電装置。

【請求項6】

給電装置から無線により電力の伝送を受ける受電装置であって、

少なくとも複数の共振周波数と各共振周波数の給電時間長を含む、共振周波数の切り替えパターンを受信する通信部と、

40

前記切り替えパターンに複数含まれ、切り替え可能な共振周波数に基づき共振パラメータを生成する共振周波数制御部と、

前記共振パラメータに従って前記電磁波から電力を生成する共振回路と、

接続される負荷回路と前記共振回路との接続を開閉するスイッチと、

前記切り替えパターンを受信すると、前記共振回路と前記負荷回路とを接続するように前記スイッチを制御する判定部と

を備えることを特徴とする受電装置。

【請求項7】

予め定めた共振周波数に応じた共振パラメータを前記共振回路に供給して受電待ちを行

50

い、受電開始後は、前記切り替えパターンに従って前記共振回路に供給する共振パラメータを切り替えることを特徴とする請求項 6 に記載の受電装置。

【請求項 8】

前記共振回路の受電状況を測定する測定部をさらに有し、

前記受電状況があらかじめ定めた閾値以下の場合に、前記受電状況を示す信号を前記給電装置に通知することを特徴とする請求項 6 に記載の受電装置。

【請求項 9】

前記測定部は、前記共振回路の受電電力量、電流量、電圧値、インピーダンス値のいずれか 1 つ又はその組み合わせにより、前記受電状況を測定することを特徴とする請求項 8 に記載の受電装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線電力伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

非接触、無接点で電力伝送を行う無線電力伝送において、給電装置および受電装置間で認証処理を行い、認証完了後に給電を開始する無線電力伝送システムが発明されている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の技術では、給電を開始した後は、給電装置から認証済みの受電装置に供給されている電力が、継続的に供給される保障はなかった。特に、給電装置と受電装置との物理的距離が離れたりすると、給電装置からの電力が他の装置にも受電されてしまう可能性がある。また、他の装置に盗電されてしまう可能性がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 295191 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の技術では、給電対象でない他装置に影響を及ぼしたり、受電装置の受電性能が低下したりする問題があった。

30

【0005】

本発明は、給電装置から対象とする受電装置に対してのみ給電を行うことが可能な無線電力伝送システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の無線電力伝送システムは、給電装置から受電装置に対して、無線により電力を伝送する無線電力伝送システムであって、

前記給電装置は、少なくとも複数の共振周波数と各共振周波数の給電時間長を含む、共振周波数の切り替えパターンを決定する決定部と、前記切り替えパターンに含まれる共振周波数に基づき、前記切り替えパターンに含まれる複数の共振周波数を切り替えて、発信周波数を決定する発信周波数制御部と、前記発信周波数に応じて発信して高周波信号を生成する発振器と、前記共振周波数に基づき共振パラメータを生成する第 1 の共振周波数制御部と、前記共振パラメータに従って前記高周波信号から電磁波を生成する第 1 の共振回路と、前記電磁波を生成する前に前記切り替えパターンを前記受電装置に送信する第 1 の通信部と、を備え、

40

前記受電装置は、前記切り替えパターンを受信する第 2 の通信部と、前記切り替えパターンに含まれる共振周波数に基づき共振パラメータを生成する第 2 の共振周波数制御部と、前記共振パラメータに従って前記電磁波から電力を生成する第 2 の共振回路と、接続さ

50

れる負荷回路と前記共振回路との接続を開閉するスイッチと、

前記切り替えパターンを受信すると、前記共振回路と前記負荷回路とを接続するように前記スイッチを制御する判定部と、を備え、

前記給電装置は、複数の共振周波数を含む前記切り替えパターンに従って前記第1の共振回路へ供給する共振パラメータおよび前記高周波信号を切り替えながら前記受電装置へ電力を伝送することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、給電装置から対象とする受電装置にのみ給電を行うことができ、給電効率が高い無線電力伝送システムを得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係る給電装置のブロック図。

【図2】同実施形態に係る受電装置のブロック図。

【図3(a)】離散的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例1を示す図。

【図3(b)】離散的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例2を示す図。

【図3(c)】連続的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例1を示す図。

20

【図3(d)】離散的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例3を示す図。

【図3(e)】連続的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例2を示す図。

【図4】同実施形態に係る給電装置と受電装置間のシーケンスチャート。

【図5】本発明の実施形態に係る時分割フレームの一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら本実施の形態について詳細に説明する。

【0010】

30

本実施形態に係る無線電力伝送システムは、図1に示す給電装置と、図2に示す受電装置とのよって構成される。

【0011】

図1に示す給電装置100は、高周波信号により電磁誘導を発生させる共振回路101、高周波信号を生成する発振器102、発振器102の発振周波数を制御する発振周波数制御部103、受電装置と通信を行うための通信部104と、共振回路101を所望の共振周波数で動作させるための共振パラメータを生成する共振周波数制御部105、共振周波数を動的に切り替える場合に、その切り替えパターンを記憶する記憶部106、切り替えパターンを決定する決定部107を備える。共振回路101は、給電素子である送電コイル101aと、共振器101bとにより構成されている。また、記憶部106は、決定部107に含まれてもよい。

40

【0012】

発振器102において生成される高周波信号は、共振回路101により共振周波数で振動する電磁波となって放射される。そして、この共振周波数で振動する電磁波により、図2の受電装置200に電力が伝送される。

【0013】

通信部104は、受電装置200や他の装置と無線通信を行うための通信処理を行う。通信部104として、NFC(Near Field Communication)、WPAN(Wireless Personal Area Network)、WLAN(Wireless Local Area Network)等の通信手段が想定さ

50

れるが、受電装置 200 と通信できるものであれば、特に限定はしない。

【0014】

決定部 107 は、無線電力伝送に用いる共振周波数を決定する。共振周波数を動的に切り替えながら無線電力伝送する場合には、共振周波数の切り替えパターンを決定する。

【0015】

共振周波数の切り替えパターンとしては、離散的に共振周波数を切り替えるパターンや、連続的に共振周波数を切り替えるパターンがある。離散的に共振周波数を切り替えるパターンには、少なくとも使用する複数の共振周波数と、各共振周波数で給電する時間情報を含む。切り替えパターンの一例としては、たとえば、共振周波数 f_1 で t_1 時間給電した後、共振周波数 f_2 (例えば、 $f_1 < f_2$) で t_2 時間 (例えば、 $t_1 < t_2$) 給電し、その後共振周波数を再び共振周波数 f_1 に切り替える。共振周波数 f_1 , f_2 、給電時間 t_1 , t_2 は、適宜設定される。以降同様に、共振周波数 f_1 と f_2 を、 t_1 および t_2 時間毎に繰り返すといった具合である。共振周波数の切り替えパターンについては、詳細説明を後述する。

10

【0016】

決定部 107 は、通信部 104 を介して受電装置 200 とネゴシエーションし、共振周波数の切り替えパターンを決定する。例えば、給電装置 100 と受電装置 200 とが、対応できる共振周波数や、その切り替え可能な速度が異なることがある。そこで、決定部 107 は、互いに切り替え可能な共振周波数を通知しあうことにより、双方が対応可能な共振周波数の中から無線電力伝送に用いる共振周波数の切り替えパターンを決定する。

20

【0017】

決定部 107 は、決定した共振周波数もしくは共振周波数の切り替えパターンを、記憶部 106 に格納する。さらに、決定部 107 は、通信部 104 を介して、決定した共振周波数もしくは共振周波数の切り替えパターンを受電装置 200 に通知する。

【0018】

記憶部 106 は、共振周波数を動的に切り替えない場合には、1つの共振周波数のみを記憶している。そして、給電装置 100 は、その共振周波数を使って無線電力伝送を行う。給電装置 100 が複数の共振周波数を動的に切り替えて無線電力伝送を行う場合は、記憶部 106 には複数の共振周波数からなる共振周波数の切り替えパターンを記憶する。

【0019】

発振周波数制御部 103 は、記憶部 106 に記憶された共振周波数の切り替えパターンに基づき、発振周波数を決定する。そして、この発振周波数を発振器 102 に設定する。発振周波数制御部 103 は、設定された共振周波数の切り替えパターンに従って発振周波数を切り替える。発振周波数を切り替える度に、その発振周波数は発振器 102 に設定される。発振器 102 は、設定された発振周波数に従って高周波信号を生成する。

30

【0020】

共振周波数制御部 105 は、記憶部 106 に記憶された共振周波数の切り替えパターンに基づき、共振回路 101 を所望の共振周波数で動作させるための共振パラメータを生成する。そして、発振器 102 は、生成した共振パラメータを共振回路 101 の共振器 101b に設定する。

40

【0021】

給電装置 100 と受電装置 200 がおかれる環境によって、共振周波数が変化する。そのため、共振周波数制御部 105 は、通信部 104 を介して受電装置 200 から通知される受電状況を示す情報に基づいて、共振パラメータの調整および更新を行い、所望の共振周波数となるように共振器 101b に共振パラメータを設定する。

【0022】

共振器 101b は、共振周波数制御部 105 によって設定される共振パラメータに従って、所望の共振周波数で振動する。共振器 101b と送電コイル 101a に、発振器 102 からの高周波信号が流れることで電磁誘導が生じる。即ち、高周波信号が共振周波数で振動する電磁波となって放射される。そして、この共振周波数で振動する電磁波により、

50

受電装置 200 側に電力が伝送される。

【0023】

送電コイル 101 a は、共振器 101 b と共に、高周波信号により電磁誘導を発生させ、電磁波を放射する。これにより、受電装置 200 に電力を伝送する。図 1 では、給電素子としてコイル（送電コイル 101 a）を使った場合を示しているが、給電素子はコイルでなくてもよい。例えば、給電素子は、誘電体円板、誘電体球、金属球、金属誘電体光結晶、プラズモニック金属でも良い。同様に、コイルのタイプは、容量装荷型コイル、自己共振導線コイルなど様々でも良い。

【0024】

図 2 に、本実施形態に係る受電装置の構成を示す。受電装置 200 は、給電装置 100 からの電磁波により電磁誘導を発生させる共振回路 201、電力供給対象である負荷回路 202、負荷回路 202 への電力供給を開始/停止するスイッチ 203、給電装置 100 と通信を行うための通信部 204、共振回路 201 を所望の共振周波数で動作させるための共振パラメータを生成する共振周波数制御部 205、共振周波数を動的に切り替える場合に、その切り替えパターンを記憶する記憶部 206、受電状況に基づき共振周波数の変更を判定する判定部 207、受電状況を測定する測定部 208 と、を備える。測定部 208 は、スイッチ 203 と負荷回路 202 の間に設けられる。測定部 208 は、負荷回路 202 の内部に設けてもよい。共振回路 201 は、受電素子である受電コイル 201 a と、共振器 201 b とより構成されている。また、記憶部 206 は、判定部 207 に含まれてもよい。

【0025】

共振回路 201 は、共振周波数制御部 205 により設定される共振パラメータに従った共振周波数で動作する。そして、共振周波数で振動する電磁波により、給電装置 100 の共振回路 101 と電磁結合し、電磁誘導を生じさせる。

【0026】

受電コイル 201 a は、給電装置 100 からの電磁波を受電する。図 2 では、受電素子としてコイル（受電コイル 201 a）を使った場合を示しているが、受電素子はコイルでなくてもよい。例えば、受電素子は、誘電体円板、誘電体球、金属球、金属誘電体光結晶、プラズモニック金属でも良い。同様に、コイルのタイプは、容量装荷型コイル、自己共振導線コイルなど様々でも良い。

【0027】

共振器 201 b には、共振周波数制御部 205 からの共振パラメータに従った共振周波数が設定される。そして共振器 201 b は、受電コイル 201 a と共に、電磁波により電磁誘導を発生させる。これにより、誘起電流が生じ、スイッチ 203 を介して負荷回路 202 に電流が流れる。

【0028】

スイッチ 203 は、共振回路 201 と負荷回路 202 を接続/切断するスイッチである。スイッチ 203 のスイッチングにより、負荷回路 202 への電流が供給/停止される。スイッチ 203 は、判定部 207 により制御される。受電中は、スイッチ 203 により共振回路 201 と負荷回路 202 は接続されている。

【0029】

負荷回路 202 は、受電した電力（電流）によって動作する。すなわち、負荷回路 202 は、電力の供給対象となる装置である。簡単な例では、負荷回路 202 は電球である。負荷回路 202 は、モータや発熱体、他の発光体などであっても良い。

【0030】

測定部 208 は、共振回路 201 の電力、電流、電圧、インピーダンス等を測定することにより、受電開始を認識する。測定部 208 は、受電開始を認識すると、受電開始したことを共振周波数制御部 205 に通知する。また、測定部 208 は、共振回路 201 における受電状況を測定する。そして、その受電状況を示す情報を判定部 207 に通知する。

【0031】

10

20

30

40

50

判定部 207 は、測定部 208 から通知される受電状況を示す情報に基づき、共振周波数の切り替えパターンの変更が必要か否かを判定する。例えば、判定部 207 は、測定部 208 から通知された受電状況を示す情報（例えば、受電電力量）と、あらかじめ定めたスレッシュホールドとを比較する。受電電力量がスレッシュホールドよりも小さい場合には、受電状況が悪いと判断し、共振周波数の切り替えが必要であると判定する。この場合、判定部 207 は、通信部 204 を介して、共振周波数の切り替え要求を給電装置 100 に送信する。

【0032】

また、判定部 207 は、スイッチ 203 を制御する。判定部 207 は、「これから給電を受ける」と判定するまではスイッチ 203 をオープンにし、共振回路 201 と負荷回路 202 を切断しておく。そして、「これから給電を受ける」と判定した後に、スイッチ 203 を閉じる。これにより、共振回路 201 と負荷回路 202 を接続し、受電できるようにする。このようにすることで、不要に給電されることや、他の装置の受電性能に影響を及ぼすことを回避できる。同時に、判定部 207 は、「これから給電を受ける」と判定すると、受電待ちの指令を共振周波数制御部 205 に通知する。これは、受電装置 200 は、共振周波数を動的に切り替える場合であっても、実際に受電を開始するまでは、特定の共振周波数（以下、第 1 の共振周波数 f_a という）に設定して受電待ちを行っているためである。

【0033】

「これから給電を受ける」という判定は、通信部 204 を介した給電装置 100 との通信に基づき行う。例えば、給電装置 100 との認証手続きが完了した場合や、給電情報を受信した場合に、判定部 207 は「これから給電を受ける」と判定する。

【0034】

さらに、判定部 207 は、通信部 204 を介して給電装置 100 から通知された共振周波数、もしくは共振周波数の切り替えパターンを、記憶部 206 に格納する。

【0035】

記憶部 206 は、共振周波数を動的に切り替えない場合には、1 つの共振周波数のみを記憶している。複数の共振周波数を動的に切り替える場合には、共振周波数の切り替えパターンを記憶している。また、受電待ちに用いられている第 1 の共振周波数 f_a も、記憶部 206 に記憶されている。

【0036】

共振周波数制御部 205 は、記憶部 206 に記憶された共振周波数、もしくは共振周波数の切り替え切り替えパターンに基づき、共振器 201 b を所望の共振周波数で動作させるための共振パラメータを生成する。そして、共振周波数制御部 205 は、生成した共振パラメータに従った共振周波数を共振器 201 b に設定する。

【0037】

ただし前述したように、受電装置 200 は、共振周波数を動的に切り替える場合であっても、実際に受電を開始するまでは、第 1 の共振周波数 f_a に設定されて受電待ちを行っている。そのため、共振周波数制御部 205 は、判定部 207 から受電待ちの指令を受け取ると、まずは共振回路 201 を第 1 の共振周波数 f_a で動作させるための共振パラメータを生成する。その後、測定部 208 から受電開始が通知されると、記憶部 206 に記憶されている切り替えパターンに従って共振パラメータを生成する。これにより、給電装置 100 と受電装置 200 の双方の共振周波数の切り替えタイミングを同期させることができる。

【0038】

通信部 204 は、給電装置 100 の通信部 104 と無線通信を行う。しかし、通信部 204 は、他の装置と無線通信を行うためにも使用される。通信部 204 として、NFC、WPAN、WLAN 等の通信手段が用いられるが、ここでは給電装置 100 と通信できるものであれば、特に限定はしない。

【0039】

10

20

30

40

50

以上に説明した給電装置 100 と受電装置 200 により、給電装置 100 から受電装置 200 へと電力を伝送する無線電力伝送システムが形成される。

【0040】

次に、図3(a)～図3(e)を用いて、共振周波数の切り替えパターンについて説明する。図3(a)、図3(b)、図3(d)は、離散的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例を示す。また、図3(c)、図3(e)は、連続的に共振周波数を切り替える場合の切り替えパターンの例を示している。図3(c)、図3(e)のように、連続的に共振周波数を切り替える場合は、共振周波数は時間の関数として、例えば $f(t)$ で表される。

【0041】

図3(a)は、各共振周波数を使用する給電時間が等しい場合の切り替えパターンの例である。図3(b)は、各共振周波数を使用する給電時間が異なる場合の切り替えパターンの例を示している。例えば、共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 を1サイクルとして切り替える場合、図3(a)のように同じ給電時間であってもよいし、図3(b)のように異なる給電時間であってもよい。同様に、切り替え可能な共振周波数も4つに限定されるものではない。また、図3(d)のように、1サイクルの切り替えパターン内で、同一の共振周波数(ここでは、周波数 f_1) を2回以上、使用してもよい。

【0042】

一方、図3(c)のように連続的に共振周波数を切り替える場合にも、1サイクルの切り替えパターン内に同一の共振周波数が2回以上存在することがある。

【0043】

離散的切り替えパターン、或いは連続的切り替えパターンにおいても、1サイクルの切り替えパターン内に同一の共振周波数を2回以上使う場合は、次にどの共振周波数に遷移するかを判断できない虞がある。例えば、共振周波数を f_1 (1回目) f_2 f_1 (2回目) f_4 のように切り替える場合、共振周波数 f_1 の1回目と2回目の給電時間が等しければ、切り替えパターン中で1回目なのか2回目なのかを判別するのは難しい。その結果、現在の共振周波数 f_1 の次に共振周波数 f_2 と f_4 のいずれに切り替えるか、という判断を誤る可能性が生じる。そこで、共振周波数の切り替えパターンに特徴を持たせる方法を提案する。

【0044】

具体的には、共振周波数の切り替えパターンのうち、同期ポイントとなる給電時間を他の給電時間と異ならせる。例えば、切り替えパターンの先頭で同期をとりたい場合には、図3(d)に示すように、共振周波数 f_1 の1回目の給電時間を、2回目の給電時間とは異なるように設定する。この場合、給電時間が長い方の共振周波数 f_1 (1回目) で同期をとっても良いし、短い方の共振周波数 f_1 (2回目) で同期をとっても良い。どちらのタイミングで同期をとるかについては、給電を開始する前に、給電装置 100 から受電装置 200 へ通知すれば良い。但し、1サイクル内に同一周波数 f_1 を複数回用いる場合には、給電時間が長い方で同期をとる方が、効率の面から好ましい。

【0045】

図3(e)のように連続的に共振周波数を変化させる場合も、1サイクルの切り替えパターン内に2回以上現れる共振周波数 f_1 の給電時間はそれぞれ異なる時間とする。つまり、共振周波数の切り替えパターンを生成する際に、1サイクル中に同じ共振周波数を複数回用いる場合には、1回目の給電時間と2回目の給電時間、或いは3回目の給電時間とで差を設ける。これにより、1サイクル中に同一の共振周波数を複数使う場合であっても、受電装置 200 と給電装置 100 は容易に同期することができる。

【0046】

次に、図4を用いて、給電装置 100 と受電装置 200 との間における無線電力伝送の動作手順を説明する。

【0047】

まず、受電装置 200 は、給電装置 100 に対して通信部 204 を用いて給電要求 40

10

20

30

40

50

1を送信する。給電装置100は、通信部104で給電要求401を受信すると、受電装置200の機器認証が必要な場合は、所定の認証手続き402を行う。本発明は、認証手続きを特定のものに限定するものではないため、認証手続きの詳細は省略する。また、給電装置100の通信部104と受電装置200の通信部204との間の無線通信は、給電装置100と受電装置200の間の無線通信として表現する。

【0048】

認証手続き402完了後（認証手続き402を行わない場合は、給電要求401送信後）、受電装置200の判定部207は、自装置の受電能力に関わるキャパビリティ（Capacity）情報403を受電装置200から給電装置100に通知する。受電装置200のキャパビリティ情報403は、受電に使用できる共振周波数、共振周波数の切り替え速度、共振器201bの構成に関わる情報、負荷回路202の特性に関する情報などを含む。受電に使用できる共振周波数として、例えば、共振周波数を離散的に切り替える場合は、各共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、 \dots を順番に列挙して給電装置100に通知しても良い。また、離散値が一意に決まる場合は、共振周波数 $f_0 \sim$ 共振周波数 f_i といった範囲を給電装置100に通知してもよい。一方、共振周波数を連続的に切り替える場合は、切り替え可能な共振周波数範囲 $f_0 \sim f_j$ を給電装置100に通知してもよい。

【0049】

また、サポートしている共振周波数の組み合わせや周波数範囲に対して、特定の識別子が定義されている場合には、使用できる共振周波数として、その識別子を給電装置100に通知してもかまわない。例えば、共振周波数 f_0 、 f_1 、 f_2 をサポートしていることを識別子 F_0 で代替したり、共振周波数範囲 $f_i \sim f_j$ を示すものとして識別子 FW_i で代替したりすることもできる。また、共振周波数を動的に切り替える場合に、離散的な切り替えと連続的な切り替えのどちらか一方、もしくは、双方に対応しているのかといった情報も、キャパビリティ情報403に含めて給電装置100に通知する。同様に、通信部204で暗号化を行う場合には、サポートしている暗号アルゴリズムの能力もキャパビリティ情報403に含め、給電装置100に通知してもよい。

【0050】

給電装置100は、受電装置200からキャパビリティ情報403を受信する。そして、給電装置100の決定部107は、自装置のキャパビリティ情報と受電装置200のキャパビリティ情報403とに基づいて、給電を行う/行わないを判定する。なお、決定部107の代わりに別途制御部、もしくは管理部等を設けて、それらが行ってもよい。

【0051】

決定部107が給電を行うと判定した場合には、その判定結果404を給電装置100から受電装置200に通知する。判定結果404は、給電に使う共振周波数や、動的に共振周波数を切り替える場合の共振周波数切り替えパターンといった給電情報と一緒に受電装置200に通知される。さらに、通信部104を用いて暗号化通信を行う際の暗号鍵に関する情報も、判定結果404と合わせて、受電装置200に通知してもよい。

【0052】

なお、給電装置100と受電装置200のそれぞれにSIMカード（Subscriber Identity Module Card）を搭載し、EAP-SIM（Extensible Authentication Protocol-SIM）を適用すると、暗号鍵を送信することなく互いに暗号化通信を行うことが可能となる。この場合は、EAP-SIMの処理手順に従った情報の送受信が必要になる。本実施形態では、こうした暗号化通信を行うための情報の送受信も、暗号化に関わる情報を送受信しているものとみなすこととする。

【0053】

こうして、給電装置100から受電装置200に給電情報を通知した後に、給電装置100は、通知した給電情報に従って給電装置100の共振回路101から受電装置200の共振回路210へ給電405を開始する。

【 0 0 5 4 】

一方、受電装置 2 0 0 の判定部 2 0 7 は、給電が開始されるか否かの判断を行い、スイッチ 2 0 3 を制御する。受電装置 2 0 0 の決定部 2 0 7 は、上述の認証手続き 4 0 2 が正常に終了した場合に、給電装置 1 0 0 から給電を受けると判断する。その判断は、判定結果 4 0 4 を受信して給電情報を正常に取得した場合に給電を受けると判断してもよい。

【 0 0 5 5 】

図 4 は、共振周波数を f_1 、 f_2 、 f_3 と順次離散的に切り替えて給電する場合の例を示している。受電装置 2 0 0 の測定部 2 0 8 は、受電中に各共振周波数の受電状況を測定する。測定の結果、共振周波数 f_1 と f_3 に比べて、共振周波数 f_2 の受電電力量が著しく低い場合、共振周波数 f_2 での給電は困難であると判断する。例えば共振周波数 f_1 、 f_3 の受電電力量と共振周波数 f_2 の受電電力量の差が予め定めたスレッシュホールド Th_1 以上の場合、共振周波数 f_2 は他の装置に対して影響を及ぼしている共振周波数であると判断する。その判断は、共振周波数 f_2 が盗電されている場合も起こり得る。その判断により、受電装置 2 0 0 は給電装置 1 0 0 に対して切り替えパターン変更要求 4 0 6 を送信する。切り替えパターン変更要求 4 0 6 には、例えば「共振周波数 f_2 の受電電力量が低い」といった受電状況を示す情報が含まれてもよい。なお、ここでは受電状況を測定するパラメータとして受電電力量を用いているが、他に電流量、電圧値、インピーダンス値などを用いてもよい。その場合、電力量、電流量、電圧値、インピーダンス値のいずれか 1 つ又はその組み合わせにより測定してもよい。

【 0 0 5 6 】

例えば、共振周波数 f_1 、 f_3 の受電電力量と共振周波数 f_2 の受電電力量の差が予め定めたスレッシュホールド Th_2 以上でかつ Th_1 未満の場合には、切り替えパターン変更要求 4 0 6 として共振周波数 f_2 の受電状況を給電装置 1 0 0 に通知する。この場合は、給電装置 1 0 0 の共振回路 1 0 1 と受電装置 2 0 0 の共振回路 2 0 1 間の送電が悪化することにより、電力伝送効率が低下している可能性がある。そのため、共振回路 1 0 1 の共振器 1 0 1 b と共振回路 2 0 1 の共振器 2 0 1 b にそれぞれ設定する共振パラメータを調整する処理が実行される。もしくは、相手装置の共振周波数に対応するように、共振回路 1 0 1 の共振器 1 0 1 b または共振回路 2 0 1 の共振器 2 0 1 b に設定する共振パラメータを調整する処理を実行してもよい。

【 0 0 5 7 】

給電装置 1 0 0 の決定部 1 0 7 は、受電装置 2 0 0 から通知される切り替えパターン変更要求 4 0 6 や受電状況を示す情報に基づいて、共振周波数やその切り替えパターンを決定する。決定部 1 0 7 は、更新した共振周波数や切り替えパターンを、切り替えパターン変更応答 4 0 7 として受電装置 2 0 0 に通知する。例えば、共振周波数 f_2 を用いた給電を停止する場合には、受電装置 2 0 0 に共振周波数 f_2 を削除する指令を通知する。また、共振周波数 f_2 の電時間を「0」とする切り替えパターンを受電装置 2 0 0 に通知してもよい。切り替えパターンを受電装置 2 0 0 に通知する場合は、共振周波数の組み合わせを特定の識別子で通知する方法と併用することもできる。

【 0 0 5 8 】

給電装置 1 0 0 は、切り替えパターン変更応答 4 0 7 の送信後、更新した切り替えパターンに従って受電装置 2 0 0 に対し給電 4 0 8 を開始する。図 4 に示すように、給電 4 0 5 では共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 を用いていたが、給電 4 0 8 では共振周波数 f_2 を用いず、共振周波数 f_1 と f_3 により給電する。

【 0 0 5 9 】

給電装置 1 0 0 と受電装置 2 0 0 間における無線電力伝送と、通信部 1 0 4 及び通信部 2 0 4 を介した無線通信は、時分割で行うこともできる。この場合、無線通信を行う際、給電装置 1 0 0 は給電を停止し、受電装置 2 0 0 に対してポーリング信号を送信する。受電装置 2 0 0 は装置 1 0 0 からポーリング信号を受信した場合、前述の切り替えパターン変更要求 4 0 6 を送信する。このような動作にすることで、受電装置 2 0 0 は、給電装置 1 0 0 からの給電が停止したことをトリガーとして通信部 2 0 4 の電源を入れ、ポーリン

10

20

30

40

50

グ信号の受信待ちとすることができる。つまり、常に通信部 204 に電源を供給しなくても良くなるため、通信部 204 の低消費電力化に貢献する。また、給電装置 100 は、ポーリング信号の送信タイミングを設計に応じて設定することができる。このため、給電装置 100 は、必要と判定したタイミングで受電装置 200 との通信が可能になる。

【0060】

次に、時分割により無線電力伝送と無線通信とを行う別の方法について説明する。給電装置 100 は、認証手続き 402 を行う際に、無線電力伝送と無線通信とを時分割で行うための時分割フレームの構成を受電装置 200 に通知しておく。図 5 に、時分割フレームの構成例を示す。図 5 に示すような時分割フレームの構成をあらかじめ受電装置 200 に通知しておくことにより、受電装置 200 は給電装置 100 からの給電の停止を検出する
10
必要がなくなる。従って、受電装置 200 は、通信部 204 の電源をオンにするタイミングを精度良く把握することができる。

【0061】

また、給電装置 100 の通信部 104 と通信が可能な他の装置から得られた切り替えパターンに応じて、受電装置 200 は共振周波数やその切り替えパターンの変更を行ってもよい。具体的には、給電装置 100 から受電装置 200 へ無線電力伝送する電磁波が第 1 の装置にも受信されて、第 1 の装置に影響を与えてしまうことがある。このとき、第 1 の装置は、給電装置 100 に対して「給電装置 100 の影響を受けている」ことを通知する。第 1 の装置は、無線電力伝送に対応した装置である。第 1 の装置は、給電装置 100 と無線通信が可能な装置であればよい。また、第 1 の装置が別の第 2 の装置を中継して、給
20
電装置 100 に影響を受けていることを通知しても良い。このとき、第 2 の装置と給電装置 100 との間は、通信部 104 に対応した通信手段を用いて無線通信を行う。第 1 の装置と第 2 の装置との間は、別の通信手段により通信を行ってもよい。

【0062】

また、給電装置 100 の通信部 104 は、キャリアセンス機能を有していてもよい。この場合、給電装置 100 の決定部 108 は、通信部 104 を介して受電装置 200 から給電要求 401 を受信すると、通信部 104 によりキャリアセンスを実行する。そして、決定部 108 は、通信部 104 からのキャリアセンス結果情報に基づき、他の装置（例えば、第 1 の装置）が使用していない周波数（干渉が検出されない周波数）の中から、無線電力伝送に用いる共振周波数を決定する。これにより、第 1 の装置が、無線電力伝送に用いる共振周波数と同じ周波数（又は、高調波）を使って無線通信を行っている場合に、給電装置 100 からの給電が第 1 の装置における無線通信に対して干渉を与えてしまうことを回避することができる。
30

【0063】

更に、無線電力伝送中に給電装置 100 と受電装置 200 における共振周波数の切り替えタイミングがずれる場合がある。これに対処するために、受電特性が予め定めた所定値よりも低下した場合には、再度、第 1 の共振周波数 f_a に切り替えて受電待ちを行ってもよい。そして、再び第 1 の共振周波数 f_a 上で受電が開始した場合に、受電装置 200 は切り替えパターンに従って共振周波数の切り替えを再開する。これにより、無線電力伝送中に共振周波数の切り替えタイミングがずれた場合であっても、再度、給電装置 100 と受電装置 200 における共振周波数の切り替えタイミングを同期させることが可能となる。
40

【0064】

このように、本実施形態によれば、無線電力伝送に用いる共振周波数を固定の周波数に設定するのではなく、無線電力伝送毎に給電装置と受電装置間で設定する。無線電力伝送毎に共振周波数を定めることにより、受電装置に対してのみ給電装置から給電することができる。

【0065】

また、本実施形態によれば、無線電力伝送中に、共振周波数を切り替えパターンに従って動的に切り替える。給電装置 100 又は受電装置 200 の近くに位置する他の装置は、
50

共振周波数の切り替えパターンを知り得ないので、給電装置 100 からの電力が受電装置 200 以外の他の装置に受電されてしまうことを防ぐことができる。また、他の装置により盗電されてしまうことを防ぐことができる。

【0066】

さらに、本実施形態によれば、受電装置 200、または他の装置から通知された給電状況や切り替えパターン変更要求に応じて、給電装置は共振周波数やその切り替えパターンを変更することができる。これにより、給電装置 100 又は受電装置 200 の近くに位置する他の装置に影響を与えるのを防ぎ、受電装置 200 の受電性能が低下することを防ぐことができる。

【0067】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0068】

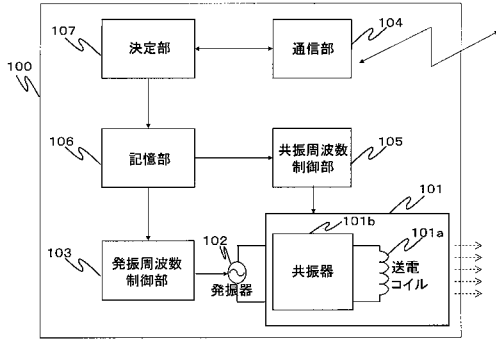
- 100・・・給電装置
- 101、201・・・共振回路
- 101a・・・送電コイル
- 201a・・・受電コイル
- 101b、201b・・・共振器
- 102・・・発振器
- 103・・・発振周波数制御部
- 104、204・・・通信部
- 105、205・・・共振周波数制御部
- 106、206・・・記憶部
- 107・・・決定部
- 200・・・受電装置
- 202・・・負荷回路
- 203・・・スイッチ
- 207・・・判定部
- 208・・・測定部

10

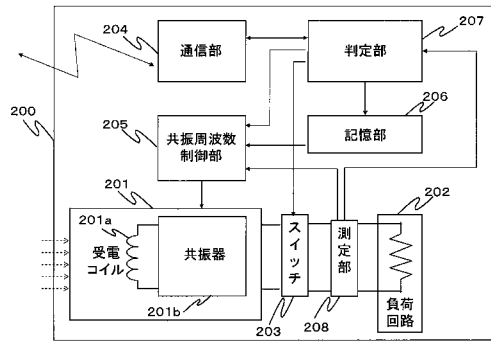
20

30

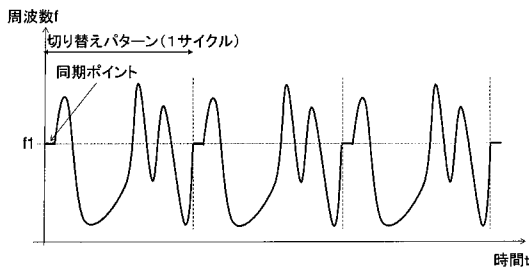
【図1】



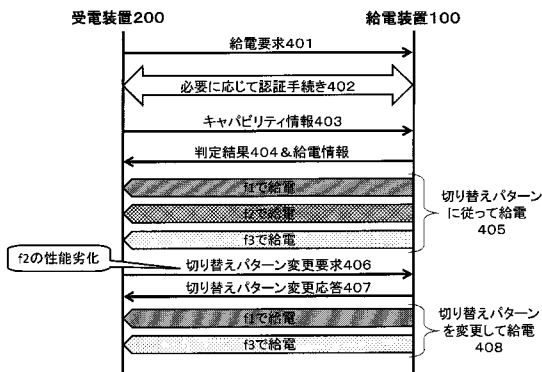
【図2】



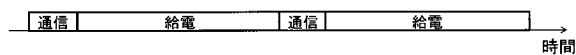
【図3(e)】



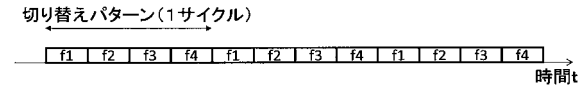
【図4】



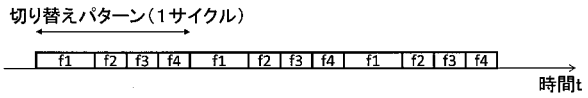
【図5】



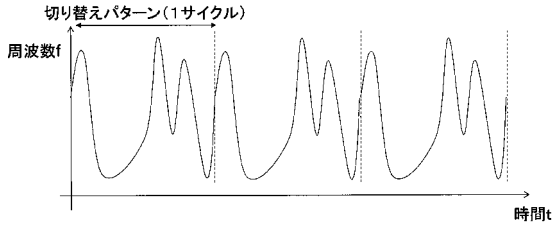
【図3(a)】



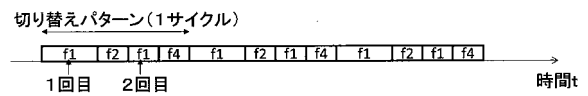
【図3(b)】



【図3(c)】



【図3(d)】



フロントページの続き

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開2009-261104(JP,A)
特表2006-517778(JP,A)
特開2008-206233(JP,A)
特開2003-047178(JP,A)
特開2003-319449(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 17/00