

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6004122号
(P6004122)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(51) Int. Cl.		F 1	
HO 2 J	50/80	(2016.01)	HO 2 J 50/80
HO 2 J	50/10	(2016.01)	HO 2 J 50/10
HO 2 J	50/05	(2016.01)	HO 2 J 50/05

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-551457 (P2015-551457)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成26年11月20日(2014.11.20)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/080718		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02015/083550	(74) 代理人	110000970
(87) 国際公開日	平成27年6月11日(2015.6.11)		特許業務法人 楓国際特許事務所
審査請求日	平成27年11月13日(2015.11.13)	(72) 発明者	柴田 明彦
(31) 優先権主張番号	特願2013-251670 (P2013-251670)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成25年12月5日(2013.12.5)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	篠田 悟史
早期審査対象出願			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	酒井 博紀
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受電装置及び電力伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受電側結合部が送電装置の送電側結合部と電界結合又は磁界結合することにより前記送電装置から電力が伝送される受電装置において、

前記受電側結合部に接続される共振回路と、

第1スイッチを有し、前記第1スイッチの状態によって、前記共振回路の共振条件を変える共振条件変更回路と、

前記共振回路から出力される交流電圧を整流平滑し、負荷へ供給する整流平滑回路と、

前記整流平滑回路と前記負荷とを接続又は遮断する第2スイッチと、

前記負荷に対し前記送電装置との通信開始を通知し、前記通知に対して、電力供給の遮断が可能である応答又は遮断が不可能である応答を受信する通信部と、

前記送電装置へ送信すべき信号を生成するために、前記第1スイッチをオンオフする第1切替部と、

前記通信部が受信した応答に基づいて、前記第2スイッチを接続又は遮断する第2切替部と、

を備える受電装置。

【請求項2】

前記第2切替部は、

前記負荷への電力供給を停止する場合、前記第2スイッチをオフにし、前記負荷への電力供給を停止しない場合、前記第2スイッチをオンにする、

10

20

請求項 1 に記載の受電装置。

【請求項 3】

前記負荷への電力供給を停止しない場合、
前記第 1 切替部は前記第 1 スイッチをオフにする、
請求項 2 に記載の受電装置。

【請求項 4】

前記共振条件変更回路は、前記共振回路に並列接続された、前記第 1 スイッチと、インダクタ、又はキャパシタとの直列回路である、
請求項 1 から 3 の何れかに記載の受電装置。

【請求項 5】

前記受電側結合部は、受電側第 1 電極及び受電側第 2 電極を有し、
前記受電側第 1 電極は、前記送電側結合部が有する送電側第 1 電極と間隙をおいて対向し、
前記受電側第 2 電極は、前記送電側結合部が有する送電側第 2 電極と間隙をおいて対向又は接触し、
前記共振回路は、前記受電側第 1 電極及び前記受電側第 2 電極に接続される、
請求項 1 から 4 の何れかに記載の受電装置。

【請求項 6】

前記受電側結合部は、前記送電側結合部が有する送電側コイルと磁界結合する受電側コイルを有し、
前記共振回路は、前記受電側コイルに接続される、
請求項 1 から 4 の何れかに記載の受電装置。

【請求項 7】

受電装置の受電側結合部と送電装置の送電側結合部とが電界結合又は磁界結合することにより前記送電装置から前記受電装置へ電力が伝送される電力伝送システムにおいて、
前記受電装置は、
前記受電側結合部に接続される共振回路と、
第 1 スイッチを有し、前記第 1 スイッチの状態によって、前記共振回路の共振条件を変える共振条件変更回路と、
前記共振回路から出力される交流電圧を整流平滑し、負荷へ供給する整流平滑回路と、
前記整流平滑回路と前記負荷とを接続又は遮断する第 2 スイッチと、
前記送電装置との通信開始を通知し、前記通知に対して、電力供給の遮断が可能である応答又は遮断が不可能である応答を前記負荷から受信する通信部と、
前記送電装置へ送信すべき信号を生成するために、前記第 1 スイッチをオンオフする第 1 切替部と、
前記通信部が受信した応答に基づいて、前記第 2 スイッチをオン又はオフにする第 2 切替部と、
を備える、電力伝送システム。

【請求項 8】

前記第 2 切替部は、
前記負荷への電力供給を停止する場合、前記第 2 スイッチをオフにし、前記負荷への電力供給を停止しない場合、前記第 2 スイッチをオンにする、
請求項 7 に記載の電力伝送システム。

【請求項 9】

前記負荷への電力供給を停止しない場合、
前記第 1 切替部は前記第 1 スイッチをオフにする、
請求項 8 に記載の電力伝送システム。

【請求項 10】

前記共振条件変更回路は、前記共振回路に並列接続された、前記第 1 スイッチと、インダクタ、又はキャパシタとの直列回路である、

10

20

30

40

50

請求項 7 から 9 の何れかに記載の電力伝送システム。

【請求項 1 1】

前記送電側結合部は、送電側第 1 電極及び送電側第 2 電極を有し、
前記受電側結合部は、受電側第 1 電極及び受電側第 2 電極を有し、
前記受電側第 1 電極は、前記送電側第 1 電極と間隙をおいて対向し、
前記受電側第 2 電極は、前記送電側第 2 電極と間隙をおいて対向又は接触し、
前記共振回路は、前記受電側第 1 電極及び前記受電側第 2 電極に接続される、
請求項 7 から 1 0 の何れかに記載の電力伝送システム。

【請求項 1 2】

前記送電側結合部は、送電側コイルを有し、
前記受電側結合部は、前記送電側コイルと磁界結合する受電側コイルを有し、
前記共振回路は、前記受電側コイルに接続される、
請求項 7 から 1 0 の何れかに記載の電力伝送システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、送電装置からワイヤレスで電力が伝送される受電装置、及び、それを備えた電力伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

電力伝送システムは、送電装置と受電装置とを備えている。送電装置は、磁界結合、又は電界結合を利用して、受電装置へワイヤレスで電力を伝送する。受電装置は、伝送された電力を、負荷、例えば、携帯電話機、又はノート型パソコンの二次電池へ供給し、二次電池を充電する。この電力伝送システムでは、送電装置は、受電装置の種類、又は状態等を監視する必要がある。このため、送電装置と受電装置との間で通信が可能なように、送電装置と受電装置とは通信機能を備えている。

20

【0003】

送電装置と受電装置との間で通信するシステムとして、例えば、負荷変調方式を利用したシステムがある。このシステムは、受電装置側で、送電装置側から見た負荷インピーダンスを変動させることで、「0」、「1」の信号を受電装置から送電装置へ送信する。しかしながら、負荷変動があった場合、送電装置は、通信のための負荷変動であるのか、受電装置の負荷の状態による負荷変動であるのかが判別できない場合がある。例えば、受電装置の負荷がユーザー使用中のノート型パソコンである場合、電力伝送中にノート型パソコンの CPU 負荷が瞬間的に急上昇し消費電力が増大したとき、送電装置側から見た負荷インピーダンスは瞬間的に小さくなる。この場合の負荷変動は、通信のための負荷変動ではないため、送電装置側では誤った情報を取得するおそれがある。

30

【0004】

特許文献 1 には、送電装置と受電装置との間で送電、及び通信が可能なシステムにおいて、給電と通信とが同時に行われないようにしたシステムが開示されている。このシステムでは、各装置において、電力送電用の共鳴素子（コイル）を、通信アンテナとしても用いている。そして、通信部と共鳴素子との間にはスイッチ回路が設けられていて、スイッチは、給電時にはオフ、通信時にはオンに切り替えられる。これにより、給電と通信とが同時に行われないようにしてある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 2 9 7 9 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかしながら、特許文献 1 に記載のシステムでは、以下のような問題がある。例えば、受電装置の負荷がノート型パソコンのバッテリーであり、そのバッテリーの充電残量が略 0 である場合、バッテリーに給電しつつパソコンを起動している状態で、特許文献 1 のように、通信のためにスイッチをオフにしてバッテリーへの給電をオフにすると、電力不足でパソコンが正常動作しない、又は処理中に強制的にシャットダウンする等の不具合が生じる場合がある。このように、負荷の状態に関係なく通信時に負荷を遮断して、負荷への給電をオフにすると、受電装置の負荷に不測の不具合が起きるおそれがある。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の目的は、負荷に生じる不具合を抑制しつつ送電装置との通信と負荷への給電とを行う受電装置、及び電力伝送システムを提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、受電側結合部が送電装置の送電側結合部と電界結合又は磁界結合することにより前記送電装置から電力が伝送される受電装置において、前記受電側結合部に接続される共振回路と、第 1 スwitch を有し、前記第 1 スwitch の状態によって、前記共振回路の共振条件を変える共振条件変更回路と、前記共振回路から出力される交流電圧を整流平滑し、負荷へ供給する整流平滑回路と、前記整流平滑回路と前記負荷とを接続又は遮断する第 2 スwitch と、前記送電装置との通信開始を通知し、前記通知に対する応答を受信する通信部と、前記送電装置へ送信すべき信号を生成するために、前記第 1 スwitch をオンオフする第 1 切替部と、前記通信部が受信した前記応答に基づいて、前記第 2 スwitch を接続又は遮断する第 2 切替部と、を備えることを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

この構成では、第 1 スwitch をオンオフすることで、共振回路の共振点がずれるため、負荷変動が生じる。この負荷変動を利用して送電装置への信号を送信できる。また、負荷側からの応答を受信し、負荷への電力供給を停止できると判定した場合には、第 2 スwitch をオフ（又は瞬間的にオフ）にすれば、負荷への電力供給は遮断される。このため、負荷への電力供給に起因する負荷変動が、送電装置へ信号を送信するための負荷変動に影響が及ぶことを抑制でき、受電装置と送電装置との通信を精度よく行える。さらに、負荷側からの応答を受信し、負荷への電力供給を停止すべきでないと判定した場合には、第 2 スwitch をオン（又は瞬間的にオン）にすれば、負荷へ電力が供給されるため、負荷が電力不足による不具合が生じるおそれを抑制できる。

30

【 0 0 1 0 】

本発明に係る受電装置において、前記第 2 切替部は、前記負荷への電力供給を停止する場合、前記第 2 スwitch をオフにし、前記負荷への電力供給を停止しない場合、前記第 2 スwitch をオンにすることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

この構成では、負荷へ電力を供給し、又は、電力供給を遮断できる。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る受電装置は、前記負荷への電力供給を停止しない場合、前記第 1 切替部は前記第 1 スwitch をオフにすることが好ましい。

40

【 0 0 1 3 】

この構成では、第 2 スwitch がオンの場合には、第 1 スwitch をオフにして、送電装置との通信を行わない。このため、負荷への電力供給に起因する負荷変動が、送電装置へ信号を送信するための負荷変動に影響が及び、誤った信号が送電装置に送信されるおそれを抑制できる。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る受電装置において、前記共振条件変更回路は、前記共振回路に並列接続された、前記第 1 スwitch と、インダクタ、又はキャパシタとの直列回路であることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

50

この構成では、簡易な構成で、共振回路の共振条件を変更できる。

【0016】

前記受電側結合部は、受電側第1電極及び受電側第2電極を有し、前記受電側第1電極は、前記送電側結合部が有する送電側第1電極と間隙をおいて対向し、前記受電側第2電極は、前記送電側結合部が有する送電側第2電極と間隙をおいて対向又は接触し、前記共振回路は、前記受電側第1電極及び前記受電側第2電極に接続されることが好ましい。

【0017】

この構成では、電界結合方式で送電装置から受電装置へ電力を供給する場合において、負荷への電力供給に起因する負荷変動が、送電装置へ信号を送信するための負荷変動に影響が及ぶことを抑制でき、受電装置と送電装置との通信を精度よく行える。

10

【0018】

前記受電側結合部は、前記送電側結合部が有する送電側コイルと磁界結合する受電側コイルを有し、前記共振回路は、前記受電側コイルに接続されることが好ましい。

【0019】

この構成では、磁界結合方式で送電装置から受電装置へ電力を供給する場合において、負荷への電力供給に起因する負荷変動が、送電装置へ信号を送信するための負荷変動に影響が及ぶことを抑制でき、受電装置と送電装置との通信を精度よく行える。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、負荷への電力供給に起因する負荷変動が、送電装置へ信号を送信するための負荷変動に影響が及ぶことを抑制でき、受電装置と送電装置との通信を精度よく行える。また、負荷への電力供給を停止すべきでない場合に、負荷への電力供給を遮断することで負荷が電力不足による不具合が生じる、といったおそれを抑制できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施形態1に係る電力伝送システムの回路図

【図2】受電装置で実行される処理のフローチャートを示す図

【図3】送電装置で実行される処理のフローチャートを示す図

【図4】負荷で実行される処理のフローチャートを示す図

【図5】実施形態2に係る電力伝送システムの回路図

30

【図6】受電装置で実行される処理のフローチャート

【図7】負荷で実行される処理のフローチャートを示す図

【図8】実施形態3に係る電力伝送システムの回路図

【発明を実施するための形態】

【0022】

(実施形態1)

図1は、本実施形態に係る電力伝送システムの回路図である。

【0023】

電力伝送システム1は送電装置101と受電装置201とを備えている。送電装置101は受電装置201へ電界結合により電力を伝送する。受電装置201は、送電装置101からの電力を負荷RLへ供給する。

40

【0024】

負荷RLは、例えば、携帯電話機又はノート型パソコンなどが挙げられる。負荷RLは二次電池を備え、受電装置201から供給された電力を、その二次電池に充電する。負荷RLは二次電池を電源として駆動する。また、負荷RLは、通信(例えば、シリアル通信)機能を有し、受電装置201と双方向に通信する。負荷RLは、受電装置201からの信号を受信すると、それに応答する情報を送信する。

【0025】

送電装置101は電源Vinを備えている。電源Vinは商用電源に接続されたACアダプタである。ACアダプタはAC100V~230Vを所定の直流電圧に変換する。

50

【0026】

送電装置101の電源Vinには、インバータ回路10が接続されている。インバータ回路10は、4つのスイッチ素子(MOS-FET)からなるDC-ACインバータ回路である。インバータ回路10は、各スイッチがPWM制御され、電源Vinからの直流電圧を交流電圧に変換する。

【0027】

インバータ回路10の出力側には、昇圧トランスT1の1次コイルが接続されている。

【0028】

昇圧トランスT1の2次コイルにはアクティブ電極12及びパッシブ電極13が接続されている。昇圧トランスT1は、インバータ回路10で直流電圧から変換された交流電圧を昇圧する。

10

【0029】

昇圧トランスT1の2次コイルにはキャパシタC1が並列に接続されていて、キャパシタC1は、昇圧トランスT1の2次コイルの漏れインダクタンスL1と共に直列共振回路15を形成している。なお、直列共振回路15を構成する漏れインダクタンスL1は、実部品のインダクタであってもよい。

【0030】

アクティブ電極12は、本発明に係る「送電側結合部」及び「送電側第1電極」の一例であり、パッシブ電極13は、本発明に係る「送電側結合部」及び「送電側第2電極」の一例である。アクティブ電極12及びパッシブ電極13には、昇圧トランスT1により昇圧された交流電圧が印加される。アクティブ電極12には、受電装置201のアクティブ電極22が対向し、パッシブ電極13には、受電装置201のパッシブ電極23が対向(又は接触)する。そして、対向したアクティブ電極12, 22、パッシブ電極13, 23がそれぞれ電界結合し、送電装置101から受電装置201へ電力が伝送される。

20

【0031】

送電装置101は制御回路11を備えている。制御回路11は、マイクロコンピュータを含み、信号処理部111とスイッチ切替部112との機能部を有している。

【0032】

信号処理部111は、送電装置101の送電電流IDCの変化を読み取り、データ「1」、「0」を判別する。送電電流IDCは、電源Vinとインバータ回路10との間に接続された電流検出用抵抗R1に流れる直流電流である。後に詳述するが、受電装置201側では、送電装置101へ送信する信号を生成するため、共振回路の共振点をずらして(共振条件を変えて)、送電装置101から受電装置201側を視た負荷インピーダンスを変動させる。この負荷インピーダンスの変動によって、送電電流IDCは変化する。受電装置201側の負荷が重くなる(インピーダンスが小さくなる)と、送電電流IDCは大きく、受電装置201側の負荷が軽くなる(インピーダンスが大きくなる)と、送電電流IDCは小さくなる。信号処理部111は、その送電電流IDCの変化分を取り出し、取り出された変化分から電流のハイ(H)又はロー(L)の二値データを取得する。そして、信号処理部111は、その二値データにより受電装置201から送信された変調信号を読み取る。

30

40

【0033】

スイッチ切替部112は、インバータ回路10の各スイッチ素子のオンデューティを変更し、スイッチ素子をPWM制御する。スイッチ切替部112がスイッチ素子をPWM制御することで、受電装置201へ伝送する電力を調整でき、また、二値データの変調信号を受電装置201へ送信できる。

【0034】

受電装置201のアクティブ電極22及びパッシブ電極23には、降圧トランスT2の1次コイルが接続されている。アクティブ電極22は、本発明に係る「受電側結合部」及び「受電側第1電極」の一例であり、パッシブ電極23は、本発明に係る「受電側結合部」及び「受電側第2電極」の一例である。降圧トランスT2の1次コイルにはキャパシタ

50

C 2 が並列接続されていて、その 1 次コイルとキャパシタ C 2 とで並列共振回路 2 5 を形成している。

【 0 0 3 5 】

並列共振回路 2 5 は、本発明に係る「共振回路」の一例である。この並列共振回路 2 5 は、送電装置 1 0 1 側に形成された直列共振回路 1 5 と共振周波数が一致するように設計されている。直列共振回路 1 5 と並列共振回路 2 5 との共振周波数を一致させることで、効率よく送電装置 1 0 1 から受電装置 2 0 1 へ電力を伝送することができる。

【 0 0 3 6 】

降圧トランス T 2 の 2 次コイルには、キャパシタ C 3 と第 1 スイッチ S W 1 との直列回路が並列に接続されている。直列回路は、本発明に係る「共振条件変更回路」の一例である。この直列回路の第 1 スイッチ S W 1 は、後述の制御回路 2 1 により P W M 制御される。第 1 スイッチ S W 1 がオンされた場合、並列共振回路 2 5 にキャパシタ C 3 が並列接続した回路構成となる。すなわち、第 1 スイッチ S W 1 がオンされることで、並列共振回路 2 5 の共振点がずれるため、第 1 スイッチ S W 1 がオンオフされると、送電装置 1 0 1 から受電装置 2 0 1 側を視た負荷インピーダンスは変化する。負荷インピーダンスが変更することで送電電流 I D C も変化するため、前記したように、制御回路 1 1 が送電電流 I D C を読み取ることで、受電装置 2 0 1 から送電装置 1 0 1 へ送信される信号が読み取られる。

10

【 0 0 3 7 】

降圧トランス T 2 の 2 次コイルには、4 つのダイオードから形成されたダイオードブリッジ D B が接続されている。ダイオードブリッジ D B には、キャパシタ C 4 及びインダクタ L 2 からなる平滑回路が接続されている。ダイオードブリッジ D B 及びキャパシタ C 4 は、本発明に係る整流平滑回路の一例であり、降圧トランス T 2 で降圧された交流電圧を整流及び平滑する。平滑回路は、第 2 スイッチ S W 2 を介して、出力端子 O U T 1 , O U T 2 に接続されている。出力端子 O U T 1 , O U T 2 には、負荷 R L が接続されている。

20

【 0 0 3 8 】

第 2 スイッチ S W 2 は、制御回路 2 1 によりスイッチング制御される。第 2 スイッチ S W 2 がオンの場合、負荷 R L に電力が供給され、第 2 スイッチ S W 2 がオフの場合、負荷 R L への電力供給は遮断される。

【 0 0 3 9 】

受電装置 2 0 1 は制御回路 2 1 を備える。制御回路 2 1 は、例えばマイクロコンピュータであって、信号処理部 2 1 1、第 1 切替部 2 1 2、第 2 切替部 2 1 3、及び通信部 2 1 4 の各機能部を有している。

30

【 0 0 4 0 】

信号処理部 2 1 1 は、送電装置 1 0 1 から受電装置 2 0 1 へ伝送され、降圧トランス T 2 により降圧された後の電圧を検出する。より詳しくは、降圧トランス T 2 の 2 次コイルには、検出回路として、分圧抵抗 R 2 , R 3 が並列接続されている。信号処理部 2 1 1 は、分圧抵抗 R 2 , R 3 より電圧を検出する。送電装置 1 0 1 側では、制御回路 1 1 によりインバータ回路 1 0 のスイッチ素子が P W M 制御される。このため、信号処理部 2 1 1 が検出する分圧電圧は変動する。信号処理部 2 1 1 は、変動する電圧の変化分を取り出し、取り出された変化分から電流のハイ (H) 又はロー (L) の二値データを取得する。そして、信号処理部 2 1 1 は、その二値データにより送電装置 1 0 1 から送信された変調信号を読み取る。

40

【 0 0 4 1 】

また、信号処理部 2 1 1 は、送電装置 1 0 1 へ応答するために、変調信号を生成する。第 1 切替部 2 1 2 は、信号処理部 2 1 1 が生成した変調信号に基づいて、第 1 スイッチ S W 1 を P W M 制御する。第 1 スイッチ S W 1 がオンされた場合、並列共振回路 2 5 の共振点が増える。このため、送電装置 1 0 1 側での送電電流 I D C が変化し、制御回路 1 1 は、送電電流 I D C の変化から、受電装置 2 0 1 から送信された二値データの変調信号を読み取る。

50

【 0 0 4 2 】

通信部 2 1 4 は負荷 R L との間で双方向に通信する。受電装置 2 0 1 が送電装置 1 0 1 との通信を開始する場合、通信部 2 1 4 は、送電装置 1 0 1 との通信開始を負荷 R L へ通知する。負荷 R L は、その通知を受信した場合に、それに対する応答を受電装置 2 0 1 へ送信する。第 2 切替部 2 1 3 は、通信部 2 1 4 が受信した応答に基づいて、第 2 スイッチ S W 2 をオン又はオフする。

【 0 0 4 3 】

より具体的には、受電装置 2 0 1 から通信開始を受信した負荷 R L は、二次電池の残量を検知し、その検知結果から、負荷 R L が二次電池の電力のみで動作可能か否かを判定する。二次電池の電力のみで動作可能の場合には、負荷 R L は、受電装置 2 0 1 へ電力供給の遮断が可能である応答を受電装置 2 0 1 へ送信する。この応答を受信した受電装置 2 0 1 は、第 2 切替部 2 1 3 が第 2 スイッチ S W 2 をオフにする。これにより、受電装置 2 0 1 から負荷 R L への電力供給は遮断される。

10

【 0 0 4 4 】

また、二次電池の電力のみでは動作できない場合には、負荷 R L は、受電装置 2 0 1 からの電力供給を遮断不可能である応答を受電装置 2 0 1 へ送信する。この応答を受信した受電装置 2 0 1 は、第 2 切替部 2 1 3 が第 2 スイッチ S W 2 をオンに維持する。これにより、受電装置 2 0 1 から負荷 R L へ電力が供給され続ける。負荷 R L へ電力を供給し続けることで、負荷 R L が電力供給不足により強制的にシャットダウンするといった不具合を防止できる。

20

【 0 0 4 5 】

なお、負荷 R L は、二次電池の電力のみでは動作できない場合、受電装置 2 0 1 から一定時間電力が供給され、二次電池の電力のみで動作可能となったときに、受電装置 2 0 1 へ電力供給の遮断が可能である応答を受電装置 2 0 1 へ送信する。

【 0 0 4 6 】

送電装置 1 0 1 と受電装置 2 0 1 との通信が終了した場合、第 2 切替部 2 1 3 は、第 2 スイッチ S W 2 をオンにする。通信部 2 1 4 は、負荷 R L へ通信終了を通知する。

【 0 0 4 7 】

以下に、送電装置 1 0 1、受電装置 2 0 1 及び負荷 R L それぞれで実行される動作について説明する。本実施形態では、送電装置 1 0 1 と受電装置 2 0 1 とが通信を行う場合、送電装置 1 0 1 側から通信を要求するものとして説明する。この場合、例えば、送電装置 1 0 1 側は送電電圧を瞬間的に上げる（又は下げる）。受電装置 2 0 1 側では、信号処理部 1 1 1 が検知している電圧が瞬間的に上がった（又は下がった）ときに、送電装置 1 0 1 側が通信を要求していると判定する。

30

【 0 0 4 8 】

なお、受電装置 2 0 1 側から通信を要求するようにしてもよい。この場合、例えば、スイッチ切替部 1 1 2 が第 1 スイッチ S W 1 をオンオフして二値データの変調信号を生成し、送電装置 1 0 1 側に通信を要求してもよい。

【 0 0 4 9 】

図 2 は、受電装置 2 0 1 で実行される処理のフローチャートを示す図である。なお、図 2 に示す処理の開始時には、第 1 スイッチ S W 1 はオフ、第 2 スイッチ S W 2 はオンであるものとする。

40

【 0 0 5 0 】

受電装置 2 0 1 は、送電装置 1 0 1 からの電力供給が開始されると（S 1）、送電装置 1 0 1 と通信を開始するか否かを判定する（S 2）。送電装置 1 0 1 と通信を開始しない場合には（S 2：NO）、後述の S 1 1 の処理が実行される。

【 0 0 5 1 】

送電装置 1 0 1 との通信を開始する場合には（S 2：YES）、受電装置 2 0 1 の通信部 2 1 4 は負荷 R L へ通信開始を通知する（S 3）。そして、通信部 2 1 4 は、その通知に対する応答を受信し、負荷 R L への電力供給を遮断できるか否かを判定する（S 4）。

50

前記のように、通信開始が通知された負荷 R L では、二次電池の残量を検知し、その検知結果から、負荷 R L が二次電池の電力のみで動作可能か否かを判定し、その判定結果を受電装置 2 0 1 へ送信する。

【 0 0 5 2 】

負荷 R L への電力供給を遮断できない場合 (S 4 : N O)、すなわち、負荷 R L が二次電池の電力のみで動作できない場合、受電装置 2 0 1 は、負荷 R L への電力供給が遮断できるようになるまで待機する。このとき、第 2 切替部 2 1 3 は第 2 スイッチ S W 2 をオンに維持する。これにより、受電装置 2 0 1 から負荷 R L への電力供給は継続される。このため、負荷 R L 側で電力不足により生じる不具合を防止できる。なお、所定時間経過しても通知を受信しない場合には、強制的に送電装置 1 0 1 との通信を中断させ、 S 2 の処理

10

【 0 0 5 3 】

負荷 R L への電力供給を遮断できる場合 (S 4 : Y E S)、すなわち、負荷 R L が二次電池の電力のみで動作できる場合、受電装置 2 0 1 の第 2 切替部 2 1 3 は、第 2 スイッチ S W 2 をオフにする (S 5)。これにより、受電装置 2 0 1 から負荷 R L への電力供給は遮断される。そして、信号処理部 2 1 1 は変調信号を生成し、第 1 切替部 2 1 2 が第 1 スイッチ S W 1 をスイッチング制御することで、送電装置 1 0 1 側へ通信開始可能を通知する (S 6)。

【 0 0 5 4 】

受電装置 2 0 1 は送電装置 1 0 1 と通信を行う (S 7)。送電装置 1 0 1 が信号を送信する場合には、送電装置 1 0 1 のスイッチ切替部 1 1 2 がインバータ回路 1 0 のスイッチ素子をスイッチング制御し、受電装置 2 0 1 の信号処理部 2 1 1 が電圧の変化を検出し、その電圧の変化から二値データの変調信号を取得する。受電装置 2 0 1 が信号を送信する場合には、信号処理部 1 1 1 が生成した変調信号に基づいて、第 1 切替部 2 1 2 が第 1 スイッチ S W 1 をスイッチング制御し、送電装置 1 0 1 の信号処理部 1 1 1 が送電電流 I D C の変化を検出し、その変化から二値データの変調信号を取得する。

20

【 0 0 5 5 】

受電装置 2 0 1 と送電装置 1 0 1 との通信中は、第 2 スイッチ S W 2 がオフである。このため、第 1 スイッチ S W 1 をスイッチング制御して負荷変動させて、送電装置 1 0 1 へ送信する信号を生成する際に、負荷 R L への電力供給に起因する負荷変動の影響が及ぶことを抑制できる。これにより、受電装置 2 0 1 と送電装置 1 0 1 との通信を精度よく行える。

30

【 0 0 5 6 】

受電装置 2 0 1 は送電装置 1 0 1 との通信が終了したか否かを判定する (S 8)。通信が終了していない場合 (S 8 : N O)、受電装置 2 0 1 は送電装置 1 0 1 との通信を続ける。通信が終了した場合 (S 8 : Y E S)、受電装置 2 0 1 の第 2 切替部 2 1 3 は、第 2 スイッチ S W 2 をオンにする (S 9)。そして、受電装置 2 0 1 の通信部 2 1 4 は、送電装置 1 0 1 との通信終了を、負荷 R L へ通知する (S 1 0)。

【 0 0 5 7 】

受電装置 2 0 1 は、例えば電源がオフ、又は、送電装置 1 0 1 から取り外され、本動作を終了するか否かを判定する (S 1 1)。終了しない場合 (S 1 1 : N O)、受電装置 2 0 1 は S 2 の処理を実行する。終了する場合 (S 1 1 : Y E S)、本処理は終了する。

40

【 0 0 5 8 】

図 3 は、送電装置 1 0 1 で実行される処理のフローチャートを示す図である。この処理は、例えば、送電装置 1 0 1 に受電装置 2 0 1 が載置されることにより開始される。

【 0 0 5 9 】

送電装置 1 0 1 の制御回路 1 1 は、スイッチ切替部 1 1 2 がインバータ回路 1 0 のスイッチ素子をスイッチング制御し、受電装置 2 0 1 へ伝送する電力の周波数をスイープさせて、共振点 (共振周波数) を検出する (S 2 1)。共振点が検出できた場合、制御回路 1 1 は、送電装置 1 0 1 に受電装置 2 0 1 が載置されていると判定し、受電装置 2 0 1 への

50

電力供給を開始する。

【0060】

次に、送電装置101は、検出した共振周波数を駆動周波数として、受電装置201への電力伝送を行う(S22)。送電装置101は、受電装置201へ送信する通信データがあるか否かを判定する(S23)通信データがない場合(S23:NO)、受電装置201は、S23の処理を繰り返し実行する。通信データがある場合(S23:YES)、送電装置101は受電装置201へ通信開始を通知する(S24)。そして、送電装置101は、その通知に対する応答、すなわち、受電装置201との通信が可能であるか否かの通知を受電装置201から受信したか否かを判定する(S25)。

【0061】

通信可能でない場合(S25:NO)、すなわち、受電装置201から応答を受信していない場合、応答を受信するまで待機する。このとき、一定時間経過しても応答を受信しない場合には、受電装置201との通信開始を中断するようにしてもよい。

【0062】

通信可能である場合(S25:YES)、受電装置201は送電装置101との通信を開始する(S26)。この場合、スイッチ切替部112は、インバータ回路10の各スイッチ素子のオンデューティを変更し、スイッチ素子をPWM制御する。そして、送電装置101は、受電装置201との通信が終了するか否かを判定する(S27)。通信が終了しない場合(S27:NO)、送電装置101は受電装置201との通信を続ける。通信が終了する場合(S27:YES)送電装置101は、S21で検出した共振周波数を駆動周波数として、受電装置201への電力伝送を再開する(S28)。

【0063】

送電装置101は、電源がオフ、又は載置された受電装置201が取り除かれる等、本処理を終了するか否かを判定する(S29)。終了しない場合(S29:NO)、送電装置101は、S23の処理を実行する。終了する場合(S29:YES)、本処理は終了する。

【0064】

図4は、負荷RLで実行される処理のフローチャートを示す図である。

【0065】

負荷RLは、受電装置201から電力が伝送されると、その電力を二次電池に充電する(S31)。次に、負荷RLは、送電装置101と受電装置201との通信開始通知を、受電装置201から受信したか否かを判定する(S32)。通信開始通知を受信しない場合には(S32:NO)、後述のS38の処理が実行される。

【0066】

通信開始通知を受信した場合(S32:YES)、負荷RLは二次電池の残量を確認し(S33)、その結果から、受電装置201からの電力供給の遮断が可能であるか否かを判定する(S34)。電力供給の遮断が可能でない場合(S34:NO)、負荷RLは電力供給の遮断が可能となるまで待機する。

【0067】

電力供給の遮断が可能である場合(S34:YES)、負荷RLは、受電装置201へ電力遮断許可通知を送信する(S35)。この通知を受信した受電装置201では、第2スイッチSW2がオフされ、受電装置201から負荷RLへの電力供給が遮断される。なお、受電装置201からの電力供給が遮断される場合、負荷RLは、電力供給の遮断中に二次電池の残量がなくなり、停電が発生しないよう、事前に備える処理を行うようにしてもよい。例えば、負荷RLは、消費電力の激しい処理を事前に終了させるようにしてもよいし、一部の機能を制限し、消費電力を通常モードよりも抑えた省電力モードに移行するようにしてもよい。

【0068】

負荷RLは、送電装置101と受電装置201との通信が終了したことを、受電装置201から通知されたか否かを判定する(S36)。通知されていない場合(S36:NO)

10

20

30

40

50

)、負荷 R L は通知されるまで待機する。通知された場合 (S 3 6 : Y E S)、受電装置 2 0 1 側では第 2 スイッチ S W 2 がオンされるため、負荷 R L は、受電装置 2 0 1 からの電力伝送が再開され、二次電池への充電処理を再開する (S 3 7)。

【 0 0 6 9 】

負荷 R L は、負荷 R L の電源をオフにして正常終了するか、又は、受電装置 2 0 1 が送電装置 1 0 1 から取り外されるなど、本処理を終了するか否かを判定する (S 3 8)。終了しない場合 (S 3 8 : N O)、負荷 R L は S 3 2 の処理を実行する。終了する場合 (S 3 8 : Y E S)、本処理は終了する。

【 0 0 7 0 】

以上のように、本実施形態では、負荷 R L への電力供給を遮断できない場合には、受電装置 2 0 1 は、第 2 スイッチ S W 2 をオンにし、送電装置 1 0 1 との通信を行わない。そして、負荷 R L への電力供給を遮断できる場合には、受電装置 2 0 1 は、第 2 スイッチ S W 2 をオフにし、送電装置 1 0 1 との通信を行う。第 2 スイッチ S W 2 をオフにした状態で、送電装置 1 0 1 との通信を行うことで、負荷 R L への電力供給に起因する負荷変動の影響が、受電装置 2 0 1 と送電装置 1 0 1 との通信に及ぶことを防止できる。このため、精度の良い通信が可能である。

【 0 0 7 1 】

(実施形態 2)

実施形態 2 に係る電力伝送システムについて説明する。以下では、実施形態 1 との相違点についてのみ説明する。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、本実施形態に係る電力伝送システムの回路図である。この例では、受電装置 2 0 2 の構成が、実施形態 1 に係る送電装置 1 0 1 と相違する。本実施形態では、受電装置 2 0 2 が有する並列共振回路 2 5 の共振点をずらすための直列回路が、インダクタ L 3 と第 1 スイッチ S W 1 とが直列接続されて形成されている。インダクタ L 3 と第 1 スイッチ S W 1 とからなる直列回路は、本発明に係る「共振条件変更回路」に相当する。

【 0 0 7 3 】

この直列回路の第 1 スイッチ S W 1 は、制御回路 2 1 により P W M 制御される。第 1 スイッチ S W 1 がオンされた場合、並列共振回路 2 5 にインダクタ L 3 が並列接続した回路構成となる。すなわち、実施形態 1 と同様に、第 1 スイッチ S W 1 をオンすることで、並列共振回路 2 5 の共振点をずらすことができ、第 1 スイッチ S W 1 をオンオフすることで、負荷インピーダンスを変動できる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態に係る受電装置 2 0 2 は、第 2 スイッチ S W 2 がオンの場合であっても、第 1 スイッチ S W 1 をスイッチング制御し、送電装置 1 0 1 と通信を行う。すなわち、負荷 R L へ電力供給を行いつつ、受電装置 2 0 2 は送電装置 1 0 1 と通信する。この場合、負荷 R L への電力供給による負荷変動の影響を小さくするために、負荷 R L 側では、機能が制限された低電力モードに移行する。

【 0 0 7 5 】

図 6 は、受電装置 2 0 2 で実行される処理のフローチャートを示す図である。

【 0 0 7 6 】

受電装置 2 0 2 は、送電装置 1 0 1 からの電力供給が開始されると (S 4 1)、送電装置 1 0 1 と通信を開始するか否かを判定する (S 4 2)。送電装置 1 0 1 と通信を開始しない場合には (S 4 2 : N O)、後述の S 5 1 の処理が実行される。

【 0 0 7 7 】

送電装置 1 0 1 との通信を開始する場合には (S 4 2 : Y E S)、受電装置 2 0 2 の通信部 2 1 4 は負荷 R L へ通信開始を通知する (S 4 3)。そして、通信部 2 1 4 は、その通知に対する応答を受信し、負荷 R L への電力供給を遮断できるか否かを判定する (S 4 4)。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

実施形態1と同様に、通信開始が通知された負荷RLでは、二次電池の残量を検知し、その検知結果から、負荷RLが二次電池の電力のみで動作可能か否かを判定し、その判定結果を受電装置201へ送信する。

【0079】

負荷RLへの電力供給を遮断できる場合(S44: YES)、すなわち、負荷RLが二次電池の電力のみで動作できる場合、受電装置202の第2切替部213は、第2スイッチSW2をオフにする(S45)。これにより、受電装置201から負荷RLへの電力供給は遮断される。そして、信号処理部211は変調信号を生成し、第1切替部212が第1スイッチSW1をスイッチング制御することで、送電装置101側へ通信開始可能を通知する(S46)。

10

【0080】

負荷RLへの電力供給を遮断できない場合(S44: NO)、すなわち、負荷RLが二次電池の電力のみで動作できない場合、受電装置201の第2切替部213は、第2スイッチSW2をオンに維持した状態で、送電装置101側へ通信開始可能を通知する(S46)。これにより、受電装置201から負荷RLへの電力供給は継続される。このため、負荷RL側で電力不足により生じる不具合を防止できる。

【0081】

このとき、負荷RL側では低電力モードに移行し、送電装置101と受電装置202との通信に、負荷RLへの電力供給による負荷変動が及ぼす影響を小さくしている。

【0082】

受電装置201は送電装置101と通信を行う(S47)。受電装置202は送電装置101との通信が終了したか否かを判定する(S48)。通信が終了していない場合(S48: NO)、受電装置202は送電装置101との通信を続ける。通信が終了した場合(S48: YES)、受電装置202の第2切替部213は、第2スイッチSW2がオフであれば、その第2スイッチSW2をオンにする(S49)。そして、受電装置202の通信部214は、送電装置101との通信終了を、負荷RLへ通知する(S50)。

20

【0083】

受電装置201は、本動作を終了するか否かを判定する(S51)。終了しない場合(S51: NO)、受電装置202はS42の処理を実行する。終了する場合(S51: YES)、本処理は終了する。

30

【0084】

図7は、負荷RLで実行される処理のフローチャートを示す図である。

【0085】

負荷RLは、受電装置201から電力が伝送されると、その電力を二次電池に充電する(S61)。次に、負荷RLは、送電装置101と受電装置201との通信開始通知を受信したか否かを判定する(S62)。通信開始通知を受信しない場合には(S62: NO)、後述のS72の処理が実行される。

【0086】

通信開始通知を受信した場合(S62: YES)、負荷RLは二次電池の残量を確認し(S63)、その結果から、受電装置201からの電力供給の遮断が可能であるか否かを判定する(S64)。電力供給の遮断が可能である場合(S64: YES)、負荷RLは、受電装置201へ電力遮断許可通知を送信する(S65)。この通知を受信した受電装置201では、第2スイッチSW2がオフされ、受電装置201から負荷RLへの電力供給が遮断される。

40

【0087】

電力供給の遮断が可能でない場合(S64: NO)、負荷RLは、受電装置201へ電力遮断不可通知を送信する(S66)。この通知を受信した受電装置201では、第2スイッチSW2をオンに維持する。これにより、受電装置201から負荷RLへの電力が供給し続けられる。負荷RLは低電力モードに移行する(S67)。この低電力モードは、例えば処理負荷の大きい機能を制限したモードである。負荷RLが低電力モードに切り替

50

わることで、第2スイッチSW2をオンした状態で、送電装置101と受電装置201とが通信を行っていても、その通信に対し、負荷RLへの電力供給による負荷変動が及ぼす影響を小さくすることができる。

【0088】

負荷RLは、送電装置101と受電装置201との通信が終了したことを、受電装置201から通知されたか否かを判定する(S68)。通知されていない場合(S68:NO)、負荷RLは通知されるまで待機する。通知された場合(S68:YES)、負荷RLは自身が低電力モードであるか否かを判定する(S69)。低電力モードである場合(S69:YES)、負荷RLは低電力モードを終了する。

【0089】

低電力モードでない場合(S69:NO)、受電装置201側では第2スイッチSW2がオフされ、受電装置201からの電力供給が停止されていた状態から、受電装置201からの電力伝送が再開されるため、負荷RLは、二次電池への充電処理を再開する(S71)。

【0090】

負荷RLは、負荷RLの電源をオフにして正常終了するか、又は、受電装置201が送電装置101から取り外されるなど、本処理を終了するか否かを判定する(S72)。終了しない場合(S72:NO)、負荷RLはS62の処理を実行する。終了する場合(S72:YES)、本処理は終了する。

【0091】

以上のように、本実施形態では、受電装置201は、負荷RLへの電力供給を遮断できない場合には、第2スイッチSW2をオンした状態で、送電装置101と通信を行う。これにより、負荷RLが電力不足により不測の不具合、例えば、強制的なシャットダウンなどが起こるおそれを抑制できる。

【0092】

(実施形態3)

図8は、実施形態3に係る電力伝送システム3の回路図である。

【0093】

実施形態1,2に係る電力伝送システムは、電界結合による電力伝送を行っているのに対し、実施形態3に係る電力伝送システム3は磁界結合により電力伝送を行っている。

【0094】

送電装置103において、昇圧トランスT1の2次コイルに送電側結合用コイルL4が接続されている。送電側結合用コイルL4は、キャパシタC5と直列共振回路16を形成している。送電側結合用コイルL4は、本発明に係る「送電側結合部」及び「送電側コイル」の一例である。

【0095】

受電装置203において、送電側結合用コイルL4との電磁誘導によって高周波電流が誘導される受電側結合用コイル(本発明の受電側コイル)L5が、降圧トランスT2の1次コイルに接続されている。受電側結合用コイルL5は、キャパシタC6と並列共振回路26を形成している。受電側結合用コイルL5は、本発明に係る「受電側結合部」及び「受電側コイル」の一例である。

【0096】

なお、送電装置103及び受電装置203の他の構成は実施形態1と同様である。また、送電装置103及び受電装置203それぞれで実行される動作も、実施形態1と同様であるため、説明は省略する。

【0097】

実施形態1,2,3では、本発明に係る「共振条件変更回路」は、キャパシタC3又はインダクタL3と第1スイッチSW1との直列回路としているが、これに限らない。例えば、直列接続又は並列接続したキャパシタ及びインダクタと、スイッチとの直列回路であってもよい。その他、共振回路の共振点をずらすことができる回路であればよい。

10

20

30

40

50

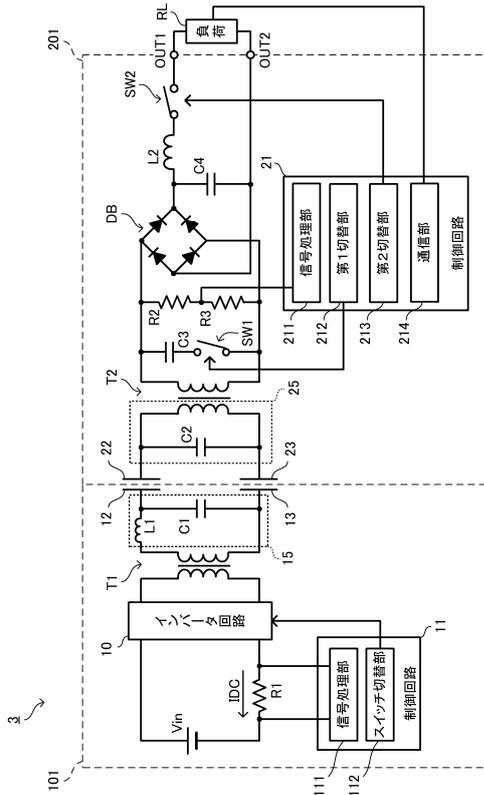
【符号の説明】

【0098】

1, 3 ... 電力伝送システム	
10 ... インバータ回路	
11 ... 制御回路	
12, 22 ... アクティブ電極	
13, 23 ... パッシブ電極	
15, 16 ... 直列共振回路	
21 ... 制御回路	
22 ... アクティブ電極	10
23 ... パッシブ電極	
25, 26 ... 並列共振回路	
101, 103 ... 送電装置	
111 ... 信号処理部	
112 ... スイッチ切替部	
201, 202, 203 ... 受電装置	
211 ... 信号処理部	
212 ... 第1切替部	
213 ... 第2切替部	
214 ... 通信部	20
C1, C2, C3, C4, C5, C6 ... キャパシタ	
T1 ... 昇圧トランス	
T2 ... 降圧トランス	
SW1 ... 第1スイッチ	
SW2 ... 第2スイッチ	
DB ... ダイオードブリッジ	
L1, L2, L3 ... インダクタ	
L4 ... 送電側結合用コイル	
L5 ... 受電側結合用コイル	
R1 ... 電流検出用抵抗	30
R2, R3 ... 分圧抵抗	
OUT1, OUT2 ... 出力端子	
RL ... 負荷	
Vin ... 電源	

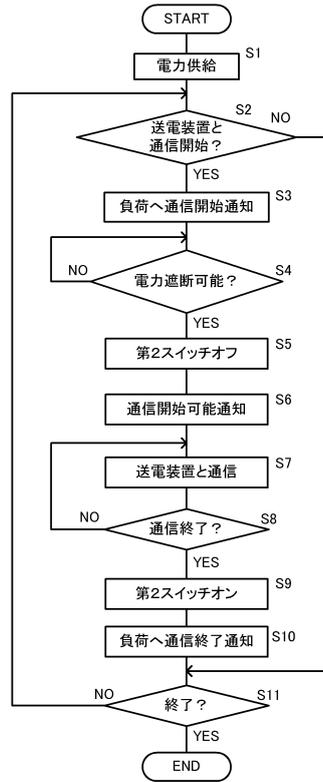
【図1】

図1



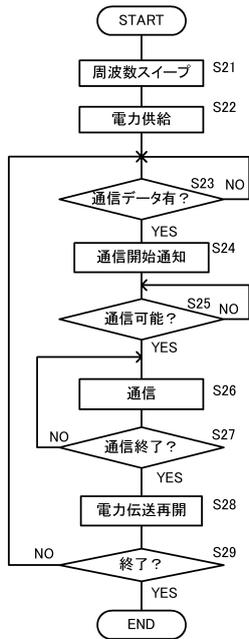
【図2】

図2



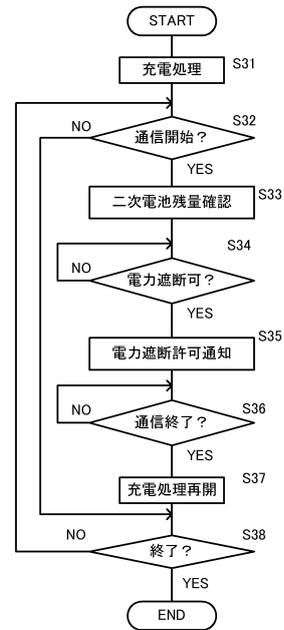
【図3】

図3



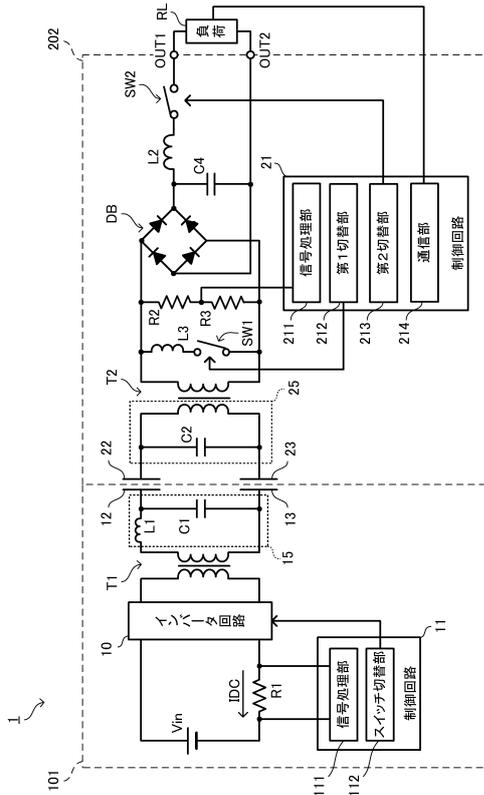
【図4】

図4



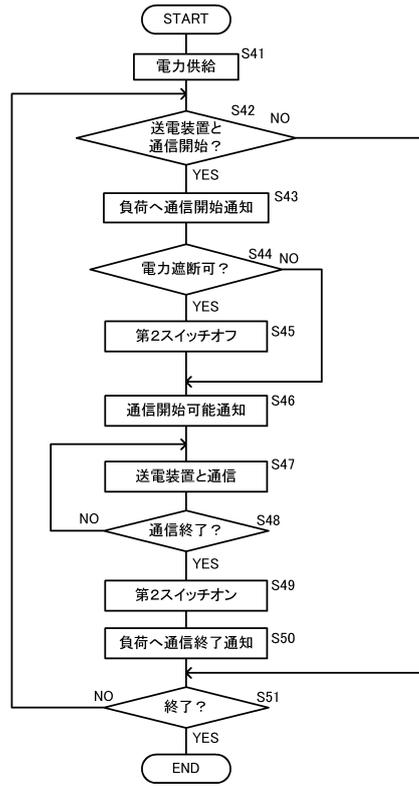
【図5】

図5



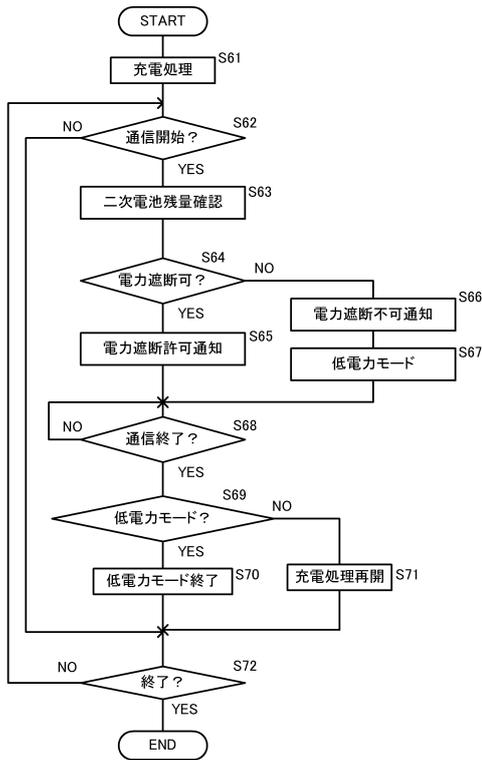
【図6】

図6



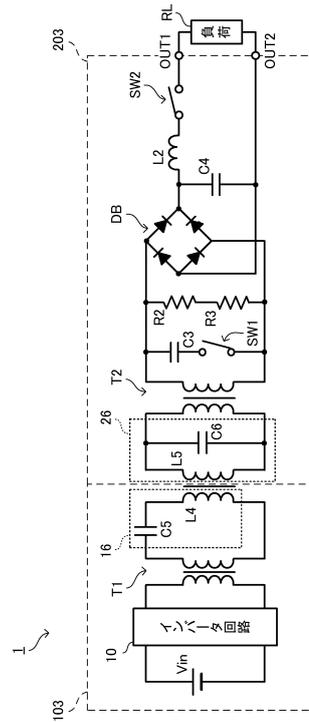
【図7】

図7



【図8】

図8



フロントページの続き

審査官 坂本 聡生

(56)参考文献 特開2013-141387(JP,A)
特表2012-522483(JP,A)
特開昭63-280393(JP,A)
特開2008-206297(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
H02J 50/00 - 50/90
H02J 5/00