

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-201854
(P2017-201854A)

(43) 公開日 平成29年11月9日(2017.11.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 50/12 (2016.01)	HO2J 50/12	5H006
HO2J 50/80 (2016.01)	HO2J 50/80	5H730
HO1F 38/14 (2006.01)	HO1F 38/14	5H770
HO4B 5/02 (2006.01)	HO4B 5/02	5K012
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48	E
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-92981 (P2016-92981)
(22) 出願日 平成28年5月6日(2016.5.6)

(71) 出願人 000114215
ミネベアミツミ株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73
(74) 代理人 110001807
特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(72) 発明者 鈴木 伸一
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73 ミネベア株式会社内
Fターム(参考) 5H006 CA07 CB01 CC01 DA03 DC05
FA01 FA04 GA01
5H730 AS01 AS17 CC01 FD11 XC06
XX02 XX12 XX13 XX22 XX32
XX33 XX42

最終頁に続く

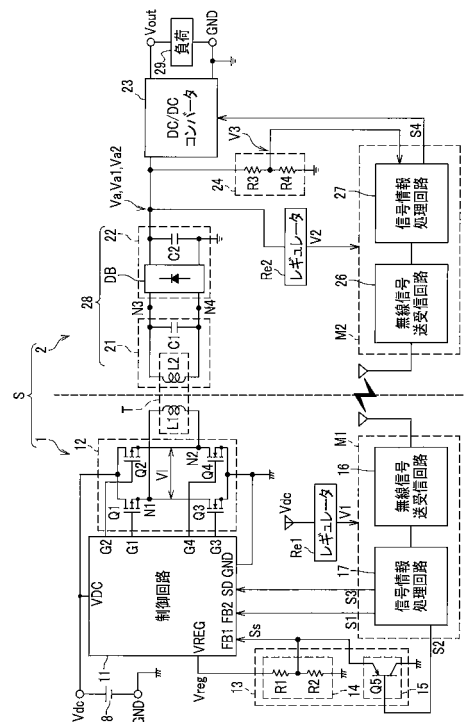
(54) 【発明の名称】 ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置およびワイヤレス電力伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 ワイヤレス電力伝送システムにおいて、簡素な回路で構成し、かつ共鳴周波数の制御を不要とする。

【解決手段】 ワイヤレス給電装置1は、ワイヤレス受電装置2に磁界結合で電力を送信する給電コイルL1と、給電コイルL1にパルス電力を出力する駆動回路12と、ワイヤレス受電装置2に生じた整流電圧Vaに係る整流電圧情報を、無線通信路を介して受信する第1の無線モジュールM1と、第1の無線モジュールM1が受信した整流電圧情報に基づき、ゲート信号G1~G4を生成して駆動回路12を制御するとともに、駆動回路12の駆動周波数をワイヤレス受電装置2の共鳴回路のシリーズ共振周波数fsとパラレル共振周波数fpとの間の固定周波数で制御する制御回路11とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受電装置にワイヤレスで電力を送信する給電コイルと、
 前記給電コイルにパルス電力を出力する駆動回路と、
 前記受電装置に生じた整流電圧に係る整流電圧情報を、無線通信路を介して受信する第 1 の無線モジュールと、
 前記第 1 の無線モジュールが受信した前記整流電圧情報に基づき、駆動制御信号を生成して前記駆動回路を制御する制御回路と、
 を備え、
 前記制御回路は、前記駆動回路の駆動周波数を前記受電装置の共鳴回路のシリーズ共振周波数とパラレル共振周波数との間の固定周波数で制御することを特徴とするワイヤレス給電装置。

10

【請求項 2】

前記駆動回路は、ブリッジ回路であって、前記給電コイルに前記パルス電力を印加してパルス駆動し、
 前記制御回路は、前記整流電圧情報に基づき、前記パルス電力のオンデューティを可変制御する、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤレス給電装置。

【請求項 3】

前記駆動回路は、フルブリッジ回路であって、前記駆動回路のハイサイドスイッチング素子同士およびローサイドスイッチング素子同士のゲート信号のパルス幅は等しい、
 ことを特徴とする請求項 2 に記載のワイヤレス給電装置。

20

【請求項 4】

給電装置からワイヤレスで電力を受信する受電コイルと、共鳴コンデンサと、を含み、共鳴電圧を生成する共鳴回路と、
 前記共鳴電圧を整流して整流電圧を出力する整流回路と、
 前記整流電圧をもとに整流電圧情報を生成して前記給電装置が備える第 1 の無線モジュールに送信する第 2 の無線モジュールと、
 を備え、
 前記給電装置により、前記共鳴回路の共鳴周波数が該共鳴回路のシリーズ共振周波数とパラレル共振周波数との間の周波数になるように設定される、
 ことを特徴とするワイヤレス受電装置。

30

【請求項 5】

前記共鳴回路は、前記受電コイルと前記共鳴コンデンサとが並列接続されて構成され、
 前記給電装置の給電コイルと前記受電コイルとで構成されるトランスの 2 次側のリーケージインダクタンス、前記受電コイルの自己インダクタンス、前記共鳴コンデンサの容量に対して、前記シリーズ共振周波数は、前記リーケージインダクタンスと前記共鳴コンデンサの容量とで決定され、前記パラレル共振周波数は、前記受電コイルの自己インダクタンスと前記共鳴コンデンサの容量とで決定される、
 ことを特徴とする請求項 4 に記載のワイヤレス受電装置。

40

【請求項 6】

前記第 2 の無線モジュールが動作可能な第 1 の所定電圧よりも高い第 2 の所定電圧が印加されて動作する負荷を備え、
 前記負荷は、前記第 2 の無線モジュールが出力する制御信号により、起動または停止する、
 ことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のワイヤレス受電装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載のワイヤレス給電装置と、
 請求項 4 ないし請求項 6 のうちいずれか 1 項に記載のワイヤレス受電装置と、
 を備えることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置およびワイヤレス電力伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、金属接点やコネクタなどを介さずに電力を伝送するワイヤレス電力伝送技術を採用した機器が増えている。ワイヤレス電力伝送は、ワイヤレス給電や非接触電力伝達とも呼ばれる。

【0003】

このワイヤレス電力伝送を大別すると、電力を電磁波（マイクロ波）に変換して給電する方式と、電界結合の共振現象を利用した方式と、磁界結合による方式とがある。この磁界結合による磁場の共振現象を利用するタイプには、例えば、特許文献1に記載の発明がある。

【0004】

特許文献1の要約書の解決手段には、「給電コイルL2から受電コイルL3には磁気共振により電力が伝送される。VCO202は、スイッチングトランジスタQ1とスイッチングトランジスタQ2を駆動周波数 f_0 にて交互にオン・オフさせ、給電コイルL2に交流電力を供給し、給電コイルL2から受電コイルL3に交流電力を供給する。位相検出回路114は電流位相と電圧位相の位相差を検出し、VCO202はこの位相差がゼロとなるように駆動周波数 f_0 を調整する。負荷電圧が変化したときには電流位相の検出値が調整され、結果として駆動周波数 f_0 が調整される。」と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-139621号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の磁場共振型の方式では、給電側共鳴と受電側共鳴を一致させる必要がある。よって、共鳴周波数の制御が行われるが、給電コイルと受電コイルとの位置のずれや距離の変動に対して周波数を追従させるのは難しい場合がある。

【0007】

そこで、本発明は、ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置およびワイヤレス電力伝送システムにおいて、簡素な回路構成で共鳴周波数の制御を不要とすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記した課題を解決するため、本発明のワイヤレス給電装置は、受電装置にワイヤレスで電力を送信（＝送電）する給電コイルと、給電コイルに駆動するためのパルス電力を出力する駆動回路と、受電装置に生じた整流電圧に係る整流電圧情報を、無線通信路を介して受信する第1の無線モジュールと、この第1の無線モジュールが受信した整流電圧情報に基づき、駆動制御信号を生成して駆動回路を制御する制御回路とを備える。制御回路は、駆動回路の駆動周波数を前記受電装置の共鳴回路のシリーズ共振周波数とパラレル共振周波数との間の固定周波数で制御する。

その他の手段については、発明を実施するための形態のなかで説明する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置およびワイヤレス電力伝送

10

20

30

40

50

システムが簡素な回路で構成可能であり、かつ共鳴周波数の制御が不要となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態におけるワイヤレス電力伝送システムの概略を示す構成図である。

【図2】ワイヤレス受電装置からみた磁界結合回路の等価回路の図である。

【図3】制御回路の構成図である。

【図4】制御回路の動作を説明する波形図である。

【図5】無線モジュールの通信設定までの動作を示すフローチャートである。

【図6】電力調整の動作を示すフローチャートである。

【図7】出力電圧異常時の動作を示すフローチャートである。

【図8】無線モジュール間の通信路確立エラー時の動作を示すフローチャートである。

【図9】DC/DCコンバータの制御動作を示すフローチャートである。

【図10】起動から電力調整までを示すシーケンス図である。

【図11】上位装置からのDC/DCコンバータの制御動作を示すシーケンス図である。

【図12】エラー発生時の動作を示すシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以降、本発明を実施するための形態を、各図を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施形態におけるワイヤレス電力伝送システムSの概略を示す構成図である。

ワイヤレス電力伝送システムSは、ワイヤレス給電装置1がワイヤレス受電装置2に対して磁界結合により電力を伝送するシステムである。以下、給電側と受電側それぞれの構成について説明する。

【0012】

給電側であるワイヤレス給電装置1は、直流電源18、制御回路11、フルブリッジ構成の駆動回路12、給電コイルL1、初期電圧制御回路13、第1の無線モジュールM1、レギュレータRe1を含んで構成される。

【0013】

制御回路11は、初期電圧制御回路13や第1の無線モジュールM1が出力する信号に基づき、ゲート信号G1~G4を生成して駆動回路12を制御する。このゲート信号G1~G4は、駆動回路12を制御する駆動制御信号である。この制御回路11の電源端子VDCは、直流電源18に接続されており、直流電圧Vdcが印加されることにより制御回路11が動作する。更に制御回路11は、定電圧端子VREGから所定の定電圧Vregを初期電圧制御回路13に印加する。この制御回路11は、第1の無線モジュールM1が受信した整流電圧情報に基づき、パルス電力のオンデューティを可変制御するようにゲート信号G1~G4を生成し、駆動回路12を制御する。

駆動回路12は、例えばPMOS(Q1, Q2)とNMOS(Q3, Q4)で構成されたフルブリッジ回路であり、ワイヤレス受電装置2側の共鳴周波数で駆動するためのパルス電力を給電コイルL1に出力する。ノードN1は、PMOS(Q1)とNMOS(Q3)とを接続する。ノードN2は、PMOS(Q2)とNMOS(Q4)とを接続する。このノードN1, N2には、給電コイルL1が接続される。

この駆動回路12は、直流電源18に接続されており、直流電圧Vdcが印加されて動作する。給電コイルL1は、ワイヤレス受電装置2の受電コイルL2に磁界結合で電力を送信する。なお、駆動回路12は、全てNMOSで構成してもよい。

【0014】

初期電圧制御回路13は、第1の所定電圧Va1を設定する初期電圧設定回路14と、初期電圧の設定を解除する初期電圧設定解除回路15とを備える。具体的にいうと、初期電圧設定回路14は、分圧抵抗R1, R2を含んで構成される。初期電圧設定解除回路15は、トランジスタQ5を含んで構成され、初期電圧のノードを、グラウンドの電位に落とす機能を有する。この初期電圧制御回路13は、制御回路11の定電圧端子VREGから

所定の定電圧 V_{reg} が印加されて動作し、初期駆動制御信号 S_s を端子 $F B 1$ に出力する。制御回路 11 は、初期駆動制御信号 S_s に基づき、ゲート信号 $G 1 \sim G 4$ のオンデューティの初期値を設定する。このとき、後記するワイヤレス受電装置 2 の 2 次側電源部 28 は、第 2 の無線モジュール $M 2$ が動作可能な第 1 の所定電圧 $V a 1$ (例えば 5 V) を供給する。

【0015】

第 1 の無線モジュール $M 1$ は、無線信号送受信回路 16 と、信号情報処理回路 17 を含んで構成される。無線信号送受信回路 16 は、ワイヤレス受電装置 2 の無線信号送受信回路 26 との間で無線通信路(無線路の一例)を介して信号を送受信する機能を有する。なお無線信号送受信回路 16 の電界強度と、後記する無線信号送受信回路 26 の電界強度は、

10

いずれも $35 \mu V / m$ 以下である。
なお、無線信号送受信回路 16 と無線信号送受信回路 26 との間の通信は、電波通信に限られず、可視光通信や赤外線通信や超音波通信などの無線通信であってもよく、限定されない。

【0016】

信号情報処理回路 17 は、例えば記憶部と処理装置とを備えたマイクロコンピュータであり、不図示の給電制御プログラムを実行して制御回路 11 や初期電圧設定解除回路 15 を制御する。具体的にいうと、信号情報処理回路 17 は、制御信号(第 1 の制御信号) $S 1$ を制御回路 11 の端子 $F B 2$ に出力して受電側に供給する電力をフィードバック制御する。更に信号情報処理回路 17 は、制御信号(第 2 の制御信号) $S 2$ を初期電圧設定解除回路 15 のトランジスタ $Q 5$ のベースに出力してトランジスタ $Q 5$ をオンさせて初期駆動制御信号 S_s を 0 V に設定する。更に信号情報処理回路 17 は、制御信号(第 3 の制御信号) $S 3$ を端子 $S D$ に出力して、制御回路 11 をシャットダウンさせる。

20

【0017】

この第 1 の無線モジュール $M 1$ は、レギュレータ $R e 1$ から駆動電圧 $V 1$ (例えば、3.3 V) の電力が供給されて動作する。レギュレータ $R e 1$ は、直流電圧 $V d c$ が印加されて駆動電圧 $V 1$ の電力を供給する。

【0018】

受電側であるワイヤレス受電装置 2 は、共鳴回路 21、整流回路 22、DC/DC コンバータ(直流変換回路; 負荷の一例) 23、整流電圧検出回路 24、第 2 の無線モジュール(第 2 の無線モジュールの一例) $M 2$ 、レギュレータ $R e 2$ を含んで構成される。

30

【0019】

共鳴回路 21 は、受電コイル $L 2$ と共鳴コンデンサ $C 1$ とが並列接続された LC 共鳴回路である。この共鳴回路 21 は、ワイヤレス給電装置 1 の給電コイル $L 1$ から磁界結合で電力を受信(=受電)し、共鳴電圧を生成する。共鳴回路 21 は、ノード $N 3$ 、 $N 4$ を介して整流回路 22 に接続される。なお、破線で示すトランス T は、給電コイル $L 1$ と受電コイル $L 2$ とで構成される。

整流回路 22 は、入力された交流を直流に整流するダイオードブリッジ $D B$ と、整流した電圧を平滑化する整流コンデンサ $C 2$ とを含んで構成される。これにより整流電圧 $V a$ の電力が出力され、DC/DC コンバータ 23、整流電圧検出回路 24、レギュレータ $R e 2$ に供給される。2 次側電源部 28 は、共鳴回路 21 と整流回路 22 を含んで構成される。

40

【0020】

第 2 の無線モジュール $M 2$ は、無線信号送受信回路 26 と、信号情報処理回路 27 とを含んで構成され、レギュレータ $R e 2$ から駆動電圧 $V 2$ (例えば、3.3 V) の電力が供給されて動作する。

無線信号送受信回路 26 は、ワイヤレス給電装置 1 との間で無線通信路を介して信号を送受信する機能を有する。信号情報処理回路 27 は、例えば記憶部と処理装置とを備えたマイクロコンピュータである。この信号情報処理回路 27 は、不図示の受電制御プログラムを実行して、整流電圧検出回路 24 の検出電圧 $V 3$ を計測して検出信号(整流電圧情報

50

) S_vを生成し、この検出信号S_vを無線信号送受信回路26によってワイヤレス給電装置1に送信する。更に信号情報処理回路27は、制御信号S₄をDC/DCコンバータ23に出力して、このDC/DCコンバータ23を起動または停止させる。

【0021】

DC/DCコンバータ23は、2次側電源部28から第2の所定電圧V_{a2}(例えば、12V)の電力が供給されると、これを別の出力電圧V_{out}の電力に変換する回路である。DC/DCコンバータ23の出力電圧V_{out}により、負荷29が駆動する。DC/DCコンバータ23と負荷29とは、このワイヤレス受電装置2における負荷に相当する。このDC/DCコンバータ23は、第2の無線モジュールM2から出力される制御信号(第4の制御信号)S₄により起動または停止する。

10

整流電圧検出回路24は、分圧抵抗R₃, R₄を含んで構成され、整流電圧V_aを分圧した検出電圧V₃を、第2の無線モジュールM2の信号情報処理回路27に印加する。

【0022】

この第2の無線モジュールM2は、レギュレータR_{e2}から駆動電圧V₂(例えば、3.3V)の電力が供給されて動作する。レギュレータR_{e2}は、整流電圧V_aが印加されて駆動電圧V₂の電力を供給する。

【0023】

図2は、ワイヤレス受電装置2からみた磁界結合回路の等価回路30の図である。

給電コイルL₁と受電コイルL₂とで構成されるトランスT(図1参照)を等価回路30として描くと、理想トランスT_iと、2本のリーケージインダクタンスL_eと、相互インダクタンスMで構成される。この理想トランスT_iは、1次側と2次側の巻線比が1対Nである。理想トランスT_iの1次側は、それぞれノードN₁, N₂への接続が想定される。理想トランスT_iの2次側の一端は、2つのリーケージインダクタンスL_eを介して共鳴コンデンサC₁の一端およびノードN₃に接続される。理想トランスT_iの2次側の他端は、共鳴コンデンサC₁の一端およびノードN₄に接続される。相互インダクタンスMは、2つのリーケージインダクタンスL_eの接続点と、理想トランスT_iの2次側の他端との間に接続される。

20

【0024】

このとき、等価回路30で示された給電コイルL₁と受電コイルL₂とで構成されるトランスTの結合係数kは、以下の式(1)で求められる。

30

【数1】

$$k = \sqrt{\frac{(l_2 - L_s)}{l_2}} \quad \dots(1)$$

但し L_s: 給電側ショート時のインダクタンス

l₂: L₂の自己インダクタンス

40

【0025】

また、リーケージインダクタンスL_eは、以下の式(2)で求められる。

【数2】

$$L_e = (1 - k) \times l_2 \quad \dots(2)$$

【0026】

なお、受電コイルL₂の自己インダクタンスl₂は、以下の式(3)で表わされる。

【数3】

$$l_2 = M + L_e \quad \dots(3)$$

但し M: 相互インダクタンス

【0027】

そして、ワイヤレス受電装置2のシリーズ共振周波数 f_s は、以下の式(4)で求められる。

【数4】

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times L_e \times C_1}} \quad \dots(4)$$

10

但し、 C_1 : 共鳴コンデンサの容量

【0028】

ワイヤレス受電装置2の平行共振周波数 f_p は、以下の式(5)で求められる。

【数5】

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{(M+L_e) \times C_1}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{l_2 \times C_1}} \quad \dots(5)$$

20

【0029】

式(4)から解るように、シリーズ共振周波数 f_s は、リーケージインダクタンス L_e と共鳴コンデンサの容量 C_1 とで決定される。また式(5)から解るように、平行共振周波数 f_p は、受電コイル L_2 の自己インダクタンス l_2 と共鳴コンデンサの容量 C_1 とで決定される。

式(2)から解るように、磁界結合回路の給電コイル L_1 と受電コイル L_2 の距離が変わると、結合係数 k が変わるため、リーケージインダクタンス L_e が変わる。したがって、式(4)から解るように、ワイヤレス受電装置2のシリーズ共振周波数 f_s は距離によって変動する。

しかし、式(3)のように、受電コイル L_2 の自己インダクタンス l_2 は、相互インダクタンス M とリーケージインダクタンス L_e との和である。リーケージインダクタンス L_e が大きくなると相互インダクタンス M は小さくなるため、その和は一定である。ゆえに、式(5)から解るように、ワイヤレス受電装置2の平行共振周波数 f_p は距離に関係なく一定である。

30

【0030】

給電コイル L_1 と受電コイル L_2 とが所定の距離において、ワイヤレス受電装置2の共鳴周波数は、シリーズ共振周波数 f_s と平行共振周波数 f_p である。給電コイル L_1 と受電コイル L_2 の距離が離れているため結合係数 k は小さくなり、よってシリーズ共振周波数 f_s と平行共振周波数 f_p との間隔は狭くなる。

【0031】

給電コイル L_1 と受電コイル L_2 とで構成されるトランスTの結合係数 k が小さいことにより受電コイル L_2 のリーケージインダクタンス L_e が大きくなる。よって、2つのリーケージインダクタンス L_e と共鳴コンデンサ C_1 によるシリーズ共振周波数 f_s は、受電コイル L_2 の自己インダクタンス l_2 と共鳴コンデンサ C_1 による平行共振周波数 f_p に近接することになる。制御回路11(図1参照)は、平行共振周波数 f_p とシリーズ共振周波数 f_s との間の固定周波数で給電コイル L_1 をパルス駆動することで、共鳴周波数の制御をしなくとも、効率よく電力を伝送できる。

40

【0032】

本実施形態では、ワイヤレス受電装置2の共鳴周波数を、受電側のシリーズ共振周波数 f_s と平行共振周波数 f_p との間の周波数に設定(固定)している。これにより給電

50

コイル L 1 と受電コイル L 2 との距離に多少変動があっても、ワイヤレス給電装置 1 からワイヤレス受電装置 2 に効率よく電力を伝送することが可能となる。また、部品バラツキによりワイヤレス給電装置 1 の駆動周波数が変動したとしても、効率良く電力を伝送することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、制御回路 1 1 の構成を示す図である。

制御回路 1 1 は、レギュレータ 1 1 1、オペアンプ 1 1 2, 1 1 3、比較器 1 1 4、ロジック回路 1 1 5、発振回路 1 1 6 を含んで構成される。この制御回路 1 1 は、電源端子 V D C、グランド端子 G N D、定電圧 V reg を出力する定電圧端子 V R E G と、入力側の反転入力端子 F B 1, F B 2 および端子 S D と、出力端子 F B 0 と、発振回路 1 1 6 の周波数を設定する端子 R T, C T と、出力側の端子 G 1, G 2, G 3, G 4 と、を含んでいる。

10

電源端子 V D C には直流電圧 V d c が印加され、グランド端子 G N D はグランドに接続される。

【 0 0 3 4 】

レギュレータ 1 1 1 は、定電圧 V reg を生成し、電源端子 V D C とグランド端子 G N D に接続されて、直流電圧 V d c から生成した定電圧 V reg を定電圧端子 V R E G に出力する。

【 0 0 3 5 】

オペアンプ 1 1 2 の反転入力端子 F B 1 と出力端子 F B 0 の間にと抵抗 R 6 が接続される。オペアンプ 1 1 2 は、反転入力端子 F B 1 に初期電圧制御回路 1 3 の初期電圧設定回路 1 4 から初期駆動制御信号 S s が入力されたとき、基準電圧 V ref1 と初期駆動制御信号 S s との電位差に応じた出力信号 S s C を出力する。

20

オペアンプ 1 1 3 の反転入力端子 F B 2 と出力端子 F B 0 の間に抵抗 R 7 が接続される。オペアンプ 1 1 3 は、反転入力端子 F B 2 に第 1 の無線モジュール M 1 の信号情報処理回路 1 7 から制御信号 S 1 が入力されたとき、基準電圧 V ref2 と制御信号 S 1 の電位差に応じた出力信号 S 1 C を出力する。

【 0 0 3 6 】

比較器 1 1 4 の反転入力端子には、これらオペアンプ 1 1 2, 1 1 3 の出力端子 F B 0 が接続されて出力信号 S s C または出力信号 S 1 C のうち電圧の低い方が入力され、非反転入力端子には発振回路 1 1 6 の三角波信号 S t が入力される。これにより、反転入力端子に印加された電圧に応じたオンデューティのパルス信号を生成することができる。

30

ロジック回路 1 1 5 は、入力側に比較器 1 1 4 の出力端子と、三角波信号 S t と、端子 S D とが接続され、出力側にゲート信号の出力端子が接続される。このロジック回路 1 1 5 は、三角波信号 S t の上限ピーク、下限ピークと比較器 1 1 4 から入力されたパルス信号の立ち下がりからゲート信号 G 1, G 2 とゲート信号 G 3, G 4 とをそれぞれ生成する。ロジック回路 1 1 5 は、端子 S D に第 1 の無線モジュール M 1 の信号情報処理回路 1 7 から制御信号 S 3 が入力されると、ゲート信号 G 1 ~ G 4 の出力動作を停止する。

発振回路 1 1 6 は、端子 R T に抵抗 R 5 が接続され、端子 C T にコンデンサ C 3 が接続されて発振し、三角波を出力する。

40

【 0 0 3 7 】

図 4 (a) ~ (f) は、制御回路 1 1 の動作を説明する波形図であり、各波形図の横軸は共通する時間を示している。

図 4 (a) は、発振回路 1 1 6 から出力されて比較器 1 1 4 の非反転入力端子に入力される三角波信号 S t の波形である。三角波信号 S t は常に、周期 T 0 でランプ波形を繰り返す。この周期 T 0 は、2 倍して、その逆数を計算すると受電側の共鳴周波数となるように設定されている。図 4 (a) の横軸方向の最も細かい破線は、起動直後におけるオペアンプ 1 1 2 の出力信号 S s C の電圧を示している。この出力信号 S s C の電圧は、比較器 1 1 4 の反転入力端子に印加される。このとき、整流回路 2 2 から出力される整流電圧 V a は、第 1 の所定電圧 V a 1 (例えば、5 V) となる。

50

【 0 0 3 8 】

横軸方向の2番目に粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のオペアンプ113の出力信号S1Caの電圧を示している。この出力信号S1Caの電圧は、比較器114の反転入力端子に印加される。

横軸方向の最も粗い破線は、負荷が重い場合のオペアンプ113の出力信号S1Cbの電圧を示している。この出力信号S1Cbの電圧は、比較器114の反転入力端子に印加される。このとき、整流回路22から出力される整流電圧Vaは、第2の所定電圧Va2（例えば、12V）となる。

【 0 0 3 9 】

図4(b)は、ゲート信号G1の波形である。

細かい破線は、起動直後におけるゲート信号G1を示している。粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のゲート信号G1を示している。実線は、負荷が重い場合のゲート信号G1を示している。三角波信号Stの上限ピークの2回の1回ごとにゲート信号G1が立ち上がり、三角波信号Stが比較器114の反転入力端子の電圧を超えた所定時間経過後にゲート信号G1が立ち下がる。このゲート信号G1がLowレベルのときに、PMOS(Q1)がオンする。

10

【 0 0 4 0 】

図4(c)は、ゲート信号G2の波形である。

細かい破線は、起動直後におけるゲート信号G2を示している。粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のゲート信号G2を示している。実線は、負荷が重い場合のゲート信号G2を示している。三角波信号Stの上限ピークの2回の1回ごとにゲート信号G2が立ち上がり、三角波信号Stが比較器114の反転入力端子の電圧を超えた所定時間経過後にゲート信号G2が立ち下がる。このゲート信号G2がLowレベルのときに、PMOS(Q2)がオンする。

20

【 0 0 4 1 】

図4(d)は、ゲート信号G3の波形である。

細かい破線は、起動直後におけるゲート信号G3を示している。粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のゲート信号G3を示している。実線は、負荷が重い場合のゲート信号G3を示している。三角波信号Stの下限ピークの2回の1回ごとにゲート信号G3が立ち上がり、三角波信号Stが比較器114の反転入力端子の電圧を超えたときにゲート信号G3が立ち下がる。このゲート信号G3がHighレベルのときに、NMOS(Q3)がオンする。

30

【 0 0 4 2 】

図4(e)は、ゲート信号G4の波形である。

細かい破線は、起動直後におけるゲート信号G4を示している。粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のゲート信号G4を示している。実線は、負荷が重い場合のゲート信号G4を示している。三角波信号Stの下限ピークの2回の1回ごとにゲート信号G4が立ち上がり、三角波信号Stが比較器114の反転入力端子の電圧を超えたときにゲート信号G4が立ち下がる。このゲート信号G4がHighレベルのときに、NMOS(Q4)がオンする。

40

【 0 0 4 3 】

図4(f)は、給電コイルL1に印加されるコイル電圧V1の波形である。

このコイル電圧V1は、正のパルスと零電圧と負のパルスとが周期的に繰り返す波形である。細かい破線は、起動直後におけるコイル電圧V1を示している。粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のコイル電圧V1を示している。実線は、負荷が重い場合のコイル電圧V1を示している。ゲート信号G1がLowレベルでゲート信号G4がHighレベルならばコイル電圧V1は負のパルス、ゲート信号G2がLowレベルでゲート信号G3がHighレベルならばコイル電圧V1は正のパルスとなる。

【 0 0 4 4 】

細かい破線は、起動直後におけるコイル電圧V1を示している。コイル電圧V1は、正

50

のパルスを期間 T 1 に亘って出力したのち零電圧となり、負のパルスを期間 T 2 に亘って出力したのち零電圧となり、これを繰り返す。期間 T 1 と期間 T 2 とは等しい。

粗い破線は、例えば負荷が軽い場合のコイル電圧 V 1 を示している。コイル電圧 V 1 は、正のパルスを期間 T 3 に亘って出力したのち零電圧となり、負のパルスを期間 T 4 に亘って出力したのち零電圧となり、これを繰り返す。期間 T 3 と期間 T 4 とは等しい。

【 0 0 4 5 】

実線は、負荷が重い場合のコイル電圧 V 1 を示している。コイル電圧 V 1 は、正のパルスを期間 T 5 に亘って出力したのち零電圧となり、負のパルスを期間 T 6 に亘って出力したのち零電圧となり、これを繰り返す。期間 T 5 と期間 T 6 とは等しい。このように制御回路 1 1 は、受電側の共鳴周波数かつ所定のオンデューティを有するゲート信号 G 1 ~ G 4 を生成して駆動回路 1 2 を制御する。これによりワイヤレス電力伝送システム S を簡素な回路で構成可能であり、かつ共鳴周波数の制御が不要となる。

図 4 (f) に示すようにコイル電圧 V 1 の波形は、正のパルスと負のパルスとが対称性 (シンメトリー) を保って出力されている。これにより、受電側の共鳴回路 2 1 に生じる共鳴電圧に対称性を持たせることができる。

【 0 0 4 6 】

(動作説明)

図 5 は、第 1 の無線モジュール M 1 と第 2 の無線モジュール M 2 の通信設定までの動作を示すフローチャートであり、図 6 は、電力調整の動作を示すフローチャートである。図 7 は、出力電圧異常時の動作を示すフローチャートであり、図 8 は、無線モジュール間の通信路確立エラー時の動作を示すフローチャートである。図 9 は、 D C / D C コンバータ 2 3 の制御動作を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、ワイヤレス給電装置 1 にて直流電源 1 8 が、各部に対して直流電圧 V d c の供給を開始する (ステップ S 1 0) 。これによりレギュレータ R e 1 が起動して (ステップ S 1 3) 駆動電圧 V 1 の電力の供給を開始し、第 1 の無線モジュール M 1 が起動する (ステップ S 1 4) 。更に制御回路 1 1 が起動を開始し (ステップ S 1 1) 、駆動回路 1 2 と給電コイル L 1 により、初期駆動制御信号 S s に応じた第 1 の電力を送信する。

【 0 0 4 8 】

すると、この初期駆動制御信号 S s に応じた第 1 の電力をワイヤレス受電装置 2 の 2 次側電源部 2 8 が受信する (ステップ S 1 5) 。これによりレギュレータ R e 2 が起動して (ステップ S 1 6) 駆動電圧 V 2 の電力の供給を開始し、第 2 の無線モジュール M 2 が起動する (ステップ S 1 7) 。

次いで第 1 の無線モジュール M 1 と第 2 の無線モジュール M 2 とは、両者間の通信設定を行い (ステップ S 1 8) 、以降は図 6 に示す電力調整を行う。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、電力調整の動作を示すフローチャートである。

ステップ S 1 5 にて 2 次側電源部 2 8 が整流電圧 V a の電力を供給するので、ワイヤレス受電装置 2 の第 2 の無線モジュール M 2 には、整流電圧 V a を分圧抵抗 R 3 , R 4 で分圧した検出電圧 V 3 が印加されている。第 2 の無線モジュール M 2 は、この検出電圧 V 3 を計測し、整流電圧 V a に係る整流電圧情報である検出信号 S v を生成し、この検出信号 S v を無線通信路により送信する (ステップ S 2 0) 。

この検出信号 S v を、ワイヤレス給電装置 1 の第 1 の無線モジュール M 1 が無線通信路を介して受信したならば (ステップ S 2 1 Y e s) 、制御信号 (第 2 の制御信号) S 2 を初期電圧設定解除回路 1 5 に出力する (ステップ S 2 2) 。これにより初期電圧制御回路 1 3 は、動作を停止する (ステップ S 2 3) 。同時に第 1 の無線モジュール M 1 は、この検出信号 S v に基づく制御信号 (第 1 の制御信号) S 1 を、制御回路 1 1 に出力する (ステップ S 2 4) 。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

制御回路 11 は、制御信号 S1 の電圧と、オペアンプ 113 の基準電圧 V_{ref2} とを比較する (ステップ S25)。そして、制御回路 11 は、制御信号 S1 がオペアンプ 113 の基準電圧 V_{ref2} よりも小さいならば (ステップ S26 Yes)、この電位差に応じてフルブリッジのスイッチ素子のゲートオン・デューティを広げる (ステップ S27)。制御回路 11 は、制御信号 S1 がオペアンプ 113 の基準電圧 V_{ref2} よりも大きいならば (ステップ S28 Yes)、この電位差に応じてフルブリッジのスイッチ素子のゲートオン・デューティを狭める (ステップ S29)。制御信号 S1 がオペアンプ 113 の基準電圧 V_{ref2} と等しいならば (ステップ S28 No)、ステップ S30 の処理に進み、制御信号 S1 に応じた第 2 の電力を送信する。これによりワイヤレス電力伝送システム S は、制御信号 S1 の電圧がオペアンプ 113 の基準電圧 V_{ref2} に近づくようにフィードバック制御している。

10

【0051】

ステップ S27, S29 の処理の後、制御回路 11 は、駆動回路 12 と給電コイル L1 により、制御信号 S1 に応じた第 2 の電力を送信する (ステップ S30)。ここで送信された制御信号 S1 に応じた第 2 の電力が、ワイヤレス受電装置 2 の 2 次側電源部 28 によって受信され (ステップ S31)、再びステップ S20 の処理に戻る。これにより、2 次側電源部 28 が生成する整流電圧 V_a は、所定値 (第 2 の所定電圧 V_{a2} ; 例えば、12V) になるようにフィードバック制御される。

【0052】

図 7 は、出力電圧異常時の処理を示すフローチャートである。この処理は、図 6 のステップ S30 の後に実行される。

20

ワイヤレス受電装置 2 の第 2 の無線モジュール M2 は、検出信号 S_v により、整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 V_{a2} の近傍の値であるか否かを判定する (ステップ S40)。第 2 の無線モジュール M2 は、整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 V_{a2} を所定値以上超えるか (例えば、24V 以上)、または第 2 の所定電圧 V_{a2} の所定値未満 (例えば、5V 未満) ならば出力電圧が異常状態であると判定し、この状態が所定時間に亘って継続するか否かを判定する (ステップ S41)。

第 2 の所定電圧 V_{a2} を所定値以上超えるか、または第 2 の所定電圧 V_{a2} の所定値未満の状態が所定時間に亘って継続した場合 (ステップ S41 Yes)、第 2 の無線モジュール M2 は、出力エラー信号を第 1 の無線モジュール M1 に送信する (ステップ S42)。第 1 の無線モジュール M1 は、この出力エラー信号を受信すると (ステップ S43)、制御回路 11 の端子 SD に制御信号 S3 を出力する (ステップ S44)。これにより制御回路 11 はシャットダウンし (ステップ S45)、ワイヤレス給電装置 1 は、電力の伝送を停止する。

30

【0053】

図 8 は、無線モジュール間の通信路確立エラー時の処理を示すフローチャートである。この処理は、図 6 のステップ S21 にて、第 1 の無線モジュール M1 が検出信号 S_v を受信しなかったとき (ステップ S21 No) に実行される。

ワイヤレス給電装置 1 の第 1 の無線モジュール M1 は、所定時間が経過していないならば (ステップ S50 No)、この判定を繰り返し、所定時間が経過したならば (ステップ S50 Yes)、制御回路 11 の端子 SD に制御信号 S3 を出力する (ステップ S51)。これにより制御回路 11 はシャットダウンし (ステップ S52)、ワイヤレス給電装置 1 は、電力の伝送を停止する。

40

【0054】

図 9 は、DC/DC コンバータ 23 の制御動作を示すフローチャートである。

ワイヤレス給電装置 1 の第 1 の無線モジュール M1 は、例えば不図示の上位装置などの指示を受けて、DC/DC コンバータ 23 の起動信号または停止信号を送信する (ステップ S60)。

この起動信号または停止信号を、ワイヤレス受電装置 2 の第 2 の無線モジュール M2 が受信すると (ステップ S61)、DC/DC コンバータ 23 に対して起動/停止を指示す

50

る制御信号 S_4 を出力する (ステップ S_62)。これにより DC / DC コンバータ 23 は、起動または停止を行う (ステップ S_63)。

【0055】

図 10 は、起動から電力調整までを示すシーケンス図であり、図 5 と図 6 のフローチャートによる動作の一例を示している。

磁界結合型のワイヤレス電力伝送システム S が起動し、直流電源 18 が、レギュレータ Re_1 、制御回路 11 などに対して直流電圧 V_{dc} の電力の供給を開始する (シーケンス Q_{10})。これにより、制御回路 11 は動作を開始し (シーケンス Q_{11})、レギュレータ Re_1 は、直流電圧 V_{dc} を駆動電圧 V_1 に変換して、第 1 の無線モジュール M_1 に供給し (シーケンス Q_{12})、第 1 の無線モジュール M_1 を起動させる (シーケンス Q_{13})。制御回路 11 は、定電圧 V_{reg} の電力を生成して初期電圧制御回路 13 に供給する。初期電圧制御回路 13 は、初期電圧設定回路 14 の分圧抵抗 R_1 , R_2 で分圧した電圧を初期駆動制御信号 S_s として、制御回路 11 の端子 FB_1 に印加する (シーケンス Q_{14})。この初期駆動制御信号 S_s は、ワイヤレス受電装置 2 の 2 次側電源部 28 から出力される整流電圧 V_a が第 1 の所定電圧 V_{a1} (例えば、5 V) となるように予め設定されている。

10

【0056】

制御回路 11 は、期間 T_1 , T_2 のパルス幅 (オン・デューティ) の矩形波を出力して駆動回路 12 を制御する (シーケンス Q_{15})。フルブリッジ構成の駆動回路 12 は、給電コイル L_1 を受電側の共鳴周波数の矩形波で駆動し、電力を伝送する (シーケンス Q_{16})。この矩形波の駆動周波数は、給電コイル L_1 と受電コイル L_2 との距離を所定の範囲内としたときの平行共振周波数 f_p とシリーズ共振周波数 f_s との間の固定周波数とすることで、電力送電効率を高めることができる。更に給電コイル L_1 を駆動するパルス電圧の ON 時間は、図 4 (b) ~ (f) に示したようにシンメトリーとする。

20

【0057】

2 次側電源部 28 は、ワイヤレス電力を受信する受電コイル L_2 と、共鳴コンデンサ C_1 とを含む共鳴回路 21 で共鳴電圧を生成し、この共鳴電圧をダイオードブリッジ DB で整流した整流電圧 V_a を生成する。この整流電圧 V_a の電力は、第 1 の所定電圧 V_{a1} (例えば、5 V) であり、レギュレータ Re_2 と整流電圧検出回路 24 に供給される (シーケンス Q_{17})。なお、整流電圧 V_a は、DC / DC コンバータ 23 にも印加されるが、この DC / DC コンバータ 23 は 5 V では動作しないため、図示を省略している。

30

【0058】

レギュレータ Re_2 は、第 1 の所定電圧 V_{a1} の電力を駆動電圧 V_2 の電力に変換して、第 2 の無線モジュール M_2 に供給し (シーケンス Q_{18})、第 2 の無線モジュール M_2 を起動させる (シーケンス Q_{19})。第 1 の無線モジュール M_1 は、第 2 の無線モジュール M_2 と相互通信状態に設定して、無線通信路を確立する (シーケンス Q_{20})。

【0059】

整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 V_{a2} (例えば 12 V) になるように、以下の動作を行う。

整流電圧検出回路 24 は、整流電圧 V_a を分圧抵抗 R_3 , R_4 で分圧した検出電圧 V_3 を生成する (シーケンス Q_{21})。この検出電圧 V_3 は、第 2 の無線モジュール M_2 の信号情報処理回路 27 (マイコン) によって計測されて検出信号 S_v が生成される。整流電圧 V_a に係る整流電圧情報である検出信号 S_v は、フィードバック信号として、第 1 の無線モジュール M_1 に送信される (シーケンス Q_{22})。

40

【0060】

この検出信号 S_v を、第 1 の無線モジュール M_1 が無線信号送受信回路 16 で受信すると、 $High$ (H) レベルの制御信号 S_2 を初期電圧制御回路 13 に出力する (シーケンス Q_{23})。初期電圧設定解除回路 15 のトランジスタ Q_5 のベースに、 $High$ レベルの制御信号 S_2 が印加されてトランジスタ Q_5 が ON し、制御回路 11 の端子 FB_1 が Low レベルとなる。よって初期電圧制御回路 13 は、制御回路 11 に対する初期駆動制御

50

信号 S_s の出力を停止する。(シーケンス Q 2 4)。

同時に第 1 の無線モジュール M 1 は、検出信号 S_v に基づく制御信号 S_1 を生成し、この制御信号 S_1 を制御回路 1 1 の端子 F B 2 に出力(フィードバック)する(シーケンス Q 2 5)。制御回路 1 1 は、制御信号 S_1 とオペアンプ 1 1 3 の基準電圧 V_{ref2} との比較結果で決定したパルス幅(オンデューティ)の矩形波を出力して駆動回路 1 2 を制御する(シーケンス Q 2 6)。フルブリッジ構成の駆動回路 1 2 は、給電コイル L 1 を受電側の共鳴周波数の矩形波で駆動し、電力を伝送する(シーケンス Q 2 7)。この共鳴周波数は、例えば 1 0 0 k H z である。

【 0 0 6 1 】

2 次側電源部 2 8 は、受電コイル L 2 と共鳴コンデンサ C 1 を含む共鳴回路 2 1 で共鳴電圧を生成し、この共鳴電圧をダイオードブリッジ D B で整流した整流電圧 V_a を生成する。この整流電圧 V_a の電力は、第 2 の所定電圧 $V_a 2$ (例えば、1 2 V)であり、レギュレータ R e 2 と整流電圧検出回路 2 4 と D C / D C コンバータ 2 3 に供給される(シーケンス Q 2 8)。以降、D C / D C コンバータ 2 3 は、制御信号 S_4 によって起動可能な状態となる。

10

【 0 0 6 2 】

整流電圧検出回路 2 4 は、整流電圧 V_a を分圧抵抗 R 3 , R 4 で分圧した検出電圧 V_3 を生成する(シーケンス Q 2 9)。この検出電圧 V_3 は、第 2 の無線モジュール M 2 の信号情報処理回路 2 7 (マイコン)によって計測されて検出信号 S_v が生成される。整流電圧 V_a に係る整流電圧情報である検出信号 S_v は、フィードバック信号として、第 1 の無線モジュール M 1 に送信される(シーケンス Q 3 0)。

20

以降は、シーケンス Q 2 5 ~ Q 3 0 の処理が繰り返されて、整流電圧 V_a は第 2 の所定電圧 $V_a 2$ (例えば、1 2 V)に収束する。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 は、上位装置 3 からの D C / D C コンバータ 2 3 の制御動作を示すシーケンス図である。

ワイヤレス電力伝送システム S の起動の際、上位装置 3 は、第 1 の無線モジュール M 1 に D C / D C コンバータ 2 3 の起動信号を送信する(シーケンス Q 4 0)。

【 0 0 6 4 】

この第 1 の無線モジュール M 1 は、ワイヤレス受電装置 2 の第 2 の無線モジュール M 2 に D C / D C コンバータ 2 3 の起動信号を転送する(シーケンス Q 4 1)。更に整流電圧検出回路 2 4 が、検出電圧 V_3 を第 2 の無線モジュール M 2 に印加する(シーケンス Q 4 2)。整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 $V_a 2$ である 1 2 V に達していることを、第 2 の無線モジュール M 2 が検出したならば(シーケンス Q 4 3)、制御信号 S_4 を D C / D C コンバータ 2 3 に出力し(シーケンス Q 4 4)、D C / D C コンバータ 2 3 を起動させる(シーケンス Q 4 5)。以降、D C / D C コンバータ 2 3 は、負荷 2 9 (図 1 参照)に所定の電圧(例えば、出力電圧 V_{out})の電力を供給する。

30

【 0 0 6 5 】

シーケンス Q 4 5 の後、D C / D C コンバータ 2 3 と負荷 2 9 の消費電力が変動しても、整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 $V_a 2$ となるように検出信号 S_v が第 2 の無線モジュール M 2 と第 1 の無線モジュール M 1 を介してフィードバックされ、検出信号 S_v に基づく制御信号 S_1 が制御回路 1 1 にフィードバックされる。これにより、給電コイル L 1 を駆動する駆動回路 1 2 から出力されるパルス信号のオンデューティが変化する。

40

【 0 0 6 6 】

ワイヤレス電力伝送システム S の停止の際、上位装置 3 は、第 1 の無線モジュール M 1 に D C / D C コンバータ 2 3 の停止信号を送信する(シーケンス Q 5 0)。

この第 1 の無線モジュール M 1 は、ワイヤレス受電装置 2 の第 2 の無線モジュール M 2 に D C / D C コンバータ 2 3 の停止信号を転送する(シーケンス Q 5 1)。第 2 の無線モジュール M 2 は、制御信号 S_4 を D C / D C コンバータ 2 3 に出力して(シーケンス Q 5 2)、この D C / D C コンバータ 2 3 を停止させる(シーケンス Q 5 3)。

50

また、給電側の直流電圧 V_{dc} をオフすることで、ワイヤレス給電装置 1 を一方的に停止してもよい。

【0067】

図 12 は、エラー発生時の動作を示すシーケンス図であり、図 7 と図 8 に示したフローチャートによる動作の一例を示している。

第 1 の無線モジュール M 1 は、第 2 の無線モジュール M 2 と相互通信状態に設定して、通信路を確立しようとする（シーケンス Q 6 0）。

その後、第 1 の無線モジュール M 1 は、通信路が確立しないタイムアウトを検知する（シーケンス Q 6 1）と、第 1 の無線モジュール M 1 は、制御回路 1 1 の端子 S D に制御信号 S 3 を出力する（シーケンス Q 6 2）。これにより制御回路 1 1 は動作を停止し（シーケンス Q 6 3）、ワイヤレス給電装置 1 は、電力の伝送を停止する。これにより、ワイヤレス電力伝送システム S を停止させることができる。

なお、第 1 の無線モジュール M 1 と第 2 の無線モジュール M 2 との無線通信路が確立後、何らかの要因で無線通信路が遮断された場合、第 1 の無線モジュール M 1 は、上記と同様に、制御回路 1 1 の端子 S D に制御信号 S 3 を出力して、ワイヤレス電力伝送システム S を停止させることができる。

【0068】

更に、ワイヤレス受電装置 2 の整流電圧 V_a が第 2 の所定電圧 V_{a2} を超える値あるいは第 2 の所定電圧 V_{a2} 未満の値となる異常状態が所定時間継続した場合を考える。整流電圧検出回路 2 4 は、整流電圧 V_a を分圧抵抗 R 3, R 4 で分圧した検出電圧 V_3 を生成する。この検出電圧 V_3 は、第 2 の無線モジュール M 2 の信号情報処理回路 2 7（マイコン）に印加される（シーケンス Q 7 0）。

第 2 の無線モジュール M 2 は、整流電圧 V_a のエラーを検知し（シーケンス Q 7 1）、エラー信号を第 1 の無線モジュール M 1 に送信する（シーケンス Q 7 2）。第 1 の無線モジュール M 1 は、このエラー信号を受けて、制御回路 1 1 の端子 S D に制御信号 S 3 を出力する（シーケンス Q 7 3）。これにより制御回路 1 1 は動作を停止し（シーケンス Q 7 4）、ワイヤレス給電装置 1 は、電力の伝送を停止する。これにより、例えば、ワイヤレス給電装置 1 とワイヤレス受電装置 2 とが想定以上に離された際、ワイヤレス電力伝送システム S を停止させることができる。

【0069】

以上のように、本発明のワイヤレス電力伝送システム S は、給電側に共鳴回路が不要であるため、従来の磁場共振型の方式のように給電側共鳴と受電側共鳴を一致させる必要は無く、また、給電コイルと受電コイルとの位置のずれや距離の変動に対して周波数を追従させる必要がないため、共鳴周波数の制御が不要となる。

【0070】

（変形例）

本発明は、上記実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、変更実施が可能であり、例えば、次の（a）～（e）のようなものがある。

（a）ワイヤレス受電装置 2 に DC / DC コンバータ 2 3 は必須ではなく、負荷 2 9 が直接に接続されていてもよい。

（b）ワイヤレス給電装置 1 の上位装置 3 から制御する対象は、DC / DC コンバータ 2 3 に限られず、例えば負荷 2 9 を制御してもよい。

（c）ワイヤレス給電装置 1 とワイヤレス受電装置 2 との間の無線通信は、電波通信に限定されず、適切な無線通信路を確立できれば、例えば赤外線通信、可視光通信、超音波通信などの無線方式であってもよく、限定されない。

（d）フィードバック制御は、図 6 に示した比例制御（古典制御）に限定されず、PI 制御や PID 制御などの古典制御、または現代制御であってもよく、限定されない。

（e）ワイヤレス給電装置 1 の駆動回路 1 2 は、フルブリッジ構成に限定されず、ハーフブリッジ構成であってもよい。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

S ワイヤレス電力伝送システム

1 ワイヤレス給電装置

1 1 制御回路

1 1 1 レギュレータ

1 1 2 , 1 1 3 オペアンプ

1 1 4 比較器

1 1 5 ロジック回路

1 1 6 発振器

1 2 駆動回路

1 3 初期電圧制御回路

1 4 初期電圧設定回路

1 5 初期電圧設定解除回路

M 1 第 1 の無線モジュール

1 6 無線信号送受信回路

1 7 信号情報処理回路

1 8 直流電源

L 1 給電コイル

R e 1 レギュレータ

G 1 ~ G 4 ゲート信号

2 ワイヤレス受電装置

2 1 共鳴回路

L 2 受電コイル

C 1 共鳴コンデンサ

2 2 整流回路

D B ダイオードブリッジ

C 2 整流コンデンサ

2 3 D C / D C コンバータ (直流変換回路 ; 負荷の一例)

2 4 整流電圧検出回路

M 2 第 2 の無線モジュール

2 6 無線信号送受信回路

2 7 信号情報処理回路

2 8 2 次側電源部

2 9 負荷

R e 2 レギュレータ

S 1 制御信号 (第 1 の制御信号)

S 2 制御信号 (第 2 の制御信号)

S 3 制御信号 (第 3 の制御信号)

S 4 制御信号 (第 4 の制御信号)

V a 整流電圧

V a 1 第 1 の所定電圧

V a 2 第 2 の所定電圧

V out 出力電圧

V 1 , V 2 駆動電圧

V 3 検出電圧

S s 初期駆動制御信号

S t 三角波信号

S s C 出力信号

S 1 C 出力信号

S 1 C a 出力信号

10

20

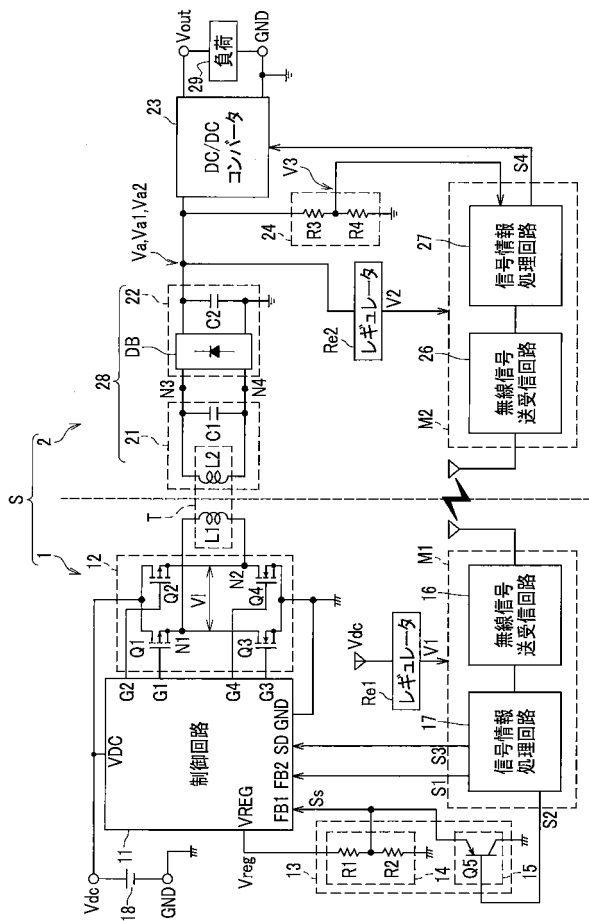
30

40

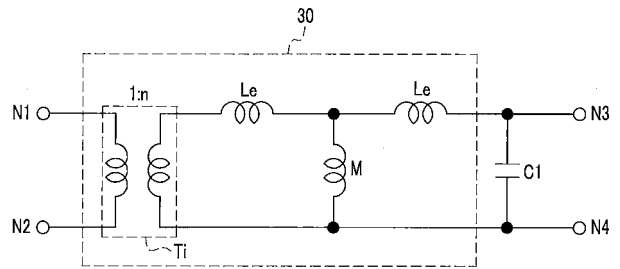
50

S 1 C b 出力信号
S v 検出信号 (整流電圧情報)
T トランス

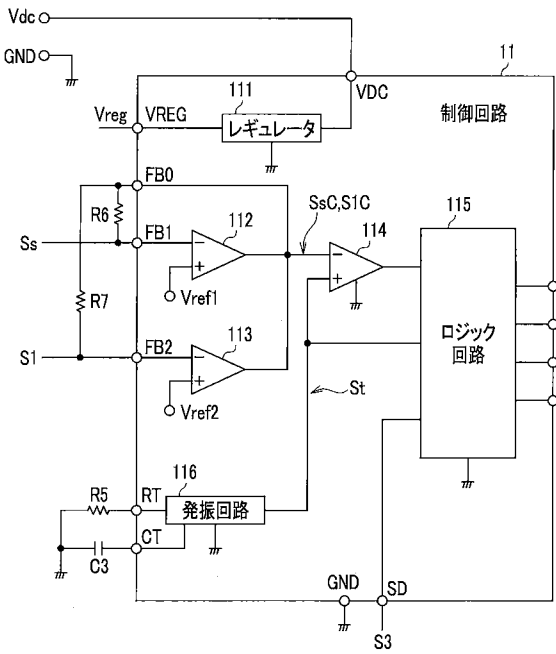
【 図 1 】



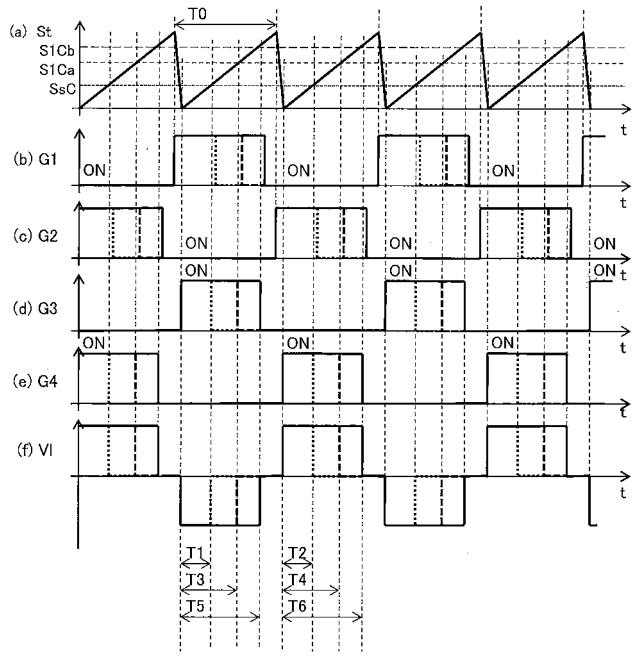
【 図 2 】



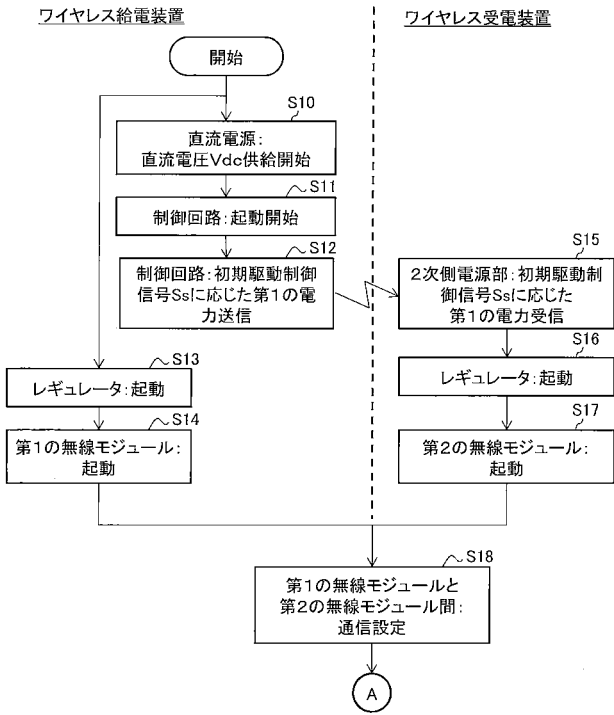
【図3】



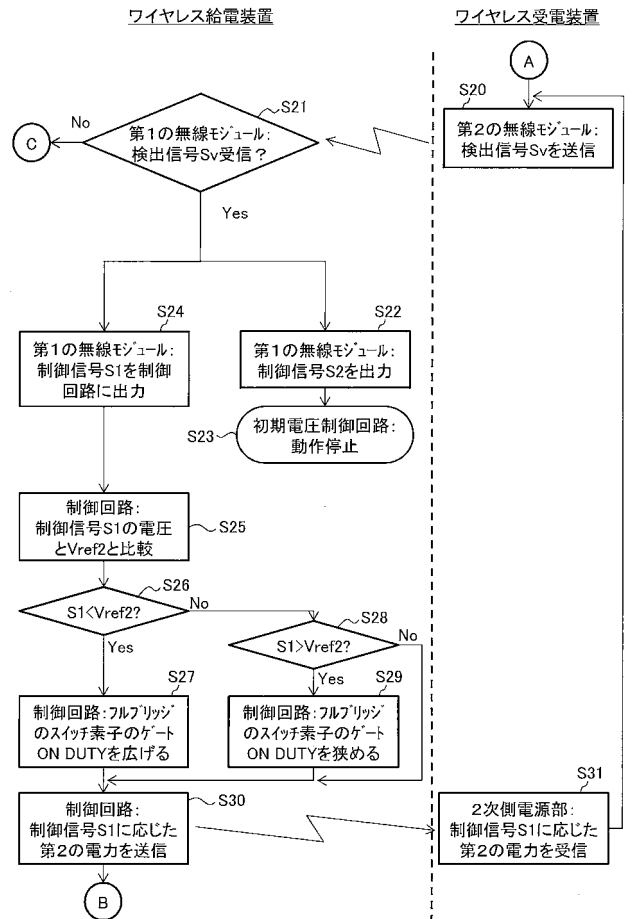
【図4】



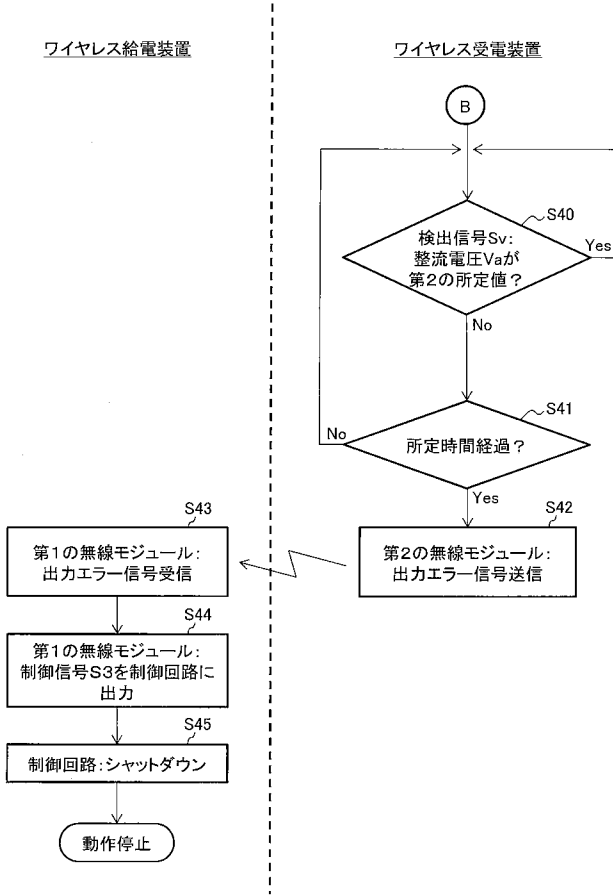
【図5】



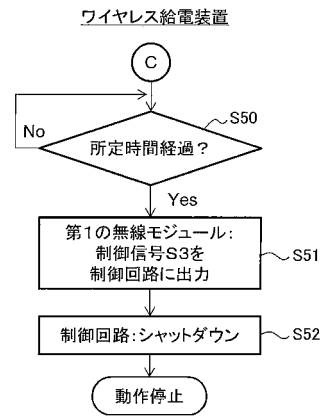
【図6】



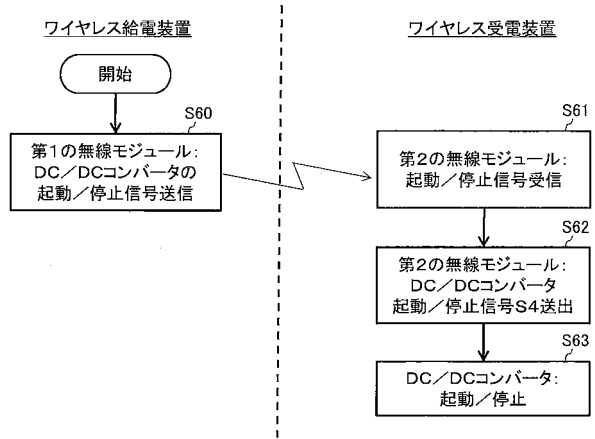
【図7】



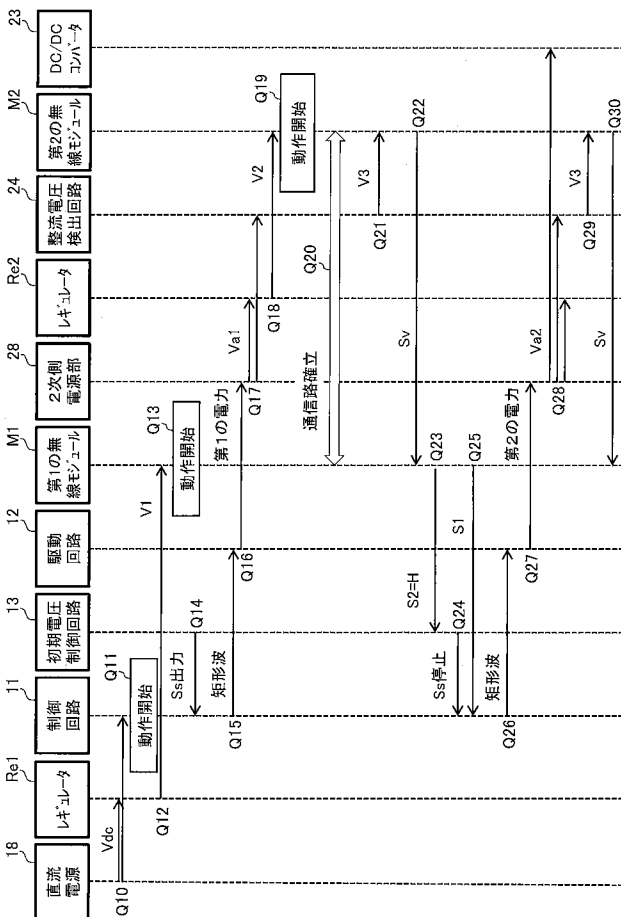
【図8】



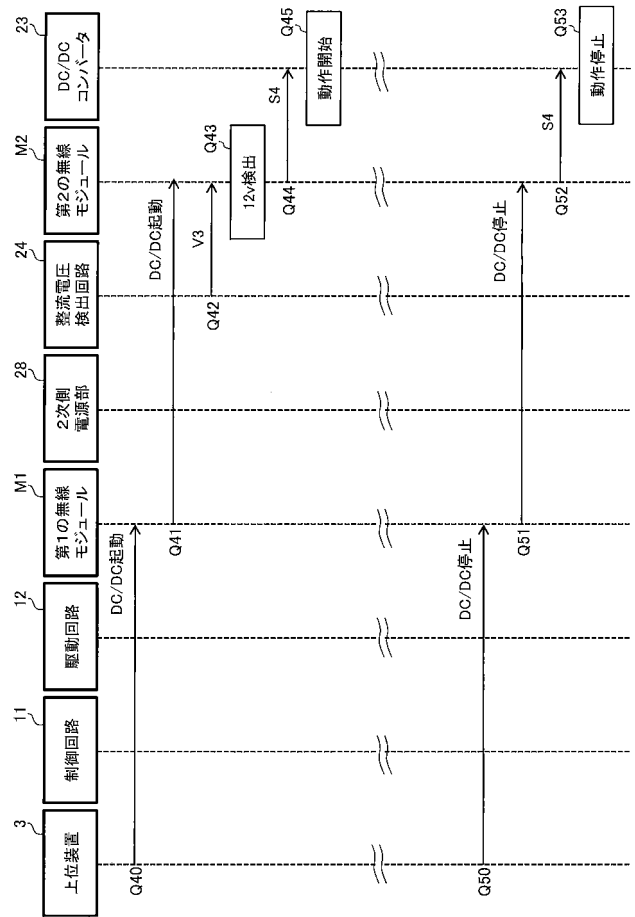
【図9】



【図10】



【図11】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.				F I				テーマコード(参考)
<i>H 0 2 M</i>	<i>7/06</i>	<i>(2006.01)</i>		H 0 2 M	7/06		H	
<i>H 0 2 M</i>	<i>3/00</i>	<i>(2006.01)</i>		H 0 2 M	3/00		C	
				H 0 2 M	7/48		M	

Fターム(参考) 5H770 AA01 AA15 AA29 BA20 DA01 DA19 DA41 DA44 EA01 FA01
 GA06 GA13 GA17 HA03Z JA11Y JA13Y JA14Z JA17Z JA18Z LA01Z
 LA03Z LB05 LB09 LB10
 5K012 AB02 AB05 AC06 AC07 AE13