

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/159093 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02J 50/12 (2016.01) H02J 50/80 (2016.01)  
H02H 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060415
- (22) 国際出願日: 2016年3月30日(30.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-073435 2015年3月31日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: TDK株式会社(TDK CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 新崎 晃大(ARASAKI Kota); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP). 大西 正秀(OHNISHI Masahide); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

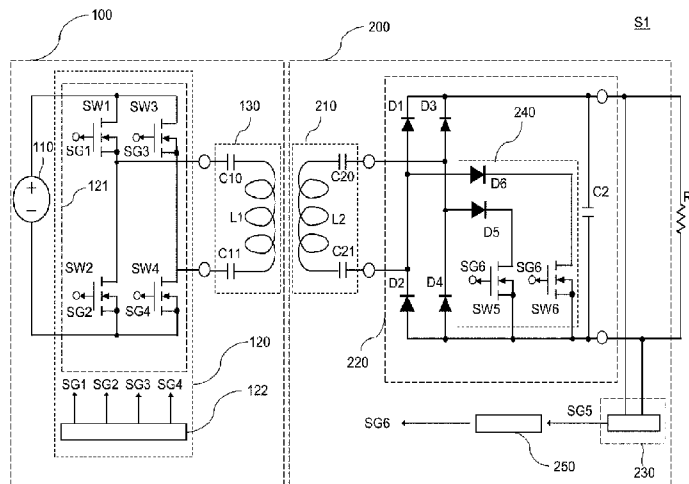
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: WIRELESS ELECTRICAL POWER RECEPTION DEVICE AND WIRELESS ELECTRICAL POWER TRANSMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: ワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置



(57) Abstract: To provide a wireless electrical power reception device and a wireless electric power transmission device in which the incidence of loss due to reactive power during normal operation is minimized while a circuit element is protected in the event of an overvoltage. A wireless electric power reception device 200 is provided with: an electric-power-reception-side voltage detector 230 for detecting the output voltage of a rectifier circuit 220; a short-circuiting circuit 240 having switching elements SW5, SW6 connected between the output part of an electric power reception-side resonance circuit 210 and the output part of the rectifier circuit 220, and rectifier elements D5, D6 inserted between the output part of the electric power reception-side resonance circuit 210 and the switching elements SW5, SW6; and a control circuit 250 for operating the switching elements SW5, SW6 when the value of the output voltage detected by the electric power reception-side voltage detector 230 exceeds a preset reference voltage value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/159093 A1

---

過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時において無効電力による損失の発生を抑えたワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置を提供すること。ワイヤレス受電装置200は、整流回路220の出力電圧を検知する受電側電圧検知部230と、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の出力部との間に接続されたスイッチング素子SW5、SW6と、受電側共振回路210の出力部とスイッチング素子SW5、SW6の間に挿入される整流素子D5、D6と、を有する短絡回路240と、受電側電圧検知部230が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、スイッチング素子SW5、SW6を動作させる制御回路250と、を備える。

## 明 細 書

### 発明の名称：ワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置 技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 近年、電気自動車の充電を充電するための技術としてワイヤレス電力伝送装置が提案されている。ワイヤレス電力伝送装置にはいくつかの方式があり、特に上記のような用途には磁気共鳴方式が用いられている。

[0003] このようなワイヤレス電力伝送装置として、たとえば特許文献1では、直流電力を交流電力に変換して給電コイルに送出するインバータ回路と、給電コイル、および、該給電コイルと並列に設けられた第1キャパシタにより形成される、第1のLC並列共振部と、受電コイル、および、該受電コイルと並列に設けられた第2キャパシタにより形成される、第2のLC並列共振部と、受電コイルから受取る交流電力を直流電力に変換する整流回路を有するワイヤレス給電システムが提案されている。

[0004] ところで、ワイヤレス電力伝送装置においては、送電中に過電圧等の異常が生じることがあり、このような異常から回路素子を保護するために保護回路を搭載することが知られている。たとえば、特許文献2では整流回路を過電圧から保護する、スイッチング素子を用いた短絡回路が提案されている。特許文献2に開示されている短絡回路は、整流回路の出力電圧を監視し、あらかじめ設定された基準電圧値を超えた出力電圧の値を検知した時、スイッチング素子が動作して回路を短絡し、過電圧から整流回路以降の回路素子を保護している。この短絡回路に用いられるスイッチング素子は半導体素子が使用されている。

#### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-033499号公報

特許文献2：特開平11-027870号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献2に開示されているスイッチング素子として利用される半導体素子は構造的に寄生容量を持っている。この寄生容量は、スイッチング素子がオフしている状態では受電側共振回路の両端に接続されるループを構成し、この寄生容量に電流が流れることによって無効電力が生じて力率が悪化するという問題がある。つまり、同じ電力を得ようとするとき電流を多く流さなければならないので電力損失が発生する。

[0007] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えたワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置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

[0008] 本発明に係るワイヤレス受電装置は、ワイヤレス送電装置からワイヤレスにて電力を受電するワイヤレス受電装置であって、送電側からの電力をワイヤレスに受電する受電コイルと、受電コイルに接続される受電側共振コンデンサと、を有する受電側共振回路と、受電コイルが受電した電力を整流して負荷に出力する整流回路と、整流回路の出力電圧を検知する受電側電圧検知部と、受電側共振回路の出力部と整流回路の出力部との間に接続されるスイッチング素子と、受電側共振回路の出力部とスイッチング素子との間に挿入される整流素子と、を有する短絡回路と、受電側電圧検知部が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、スイッチング素子を動作させる制御回路と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、受電側電圧検知部が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、短絡回路のスイッチング素子を動作させる。そのため、受電側共振回路の受電コイルの両端が短絡される。その結

果、発生した過電圧が受電側共振回路よりも後段へ出力されず、受電側共振回路よりも後段の回路素子を保護することができる。また、受電側共振回路の出力部とスイッチング素子との間に挿入される整流素子を備えるために、スイッチング素子の寄生容量への電流の経路が遮断されるとともに、寄生容量の放電が抑制される。これにより、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えることができる。

[0010] 好ましくは、整流回路は、4つのダイオードがフルブリッジ接続されたブリッジ型回路と、ブリッジ型回路が並列に接続された平滑コンデンサと、を有するとよい。この場合、電源の利用効率を高めることができる。

[0011] 好ましくは、制御回路がスイッチング素子を動作させるのと同様または直後に送電動作を停止させる停止信号をワイヤレス送電装置に送信するように構成するとよい。この場合、受電側電圧検知部が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、ワイヤレス送電装置の動作が停止するため、ワイヤレス電力伝送装置全体の回路素子を保護することができる。また、ワイヤレス送電装置の動作が停止することにより、短絡回路への電流印加時間が抑制されるため、短絡回路を保護できる。

[0012] 好ましくは、受電側共振回路の出力部と整流回路の入力部との間に変圧回路をさらに備えるとよい。この場合、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時に変圧回路の変圧比を変えることで1つの受電側共振回路から所望の電圧・電流を出力することが可能となる。

[0013] 好ましくは、受電側共振回路の出力部と整流回路の入力部との間にインダクタ回路をさらに備えるとよい。この場合、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時におけるノイズ抑制が可能となる。

[0014] 本発明に係るワイヤレス電力伝送装置は、上記ワイヤレス受電装置と、ワイヤレス送電装置を備えることを特徴とする。本発明によれば、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えたワイヤレス電力伝送装置を提供することができる。

## 発明の効果

[0015] 本発明によれば、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えたワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図2]従来のワイヤレス電力伝送装置に係るワイヤレス受電装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図3]図2における受電側共振回路と短絡回路の閉ループによる電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図4]図1における受電側共振回路と短絡回路の閉ループによる電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図5a]図1における短絡回路のスイッチング素子がオフの場合の電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図5b]図1における短絡回路のスイッチング素子がオンの場合の電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の保護動作を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図8a]図7における整流回路のスイッチング素子がオフの場合の電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図8b]図7における短絡回路のスイッチング素子がオンの場合の電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図10]本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の保護動作を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図12]本発明の第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[図13]本発明の第6実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷と共に示す回路構成図である。

### 発明を実施するための形態

[0017] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

[0018] (第1実施形態)

まず、図1を参照して、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1の構成について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷と共に示す回路構成図である。

[0019] ワイヤレス電力伝送装置S1は、図1に示されるように、ワイヤレス送電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。

[0020] ワイヤレス送電装置100は、電源110と、電力変換回路120と、送電側共振回路130と、を有する。電源110は、直流電力を電力変換回路120に供給する。電源110としては、直流電力を出力するものであれば特に制限されず、商用交流電源を整流・平滑した直流電源、あるいはスイッチングコンバータ等のスイッチング電源装置などが挙げられる。

[0021] 電力変換回路120は、電力変換部121と、スイッチ駆動部122を有する。この電力変換回路120は、電源110から供給される直流電力を交流電力に変換する機能を有している。より具体的には、電力変換部121としては、複数のスイッチング素子がブリッジ接続されたスイッチング回路から構成される。本実施形態では、4つのスイッチング素子SW1～SW4を用いたフルブリッジ型回路となっている。スイッチング素子SW1～SW4としては、例えば、MOS-FET (Metal Oxide Semic

onductor-Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などの素子が挙げられる。各スイッチング素子 SW1~SW4 は、スイッチ駆動部 122 から供給される SW 制御信号 SG1~SG4 に応じて各スイッチング素子 SW1~SW4 をオン・オフ制御することにより、電源 110 から供給される入力直流電力を交流電力に変換する。この電力変換回路 120 により変換された交流電力は、後述する送電コイル L1 に供給される。

[0022] 送電側共振回路 130 は、送電コイル L1 と、送電側共振コンデンサ C10, C11 を有する。送電コイル L1 は、複数の細い導体素線を撚りあわせたリッツ線又は単線を用いて形成されている。送電コイル L1 としては、平面コイルやソレノイドコイルなどが挙げられる。この送電コイル L1 は、送電側共振コンデンサ C10, C11 とともに LC 共振回路を形成している。送電側共振コンデンサ C10, C11 は複数のコンデンサが直並列に接続されて形成され、LC 共振回路の共振周波数を調整する機能を有している。送電側共振コンデンサ C10 は、送電コイル L1 の一方端に直列に接続され、送電側共振コンデンサ C11 は、送電コイル L1 の他方端に直列に接続されている。この送電側共振コンデンサ C10, C11 として利用されるコンデンサとしてはセラミックコンデンサなどが挙げられる。なお、本実施形態では、送電コイル L1 に送電側共振コンデンサ C10, C11 がそれぞれ直列に接続される構成となっているがこれに限られることなく、例えば、送電コイル L1 に送電側共振コンデンサ C10 のみが直列に接続されていてもよく、送電コイル L1 に送電側共振コンデンサ C10 のみが並列に接続されていてもよく、あるいは、送電コイル L1 に送電側共振コンデンサ C10 が直列に接続され、送電側共振コンデンサ C11 が並列に接続される構成としてもよい。このように構成される送電側共振回路 130 の送電コイル L1 は、電力変換回路 120 で変換された交流電力をワイヤレスにて後述するワイヤレス受電装置 200 に送電する。



[0023] ワイヤレス受電装置200は、受電側共振回路210と、整流回路220と、受電側電圧検知部230と、短絡回路240と、制御回路250を、有する。ここで、ワイヤレス送電装置100の送電側共振回路130とワイヤレス受電装置200の受電側共振回路210は、磁氣的に結合しており、電力変換回路120から送電側共振回路130の送電コイルL1に供給された交流電力が近接磁界効果によって受電側共振回路210の後述する受電コイルL2に誘導起電力が励起される。すなわち、ワイヤレス受電装置200は、ワイヤレス送電装置100からの電力をワイヤレスにて受電することとなる。

[0024] 受電側共振回路210は、受電コイルL2と、受電側共振コンデンサC20、C21を有する。受電コイルL2は、複数の細い導体素線を撚りあわせたリッツ線又は単線を用いて形成されている。受電コイルL2としては、平面コイルやソレノイドコイルなどが挙げられる。この受電コイルL2は、受電側共振コンデンサC20、C21とともにLC共振回路を形成している。受電側共振コンデンサC20、C21は複数のコンデンサが直並列に接続されて形成され、LC共振回路の共振周波数を調整する機能を有している。受電側共振コンデンサC20は、受電コイルL2の一方端に直列に接続され、受電側共振コンデンサC21は、受電コイルL2の他方端に直列に接続されている。この受電側共振コンデンサC20、C21として利用されるコンデンサとしてはセラミックコンデンサなどが挙げられる。なお、本実施形態では、受電コイルL2に受電側共振コンデンサC20、C21がそれぞれ直列に接続される構成となっているがこれに限られることなく、例えば、受電コイルL2に受電側共振コンデンサC20のみが直列に接続されていてもよく、受電コイルL2に受電側共振コンデンサC20のみが並列に接続されていてもよく、あるいは、受電コイルL2に受電側共振コンデンサC20が直列に接続され、受電側共振コンデンサC21が並列に接続される構成としてもよい。このように構成される受電側共振回路210の受電コイルL2は、ワイヤレス送電装置100からの交流電力をワイヤレスで受電する。

[0025] 整流回路220は、受電側共振回路210の受電コイルL2が受電した電力を整流して負荷RLに出力する。本実施形態においては、整流回路220は、4つのダイオード（整流素子）D1～D4がフルブリッジ接続されたブリッジ型回路と、このブリッジ型回路に並列に接続された平滑コンデンサC2から構成されている。すなわち、整流回路220は、受電側共振回路210から供給される交流電力を全波整流する機能を備えている。本実施形態では、ダイオードD1のアノードとダイオードD2のカソードの midpoint に受電側共振回路210の一方の出力端が接続され、ダイオードD3のアノードとダイオードD4のカソードの midpoint に受電側共振回路210の他方の出力端が接続されてブリッジ型回路が構成されている。平滑コンデンサC2は、整流された電圧を平滑して直流電圧を生成する。なお、本実施形態では、整流回路220は、全波整流回路を用いているがこれに制限されず、1つのダイオードとダイオードのカソードに並列に接続された平滑コンデンサを有する半波整流回路や、2つのダイオードと2つのダイオードのそれぞれのカソードに並列に接続された平滑コンデンサを有するセンタータップ回路が構成されていても構わない。整流回路220が全波整流回路から構成されている場合、電源の利用効率を高めることができる。

[0026] 受電側電圧検知部230は、整流回路220の出力電圧を検知する。より具体的には、整流回路220の出力電圧を分圧・増幅などといった手法を用いて低電圧の信号に変換し、この信号を用いて出力電圧を検知している。受電側電圧検知部230は、あらかじめ設定された基準電圧値と、検知した出力電圧を比較して、出力電圧が基準電圧値を超えると、出力信号SG5を後述する制御回路250に送信する。

[0027] 短絡回路240は、受電側電圧検知部230が検知した整流回路220の出力電圧があらかじめ設定された基準電圧値を超えた場合、受電コイルL2の両端を短絡させる機能を有している。具体的には短絡回路240は、ダイオードD2とダイオードD4を短絡させる機能を有している。この短絡回路240は、制御回路250から送信される駆動信号SG6に基づいて、短絡

動作が行われる。短絡回路240は、スイッチング素子SW5, SW6と整流素子D5, D6から構成される。

[0028] スwitchング素子SW5, SW6は、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の出力部との間に接続されている。より具体的には、スイッチング素子SW5は、ダイオードD4に並列に接続され、スイッチング素子SW6は、ダイオードD2に並列に接続されている。スイッチング素子SW5, SW6は、後述する制御回路250からの駆動信号SG6を受けて、オン・オフする機能を備えている。つまり、スイッチング素子SW5, SW6がオンされると、ダイオードD2, D4が短絡され、整流回路220に電圧が生じなくなる。逆に、スイッチング素子SW5, SW6がオフされると、整流回路220は4つのダイオードD1~D4がフルブリッジ接続された全波整流回路として機能することとなる。なお、本実施形態ではスイッチング素子SW5, SW6としてMOS-FETを用いたが、これに限られることなく、たとえばIGBTなどの素子でもよい。

[0029] 整流素子D5, D6は、受電側共振回路210の出力部とスイッチング素子SW5, SW6との間に挿入されている。整流素子D5, D6としては、ダイオードが挙げられる。本実施形態では、整流素子D5は、スイッチング素子SW5と直列接続されており、アノードがブリッジ型回路の入力部、すなわちダイオードD4のカソードに接続され、カソードがスイッチング素子SW5のドレインに接続されている。整流素子D6は、スイッチング素子SW6と直列接続されており、アノードがブリッジ型回路の入力部、すなわちダイオードD2のカソードに接続され、カソードがスイッチング素子SW6のドレインに接続されている。

[0030] 制御回路250は、短絡回路240の動作を制御している。具合的には、受電側電圧検知部230からの出力信号SG5を受信すると、スイッチング素子SW5, SW6に駆動信号SG6を供給し、スイッチング素子SW5, SW6をオンするように制御する。

[0031] 次に、図2~図4を参照して、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電

力伝送装置 S 1 における受電側共振回路 2 1 0 と短絡回路 2 4 0 が構成する閉ループにおける電流経路と従来のワイヤレス電力伝送装置 S 2 における受電側共振回路 4 1 0 と短絡回路 4 4 0 が構成する閉ループの電流経路の違いについて詳細に説明する。図 2 は、従来のワイヤレス電力伝送装置を負荷とともに示す回路構成図である。図 3 は、図 2 における短絡回路のスイッチング素子がオフの場合の受電側共振回路と短絡回路の閉ループによる電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。図 4 は、図 1 における短絡回路のスイッチング素子がオフの場合の受電側共振回路と短絡回路の閉ループによる電流経路を示す回路構成図の一部拡大図である。ここで、スイッチング素子 SW 5, SW 6, SW 1 1, SW 1 2 は、スイッチング素子の寄生容量とスイッチの並列接続による等価的なモデルを示している。

[0032] まず、従来のワイヤレス電力伝送装置 S 2 の構成について説明する。従来のワイヤレス伝送装置 S 2 は、図 2 に示されるように、ワイヤレス送電装置 3 0 0 と、ワイヤレス受電装置 4 0 0 と、を有する。ワイヤレス送電装置 3 0 0 は、直流電力を電力変換回路 3 2 0 に供給する電源 3 1 0 と、4 つのスイッチング素子 SW 7 ~ SW 1 0 をブリッジ接続した電力変換部 3 2 1 と、SW 制御信号 SG 7 ~ SG 1 0 を供給してスイッチング素子 SW 7 ~ SW 1 0 のオン・オフ動作を制御するスイッチ駆動部 3 2 2 から構成され、直流電力を交流電力に変換する電力変換回路 3 2 0 と、送電コイル L 3 と送電側共振コンデンサ C 3 0, C 3 1 から構成され、送電コイル L 3 から交流電力をワイヤレスにて送電する送電側共振回路 3 3 0 を有する。ワイヤレス受電装置 4 0 0 は、受電コイル L 4 と受電側共振コンデンサ C 4 0, C 4 1 から構成され、受電コイル L 4 にてワイヤレス送電装置 3 0 0 からワイヤレスにて送電された交流電力を受電する受電側共振回路 4 1 0 と、4 つのダイオード D 7 ~ D 1 0 がフルブリッジ接続されたブリッジ型回路と、ブリッジ型回路に並列に接続された平滑コンデンサ C 4 とで構成され、受電した交流電力を整流する整流回路 4 2 0 と、整流回路 4 2 0 の出力電圧の値を検知する受電側電圧検知部 4 3 0 と、受電側共振回路 4 1 0 の両端を短絡させる短絡回路

440と、短絡回路440の動作を制御する制御回路450を有する。短絡回路440は、整流回路420のダイオードD8のカソードに接続されるスイッチング素子SW12とダイオードD10のカソードに接続されるスイッチング素子SW11から構成され、制御回路450が受電側電圧検知部430からの出力信号SG13を受信するとスイッチング素子SW11, SW12に駆動信号SG14を供給し、スイッチング素子SW11, SW12をオンに制御する。

[0033] 図3に示すように、従来のワイヤレス電力伝送装置S2においては、受電側共振回路410から流れる電流 $I_L$ 、 $I_N$ は、電流の流れを遮るものがないことから、スイッチング素子SW11, SW12を経由して再び受電側共振回路410へ帰還する経路となる。このとき、スイッチング素子SW11, SW12の寄生容量に電流が流れることによって無効電力が生じて力率が悪化するという問題がある。つまり、同じ電力を得ようとする電流を多く流さなければならないので電力損失が発生する。一方、図4に示すように、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1においては、受電側共振回路210から流れる電流 $I_L$ 、 $I_N$ は、短絡回路240のダイオードD5, D6によって、スイッチング素子SW5, SW6への経路を遮断され、寄生容量の放電も行われなくなる。これは回路的に開放と等価であり、電流 $I_L$ 、 $I_N$ がスイッチング素子SW5, SW6に流れないようにしている。このため、スイッチング素子SW5, SW6の寄生容量による無効電力の発生を抑えることができる。したがって、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えることができる。なお、受電側共振回路が直列共振回路で構成される場合、通常動作時において寄生容量によって共振周波数のズレが生じるが、本実施形態では整流素子D5, D6によって寄生容量を介した受電側共振回路210への電流経路を遮断しているため、スイッチング素子SW5, SW6の寄生容量による受電側共振回路210の共振周波数への影響を抑えることができる。

[0034] 続いて、図5aおよび図5bを参照して本発明の第1実施形態に係るワイ

ワイヤレス電力伝送装置S1における、短絡回路240のスイッチング素子SW5, SW6がオンの場合とオフの場合の電流経路について説明する。図5aは、図1における短絡回路のスイッチング素子がオフ状態のときの整流回路と短絡回路を流れる電流の経路を示した図である。図5bは、図1における短絡回路のスイッチング素子がオン状態のときの整流回路と短絡回路を流れる電流の経路を示した図である。

[0035] まず、スイッチング素子SW5, SW6がオフ状態について説明する。図5aに示されるように、整流回路220を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイルL2からダイオードD1、平滑コンデンサC2及び負荷RL、ダイオードD4を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL2からダイオードD3、平滑コンデンサC2及び負荷RL、ダイオードD2を経由して帰還する経路となる。このとき、整流回路220を流れる交流電流の双方の電流経路において、上述したようにダイオードD5, D6の作用により短絡回路240へは電流が流れない。

[0036] 続いて、スイッチング素子SW5, SW6がオン状態の場合について説明する。図5bに示されるように、整流回路220を流れる交流電流の電流経路のうち一方は受電コイルL2からダイオードD5、スイッチング素子SW5およびダイオードD2を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL2からダイオードD6、スイッチング素子SW6およびダイオードD4を経由して帰還する経路となる。この場合、整流回路220の出力には電流が流れないため、整流回路220から後段の回路素子を異常から保護することができる。

[0037] 次に、図6のフローチャートを参照して、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1の異常時における保護動作について詳細に説明する。図6は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の保護動作を示すフローチャートである。

[0038] まず、ワイヤレス電力伝送装置S1において、ワイヤレス送電装置100からワイヤレス受電装置200にワイヤレスにて電力の伝送が開始されると

、受電側電圧検知部230によって、整流回路220の出力電圧の値が常時検知される。(ステップS101)

[0039] 続いて、受電側電圧検知部230は、ステップS101で検知した出力電圧の値をあらかじめ設定された基準電圧値と比較する。(ステップS102)

[0040] ステップS101で検知した出力電圧の値とあらかじめ設定された基準電圧値を比較した結果、ステップS101で検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えた場合(ステップS102Y)、受電側電圧検知部230から出力信号SG5が制御回路250に出力される。(ステップS103)一方、ステップS101で検知した出力電圧の値とあらかじめ設定された基準電圧値を比較した結果、ステップS101で検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えない場合(ステップS102N)、ステップS101に戻り、ステップS101からステップS102の動作が繰り返し実行される。

[0041] 続いて、制御回路250は、出力信号SG5を受信すると、スイッチング素子SW5、SW6に駆動信号SG6を供給し、スイッチング素子SW5、SW6がオンするように制御する。(ステップS104)

[0042] 続いて、スイッチング素子SW5、SW6がオンに制御されると、整流回路220のダイオードD2、D4は短絡される。(ステップS105)整流回路220のダイオードD2、D4がスイッチング素子SW5、SW6によって短絡されることによって受電側共振回路210からの電流経路がダイオードD5からスイッチング素子SW5、ダイオードD2を経由して受電側共振回路210へ帰還する経路とダイオードD6からスイッチング素子SW6、ダイオードD4を経由して受電側共振回路210に帰還する経路の2つとなる。このとき、整流回路220の出力側には電流が流れないため整流回路220から後段の回路素子を異常から保護することができる。

[0043] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1では、受電側電圧検知部230が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電

圧値を超えたとき、短絡回路240のスイッチング素子SW5, SW6を動作させる。そのため、整流回路220のダイオードD2, D4が短絡される。その結果、発生した過電圧が受電側共振回路210よりも後段へ出力されず、受電側共振回路210よりも後段の回路素子を保護することができる。また、受電側共振回路210の出力部とスイッチング素子SW5, SW6との間に挿入される整流素子D5, D6を備えるために、スイッチング素子SW5, SW6の寄生容量への電流の経路が遮断されるとともに、寄生容量の放電が抑制される。これにより、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えることができる。

[0044] (第2実施形態)

次に、図7を参照して、本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S3の構成について説明する。図7は、本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷とともに示す回路構成図である。

[0045] ワイヤレス電力伝送装置S3は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様に、ワイヤレス送電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。ワイヤレス送電装置100は、電源110と、電力変換回路120と、送電側共振回路130と、を有し、ワイヤレス受電装置200は、受電側共振回路210と、整流回路220と、受電側電圧検知部230、短絡回路540、制御回路250と、を有する。電源110、電力変換回路120、送電側共振回路130、受電側共振回路210、整流回路220、受電側電圧検知部230、制御回路250の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様である。本実施形態では第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1の短絡回路240に代えて、短絡回路540を備えている点において、第1実施形態と相違する。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0046] 短絡回路540は、短絡回路240と同様に、受電側電圧検知部230が検知した整流回路220の出力電圧があらかじめ設定された基準電圧値を超えた場合、受電コイルL2の両端を短絡させる機能を有している。具体的に



は短絡回路540は、ダイオードD2とダイオードD4を短絡させる機能を有している。この短絡回路540は、制御回路250から送信される駆動信号SG6に基づいて、短絡動作が行われる。短絡回路540は、図7に示されるように、整流素子D5、D6とスイッチング素子SW13から構成される。なお、整流素子D5、D6の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様である。

[0047] スwitching素子SW13は、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の出力部との間に接続されている。具体的には、スイッチング素子SW13は、整流素子D5、D6のカソードにそれぞれ接続されている。本実施形態では、スイッチング素子SW13は、MOS-FETから構成されている。したがって、整流素子D5のカソードとD6のカソードがスイッチング素子SW13のドレインに並列に接続される。スイッチング素子SW13は、制御回路250からの駆動信号SG6を受けて、オン・オフする機能を備えている。つまり、スイッチング素子SW13がオンされると、ダイオードD2、D4が短絡され、整流回路220に電圧が生じなくなる。逆に、スイッチング素子SW13がオフされると、整流回路220は4つのダイオードD1～D4がフルブリッジ接続された全波整流回路として機能することとなる。なお、本実施形態では、スイッチング素子SW13としてMOS-FETを用いたが、これに限られることなく、たとえばIGBTなどの素子でもよい。

[0048] 続いて、図8aおよび図8bを参照して、本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S3における、短絡回路540のスイッチング素子SW13がオンの場合とオフの場合の電流経路について説明する。図8aは、図7における短絡回路のスイッチング素子がオフ状態のときの整流回路と短絡回路を流れる電流の経路を示した図である。図8bは、図7における短絡回路のスイッチング素子がオン状態のときの整流回路と短絡回路を流れる電流の経路を示した図である。

[0049] まず、スイッチング素子SW13がオフ状態について説明する。図8aに

示されるように、整流回路 220 を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイル L2 からダイオード D1、平滑コンデンサ C2 及び負荷 RL、ダイオード D4 を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイル L2 からダイオード D3、平滑コンデンサ C2 及び負荷 RL、ダイオード D2 を経由して帰還する経路となる。また、短絡回路 540 の電流経路は、ダイオード D5、D6 によって整流回路 220 の入力部への電流の帰還が遮断される。さらに、スイッチング素子 SW13 にはダイオード D5、D6 によって全波整流された直流電圧が印加されることから、スイッチング素子 SW13 の寄生容量は絶縁と等価とみなせるため、ことによってスイッチング素子 SW13 の寄生容量の放電が行われなくなり、スイッチング素子 SW13 を流れる電流経路も存在しない。つまり、整流回路 220 の入力部から短絡回路 540 へ流れる電流経路はないということになる。

[0050] 続いて、スイッチング素子 SW13 がオン状態の場合について説明する。図 8b に示されるように、整流回路 220 を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電側共振回路 210 からダイオード D5、スイッチング素子 SW13 およびダイオード D2 を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電側共振回路 210 からダイオード D6、スイッチング素子 SW13 およびダイオード D4 を経由して帰還する経路となる。この場合、整流回路 220 の出力には、電流が流れないため整流回路 220 から後段の回路素子を異常から保護することができる。

[0051] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置 S3 では、受電側電圧検知部 230 が検知した出力電圧の値があらかじめ設定した基準電圧値を超えたとき、短絡回路 540 のスイッチング素子 SW13 を動作させる。そのため、受電側共振回路 210 の受電コイル L2 の両端が短絡される。その結果、発生した過電圧が受電側共振回路 210 よりも後段へ出力されず、受電側共振回路 210 よりも後段の回路素子を保護することができる。また、受電側共振回路 210 の出力部とスイッチング素子 SW13 との間に挿入される整流素子 D5、D6 を備えるために、スイッチング素子 SW5、S

W6の寄生容量への電流の経路が遮断されるとともに、寄生容量の放電が抑制される。これにより、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えることができる。

[0052] また、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S3においては、短絡回路540を構成するスイッチング素子の個数が1つであるため、装置の省スペース化、簡素化を図ることができる。

[0053] (第3実施形態)

次に、図9を参照して、本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S4の構成について説明する。図9は、本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置を負荷とともに示す回路構成図である。

[0054] ワイヤレス電力伝送装置S4は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様に、ワイヤレス送電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。ワイヤレス送電装置100は、電源110と、電力変換回路120と、送電側共振回路130と、を有し、ワイヤレス受電装置200は、受電側共振回路210と、整流回路220と、受電側電圧検知部230、短絡回路240、制御回路250と、を有する。電源110、電力変換回路120、送電側共振回路130、受電側共振回路210、整流回路220、受電側電圧検知部230、制御回路250の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様である。本実施形態では、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1の電力変換回路120に代えて、電力変換回路620を備えている点、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1の制御回路250に代えて、制御回路750を備えている点において、第1実施形態と相違する。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0055] 電力変換回路620は、図9に示されるように、電力変換部121と、スイッチ駆動部122と、電力制御部123と、を有する。電力変換部121、スイッチ駆動部122の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様である。

- [0056] 電力制御部123は、電力変換回路620の機能を停止させ、ワイヤレス送電装置100の送電動作を停止させる機能を有する。具体的には、後述するワイヤレス受電装置200の制御回路750から供給される停止信号SG15を受信すると、電力変換部121の動作を停止させる。なお、本実施形態では、スイッチ駆動部122と電力制御部123を別々の構成としているが、これらはどちらか片方が両方の機能を有してもよい。
- [0057] 制御回路750は、制御回路250と同様に、短絡回路240の動作を制御している。本実施形態では、上記機能に加えて、電力制御部123を制御する機能を有している。具体的には、受電側電圧検知部230からの出力信号SG5を受信すると、スイッチング素子SW5、SW6に駆動信号SG6を供給し、スイッチング素子SW5、SW6をオンするように制御し、さらに、スイッチング素子SW5、SW6に駆動信号SG6を供給したと同時または直後に停止信号SG15を電力制御部123に送信し、ワイヤレス送電装置100の送電動作を停止するように制御する。
- [0058] 次に、図10のフローチャートを参照して、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S4の異常時における保護動作について詳細に説明する。図10は、本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の保護動作を示すフローチャートである。
- [0059] 図10において、ステップS101～ステップS105までは第1実施形態と同様の動作のため、ここでは説明を省略する。
- [0060] 制御回路750は、スイッチング素子SW5、SW6がオンに制御されると同時または直後にワイヤレス送電装置100の電力制御部123に対して停止信号SG15を送信する。(ステップS106)
- [0061] 続いて、電力制御部123は、停止信号SG15を受信すると電力変換回路620の動作を停止させワイヤレス送電装置100の送電動作を停止させる。(ステップS107)
- [0062] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S4では、受電側電圧検知部230が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電

圧値を超えたとき、短絡回路240のスイッチング素子SW5, SW6を動作させる。そのため、整流回路220のダイオードD2, D4が短絡される。その結果、発生した過電圧が受電側共振回路210よりも後段へ出力されず、受電側共振回路210よりも後段の回路素子を保護することができる。また、受電側共振回路210の出力部とスイッチング素子SW5, SW6との間に挿入される整流素子D5, D6を備えるために、スイッチング素子SW5, SW6の寄生容量への電流の経路が遮断されるとともに、寄生容量の放電が抑制される。これにより、通常動作時における無効電力による電力損失の発生を抑えることができる。

[0063] さらに、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S4においては、制御回路750がスイッチング素子SW5, SW6を動作させるのと同様または直後に送電動作を停止させる停止信号SG15をワイヤレス送電装置100に送信するように構成している。そのため、受電側電圧検知部230が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、ワイヤレス送電装置100の動作が停止する。したがって、ワイヤレス電力伝送装置S4全体の回路素子を保護することができる。また、ワイヤレス送電装置100の動作が停止することにより、短絡回路240への電流印加時間が抑制されるため、短絡回路240を保護できる。

[0064] (第4実施形態)

次に、図11を参照して、本発明の第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の構成について説明する。図11は、本発明の第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷とともに示す回路構成図である。

[0065] 第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様に、ワイヤレス送電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。ここで、第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス送電装置100は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1におけるワイヤレス送電装置100と同様のため説

明は省略する。第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置200は、受電側共振回路210と、変圧回路260と、整流回路220と、受電側電圧検知部230と、短絡回路240と、制御回路250と、を有する。受電側共振回路210、整流回路220、受電側電圧検知部230、短絡回路240、制御回路250の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1と同様である。本実施形態では、ワイヤレス受電装置200が変圧回路260を備えている点において、第1実施形態と相違する。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0066] 変圧回路260は、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の入力部との間に挿入されている。この変圧回路260は、受電側共振回路210の出力する電圧を所望の値に変圧して整流回路220に出力する。本実施形態においては、変圧回路260は、1次巻線 $L_p$ と2次巻線 $L_s$ を有するトランスである。1次巻線 $L_s$ と2次巻線 $L_p$ は、複数の細い導体素線を撚りあわせたリッツ線又は単線を用いて形成されている。ここで、1次巻線 $L_p$ と2次巻線 $L_s$ は磁氣的に結合しており、1次巻線 $L_p$ と2次巻線 $L_s$ の巻数比により1次巻線 $L_p$ に印加される電圧と2次巻線 $L_s$ に印加される電圧を変化させることができる。すなわち、変圧回路260は、受電側共振回路210の出力する電圧を1次巻線 $L_p$ と2次巻線 $L_s$ の巻数比に応じた電圧に変化させ、整流回路220に出力する機能を備えている。本実施形態では、1次巻線 $L_p$ の一方端に受電側共振回路210の一方の出力端が接続され、1次巻線 $L_p$ の他方端に受電側共振回路210の一方の出力端が接続される。さらに、2次巻線 $L_s$ の一方端はダイオードD1のアノードとダイオードD2のカソードの midpoint に接続され、2次巻線 $L_s$ の他方端はダイオードD3のアノードとダイオードD4のカソードの midpoint に接続される。

[0067] 本実施形態では、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の入力部との間に変圧回路260が挿入されている。そのため、短絡回路240のスイッチング素子SW5、SW6がオフ状態の場合、整流回路220を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイル $L_2$ から変圧回

路260、ダイオードD1、平滑コンデンサC2及び負荷RL、ダイオードD4、変圧回路260を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL2から変圧回路260、ダイオードD3、平滑コンデンサC2及び負荷RL、ダイオードD2、変圧回路260を経由して帰還する経路となる。また、短絡回路240のスイッチング素子SW5、SW6がオン状態の場合、整流回路220を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイルL2から変圧回路260、ダイオードD5、スイッチング素子SW5、ダイオードD2、変圧回路260を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL2から変圧回路260、ダイオードD6、スイッチング素子SW6、ダイオードD4、変圧回路260を経由して帰還する経路となる。

[0068] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置では、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の入力部との間に変圧回路260をさらに備えている。そのため、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時に変圧回路260の変圧比を変えることで1つの受電側共振回路210から所望の電圧・電流を出力することが可能となる。

[0069] (第5実施形態)

次に、図12を参照して、本発明の第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の構成について説明する。図12は、本発明の第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷とともに示す回路構成図である。

[0070] 第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置は、第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置と同様に、ワイヤレス送電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス送電装置100は、第4実施形態と同様に、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置S1におけるワイヤレス送電装置100と同様のため説明は省略する。第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置200は、受電側共振回路210と、変圧回路26

0と、整流回路220と、受電側電圧検知部230と、短絡回路640と、制御回路250と、を有する。受電側共振回路210、変圧回路260、整流回路220、受電側電圧検知部230、制御回路250の構成は、第4実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置と同様である。本実施形態では、ワイヤレス受電装置200が短絡回路240に代えて短絡回路640を備えている点において、第4実施形態と相違する。以下、第4実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0071] 短絡回路640は、受電側電圧検知部230が検知した整流回路220の出力電圧があらかじめ設定された基準電圧値を超えた場合、受電コイルL2の両端を短絡させる機能を有している。具体的には短絡回路640は、受電側共振コンデンサC20と受電側共振コンデンサC21との間を短絡させる機能を有している。この短絡回路640は、制御回路250から送信される駆動信号SG6に基づいて、短絡動作が行われる。短絡回路240は、スイッチング素子SW14、SW15と整流素子D11、D12から構成される。

[0072] スwitching素子SW14、SW15は、受電側共振回路210の出力部と整流回路220の出力部との間に接続されている。より具体的には、スイッチング素子SW14、SW15は、それぞれ受電側共振回路210の出力部と変圧回路260の入力部との間に並列に接続されている。スイッチング素子SW14、SW15は、制御回路250からの駆動信号SG6を受けて、オン・オフする機能を備えている。つまり、スイッチング素子SW14、SW15がオンされると、受電側共振回路210の出力部の両端が短絡され、整流回路220に電圧が生じなくなる。逆に、スイッチング素子SW14、SW15がオフされると、変圧回路260は受電側共振回路210の出力する電圧を所望の値に変圧して整流回路220に出力し、整流回路220は4つのダイオードD1～D4がフルブリッジ接続された全波整流回路として機能することとなる。なお、本実施形態ではスイッチング素子SW14、SW15としてMOS-FETを用いたが、これに限られることなく、たとえば



I G B Tなどの素子でもよい。

[0073] 整流素子D 1 1, D 1 2は、受電側共振回路2 1 0の出力部とスイッチング素子S W 1 4, S W 1 5との間に挿入されている。整流素子D 1 1, D 1 2としては、ダイオードが挙げられる。本実施形態では、整流素子D 1 1は、スイッチング素子S W 1 4と直列接続されており、アノードがスイッチング素子S W 1 4のドレインに接続され、カソードが受電側共振回路2 1 0の出力部、すなわち受電側共振コンデンサC 2 0に接続されている。整流素子D 1 2は、スイッチング素子S W 1 5と直列接続されており、アノードが受電側共振回路2 1 0の出力部、すなわち受電側共振コンデンサC 2 0に接続され、カソードがスイッチング素子S W 1 5のドレインに接続されている。

[0074] 本実施形態では、受電側共振回路2 1 0の出力部と変圧回路2 6 0の入力部との間に短絡回路6 4 0が並列に挿入されている。そのため、短絡回路6 4 0のスイッチング素子S W 1 4, S W 1 5がオフ状態の場合、整流回路2 2 0を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイルL 2から変圧回路2 6 0、ダイオードD 1、平滑コンデンサC 2及び負荷R L、ダイオードD 4、変圧回路2 6 0を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL 2から変圧回路2 6 0、ダイオードD 3、平滑コンデンサC 2及び負荷R L、ダイオードD 2、変圧回路2 6 0を経由して帰還する経路となる。また、短絡回路6 4 0のスイッチング素子S W 1 4, S W 1 5がオン状態の場合、整流回路2 2 0を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイルL 2からスイッチング素子S W 1 4、ダイオードD 1 1を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイルL 2からダイオードD 1 2、スイッチング素子S W 1 5を経由して帰還する経路となる。

[0075] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置では、受電側共振回路2 1 0の出力部と整流回路2 2 0の入力部との間に変圧回路2 6 0をさらに備えている。そのため、過電圧が生じた場合に回路素子を保護しつつ、通常動作時に変圧回路2 6 0の変圧比を変えることで1つの受電側共振回

路 210 から所望の電圧・電流を出力することが可能となる。また、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置においては、短絡回路 640 を受電側共振回路 210 の出力部と変圧回路 260 の入力部との間に挿入しているため、過電圧が生じた場合に変圧回路 260 以降の回路素子を保護することができる。

[0076] (第 6 実施形態)

次に、図 13 を参照して、本発明の第 6 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置の構成について説明する。図 13 は、本発明の第 6 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置を負荷とともに示す回路構成図である。

[0077] 第 6 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置は、第 1 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置 S1 と同様に、ワイヤレス送電装置 100 と、ワイヤレス受電装置 200 と、を有する。ここで、第 6 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス送電装置 100 は、第 1 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置 S1 におけるワイヤレス送電装置 100 と同様のため説明は省略する。第 6 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置におけるワイヤレス受電装置 200 は、受電側共振回路 210 と、インダクタ回路 270 と、整流回路 220 と、受電側電圧検知部 230 と、短絡回路 240 と、制御回路 250 と、を有する。受電側共振回路 210、整流回路 220、受電側電圧検知部 230、短絡回路 240、制御回路 250 の構成は、第 1 実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置 S1 と同様である。本実施形態では、ワイヤレス受電装置 200 がインダクタ回路 270 を備えている点において、第 1 実施形態と相違する。以下、第 1 実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0078] インダクタ回路 270 は、受電側共振回路 210 の出力部と整流回路 220 の入力部との間に挿入されている。本実施形態においては、インダクタ回路 270 は、インダクタ L5、L6 を有する。インダクタ L5、L6 は、ある周波数以上の周波数に対する大きな抵抗としての機能、コモンモードノイズを除去する機能を有する。これにより、インダクタ L5、L6 は、受電側

共振回路 210 からの出力に重畳するノイズを減衰、または遮断して、整流回路 220 に出力する機能を備えている。本実施形態では、インダクタ L5 の一方端は、受電側共振回路 210 の一方の出力端が接続され、インダクタ L5 の他方端は、ダイオード D3 のアノードとダイオード D4 のカソードの midpoint に接続されている。さらに、インダクタ L6 の一方端は、受電側共振回路 210 の他方の出力端が接続され、インダクタ L6 の他方端は、ダイオード D1 のアノードとダイオード D2 のカソードの midpoint に接続されている。インダクタ L5, L6 としては、ノーマルモードのノイズを抑制させるノーマルモードチョークコイル、コモンモードのノイズを抑制させるコモンモードチョークコイルが挙げられる。

[0079] 本実施形態では、受電側共振回路 210 の出力部と整流回路 220 の入力部との間にインダクタ回路 270 が挿入されている。そのため、短絡回路 240 のスイッチング素子 SW5, SW6 がオフ状態の場合、整流回路 220 を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイル L2 から、インダクタ L6、ダイオード D1、平滑コンデンサ C2 及び負荷 RL、ダイオード D4、インダクタ L5 を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイル L2 からインダクタ L5、ダイオード D3、平滑コンデンサ C2 及び負荷 RL、ダイオード D2、インダクタ L6 を経由して帰還する経路となる。また、短絡回路 240 のスイッチング素子 SW5, SW6 がオン状態の場合、整流回路 220 を流れる交流電流の電流経路のうち、一方の電流経路は受電コイル L2 からインダクタ L5、ダイオード D5、スイッチング素子 SW5、ダイオード D2、インダクタ L6 を経由して帰還する経路となり、他方の電流経路は受電コイル L2 からインダクタ L6、ダイオード D6、スイッチング素子 SW6、ダイオード D4、インダクタ L5 を経由して帰還する経路となる。

[0080] 以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置では、受電側共振回路 210 の出力部と整流回路 220 の入力部との間にインダクタ回路 270 をさらに備えている。そのため、過電圧が生じた場合に回路素子を保護

しつつ、通常動作時におけるノイズ抑制が可能となる。

[0081] なお、上述の第6実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置における特徴的構成ならびに機能は、第4及び第5実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置に適用しても構わない。

### 符号の説明

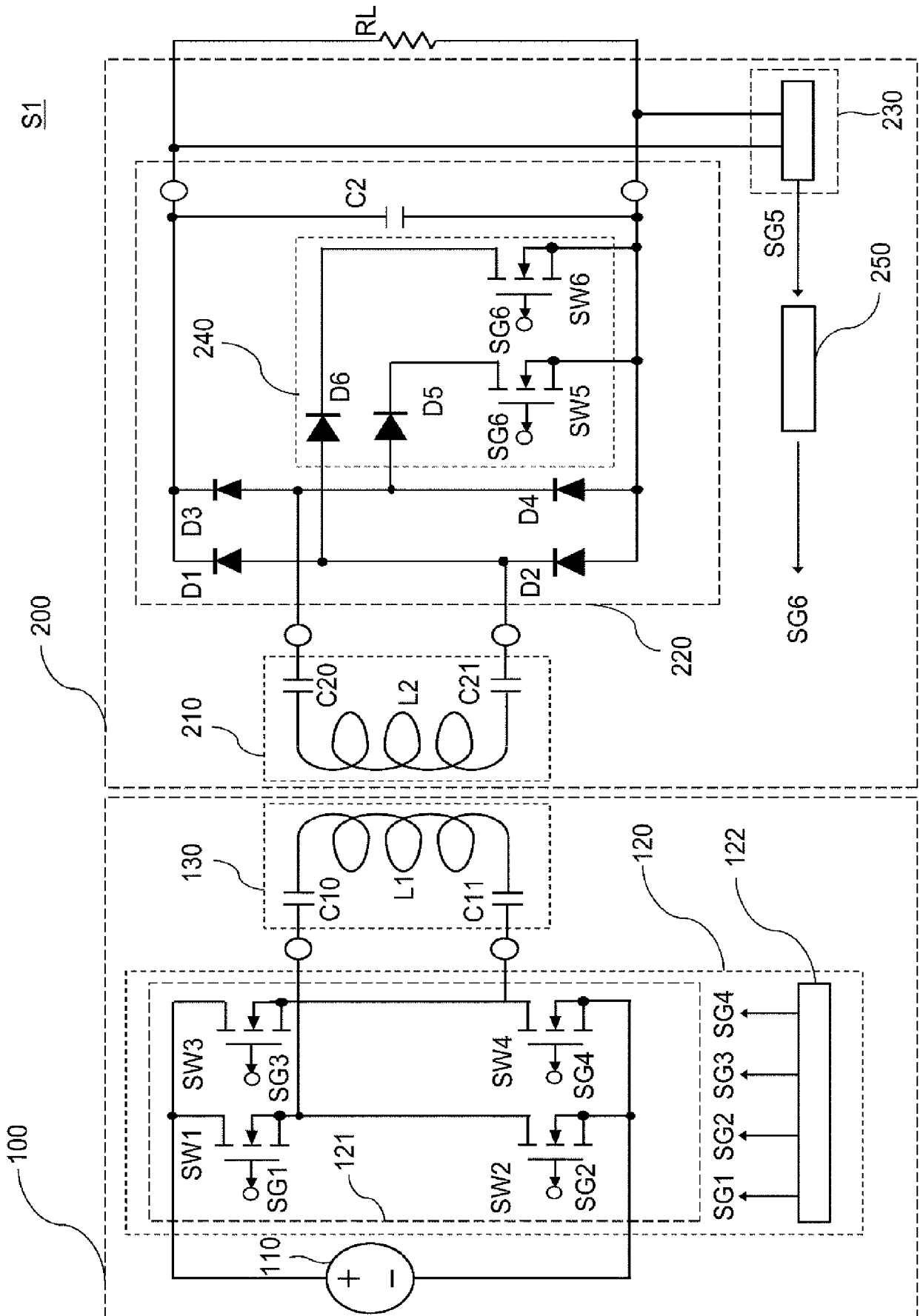
[0082] S1～S4…ワイヤレス電力伝送装置、100…ワイヤレス送電装置、110…電源、120, 620…電力変換回路、121…電力変換部、122…スイッチ駆動部、123…電力制御部、130…送電側共振回路、200…ワイヤレス受電装置、210…受電側共振回路、220…整流回路、230…受電側電圧検知部、240, 540, 640…短絡回路、250, 750…制御回路、260…変圧回路、270…インダクタ回路、300…ワイヤレス送電装置、310…電源、320…電力変換回路、321…電力変換部、322…スイッチ駆動部、330…送電側共振回路、400…ワイヤレス受電装置、410…受電側共振回路、420…整流回路、430…受電側電圧検知部、440…短絡回路、450…制御回路、SW1～SW15…スイッチング素子、C2, C4…平滑コンデンサ、C10, C11, C30, C31…送電側共振コンデンサ、C20, C21, C40, C41…受電側共振コンデンサ、L1, L3…送電コイル、L2, L4…受電コイル、Lp…1次巻線、Ls…2次巻線、L5, L6…インダクタ、D1～D12…整流素子（ダイオード）、SG1～SG4, SG7～SG10…SW制御信号、SG5, SG13…出力信号、SG6, SG14…駆動信号、SG15…停止信号。

## 請求の範囲

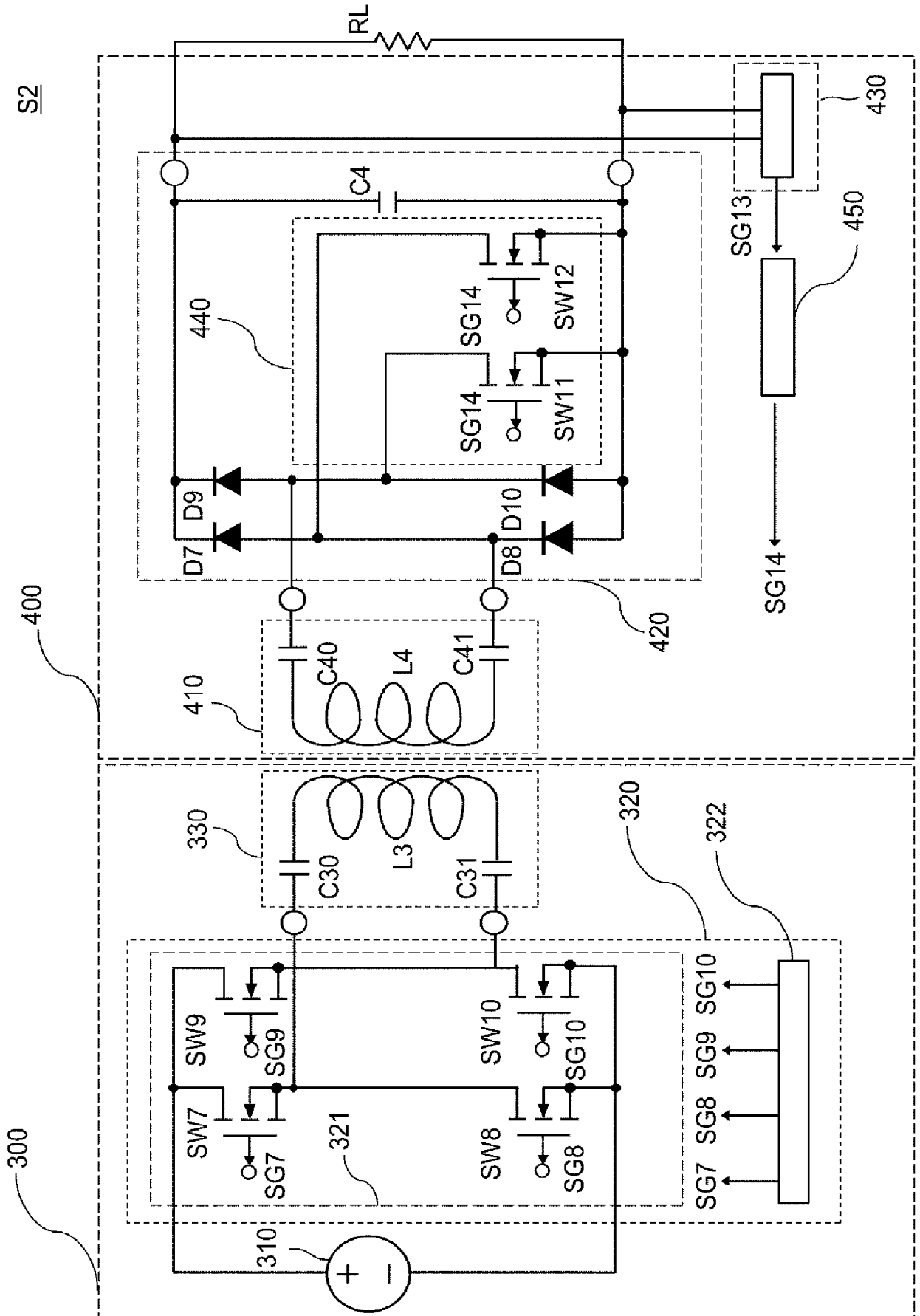
- [請求項1]           ワイヤレス送電装置からワイヤレスにて電力を受電するワイヤレス受電装置であって、
- 送電側からの電力をワイヤレスに受電する受電コイルと、前記受電コイルに接続される受電側共振コンデンサと、を有する受電側共振回路と、
- 前記受電コイルが受電した電力を整流して負荷に出力する整流回路と、
- 前記整流回路の出力電圧を検知する受電側電圧検知部と、
- 前記受電側共振回路の出力部と前記整流回路の出力部との間に接続されるスイッチング素子と、前記受電側共振回路の出力部と前記スイッチング素子との間に挿入される整流素子と、を有する短絡回路と、
- 前記受電側電圧検知部が検知した出力電圧の値があらかじめ設定された基準電圧値を超えたとき、前記スイッチング素子を動作させる制御回路と、を備えることを特徴とするワイヤレス受電装置。
- [請求項2]           前記整流回路は、4つのダイオードがフルブリッジ接続されたブリッジ型回路と、前記ブリッジ型回路が並列に接続された平滑コンデンサと、を有する請求項1に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項3]           前記制御回路は、前記スイッチング素子を動作させるのと同時または直後に送電動作を停止させる停止信号をワイヤレス送電装置に送信することを特徴とする請求項1または2に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項4]           前記受電側共振回路の出力部と前記整流回路の入力部との間に挿入される変圧回路をさらに備えることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項5]           前記受電側共振回路の出力部と前記整流回路の入力部との間に挿入されるインダクタ回路をさらに備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のワイヤレス受電装置。

[請求項6]           請求項1～5のいずれか一項に記載のワイヤレス受電装置と、ワイヤレス送電装置を備え、前記ワイヤレス送電装置は、受電側に電力をワイヤレスにて送電する送電コイルと、前記送電コイルに接続される送電側共振コンデンサとで構成される送電側共振回路と、入力直流電力を交流電力に変換して前記送電コイルに供給する電力変換回路と、を有することを特徴とするワイヤレス電力伝送装置。

[図1]

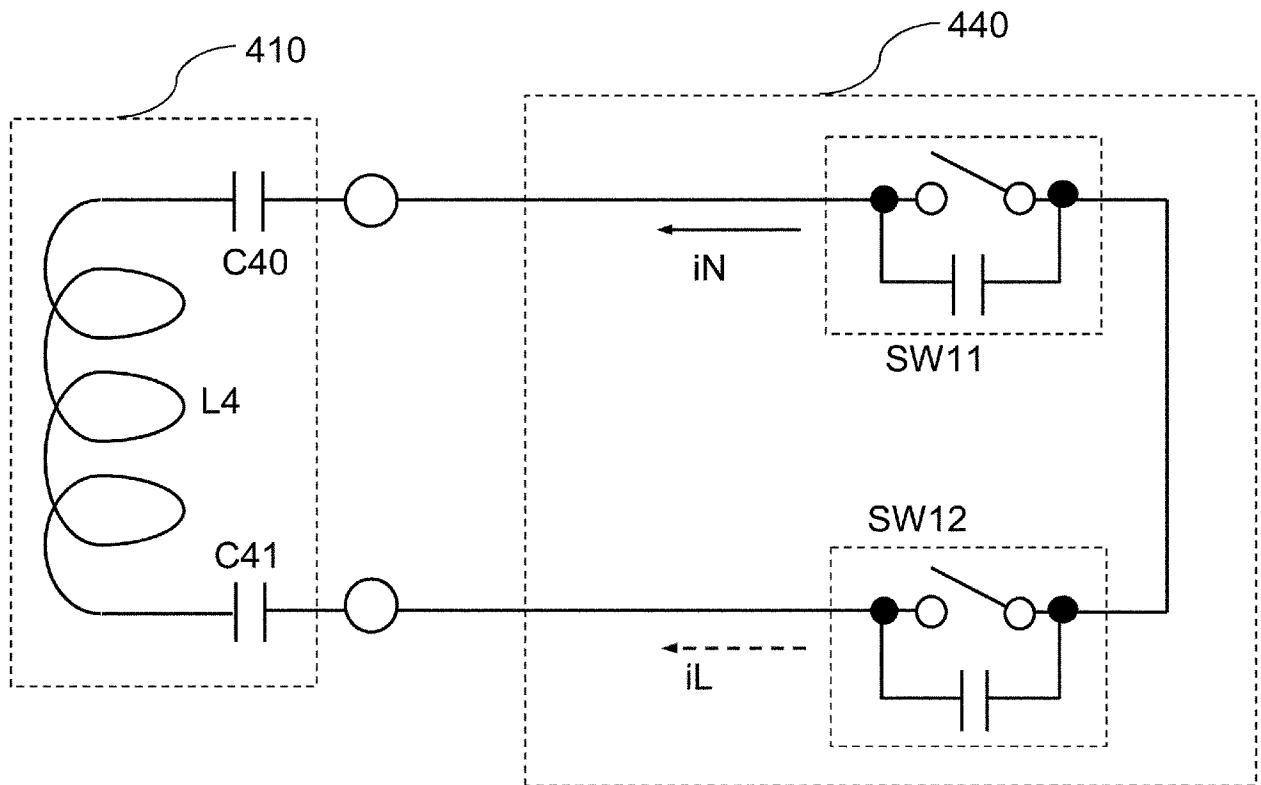


[図2]

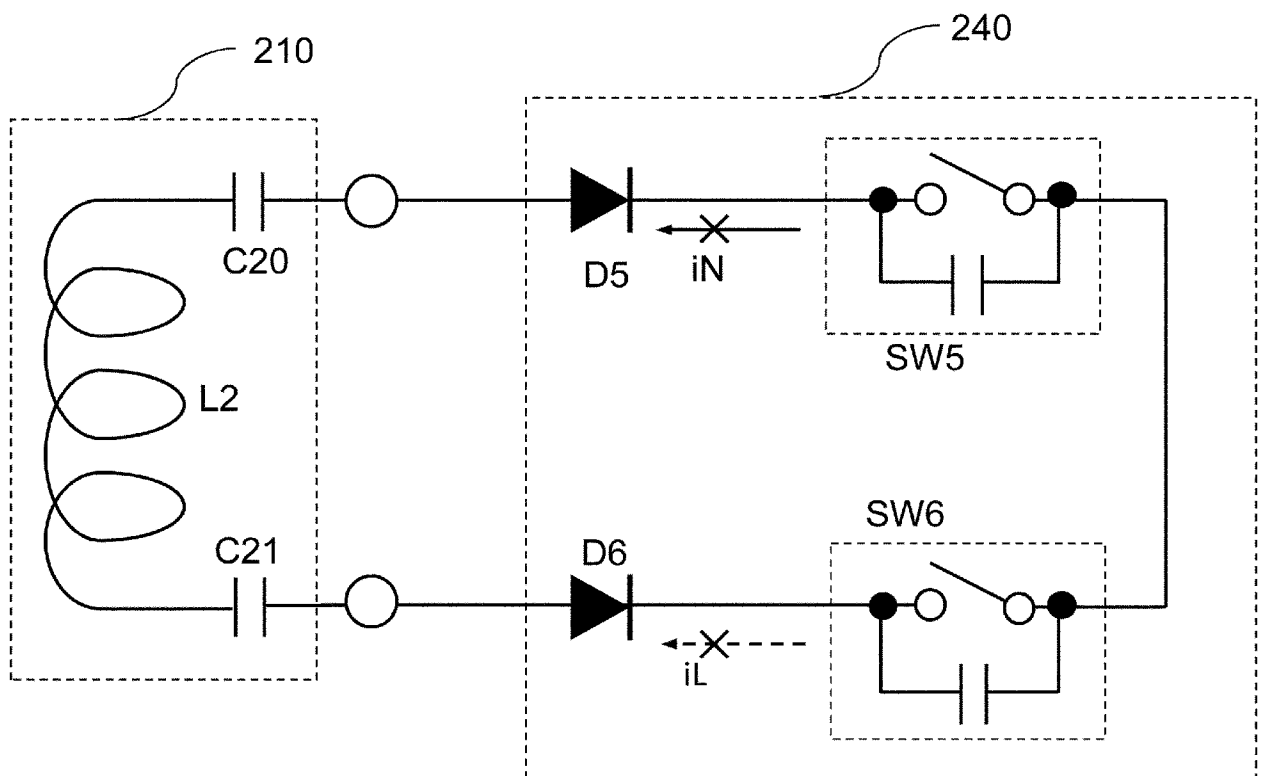




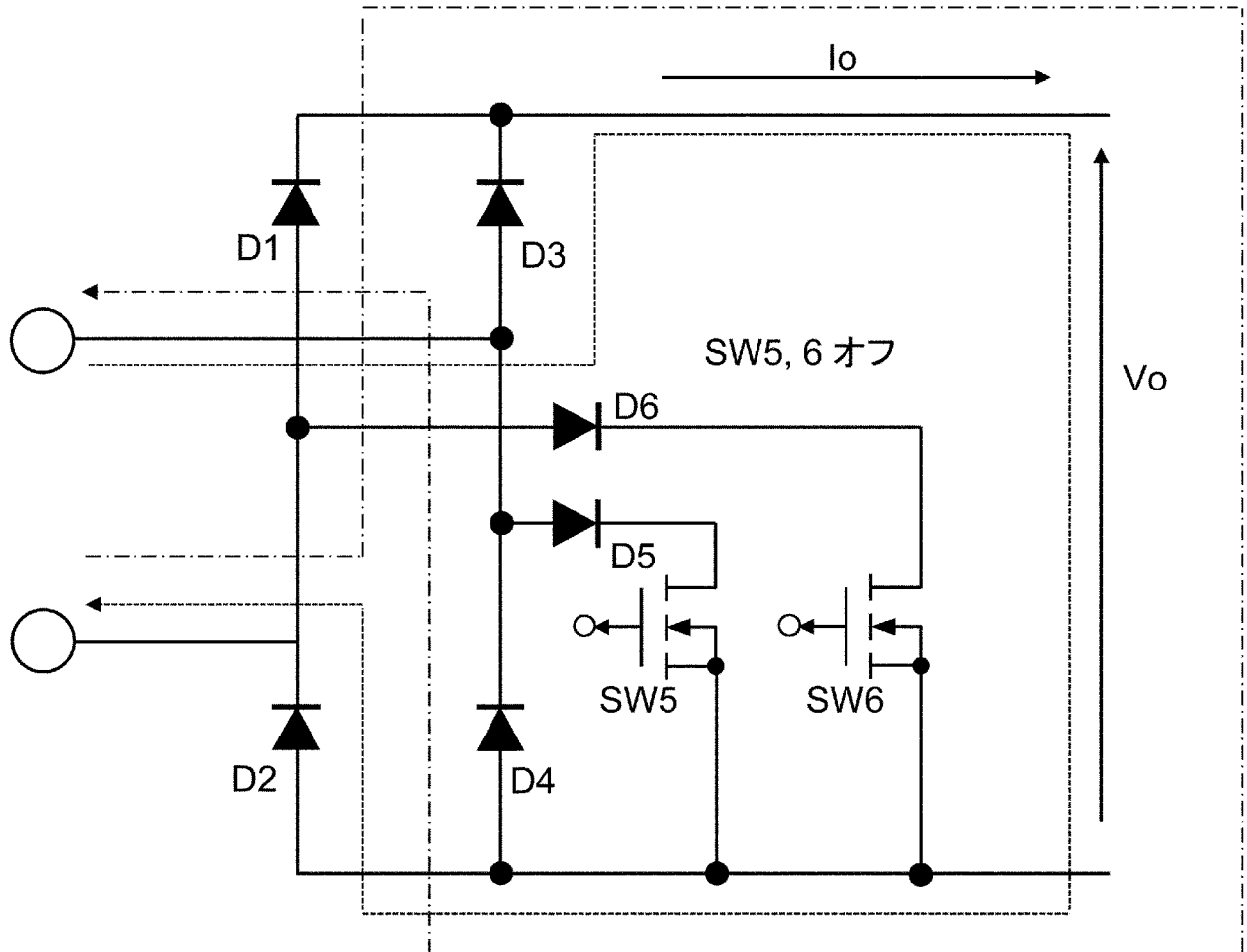
[図3]



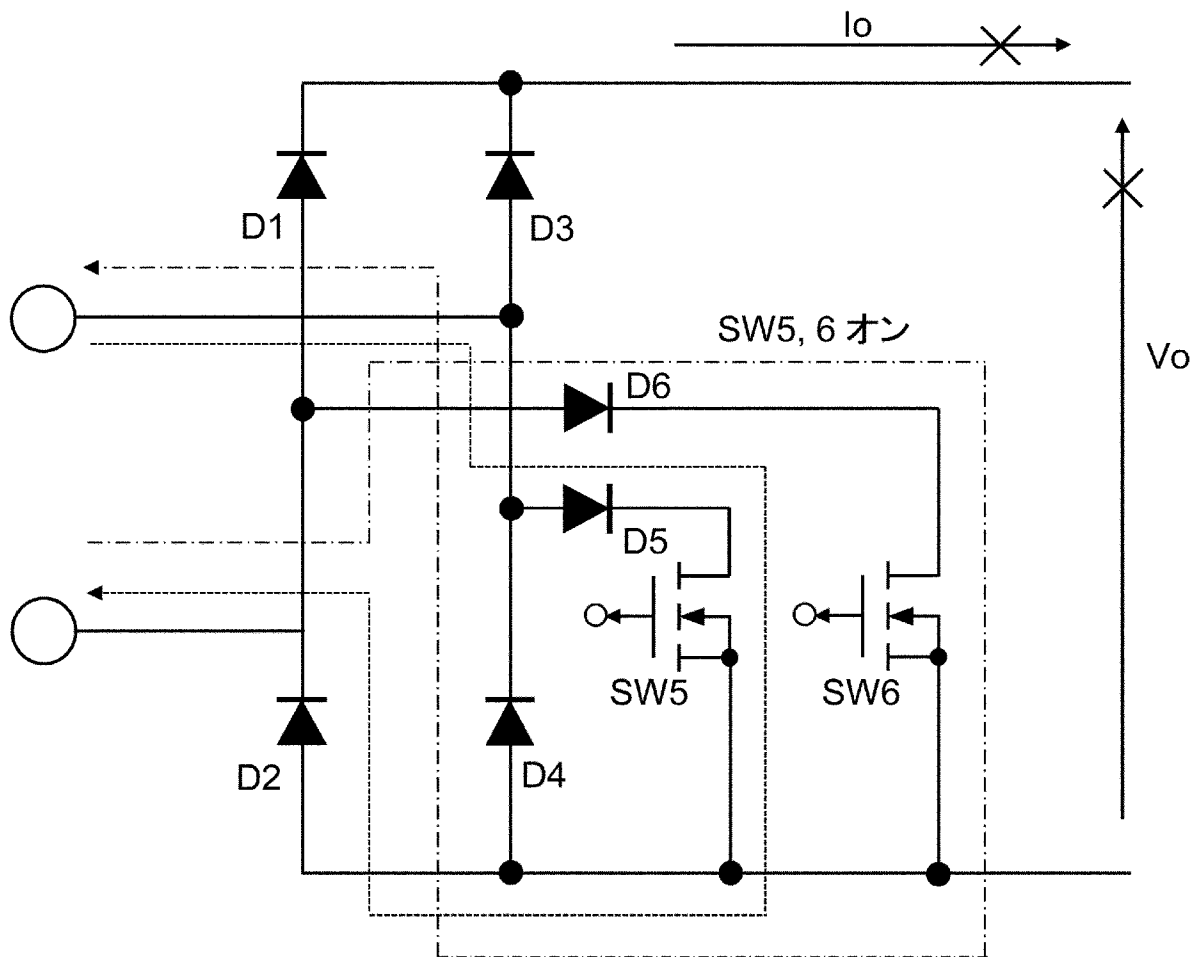
[図4]



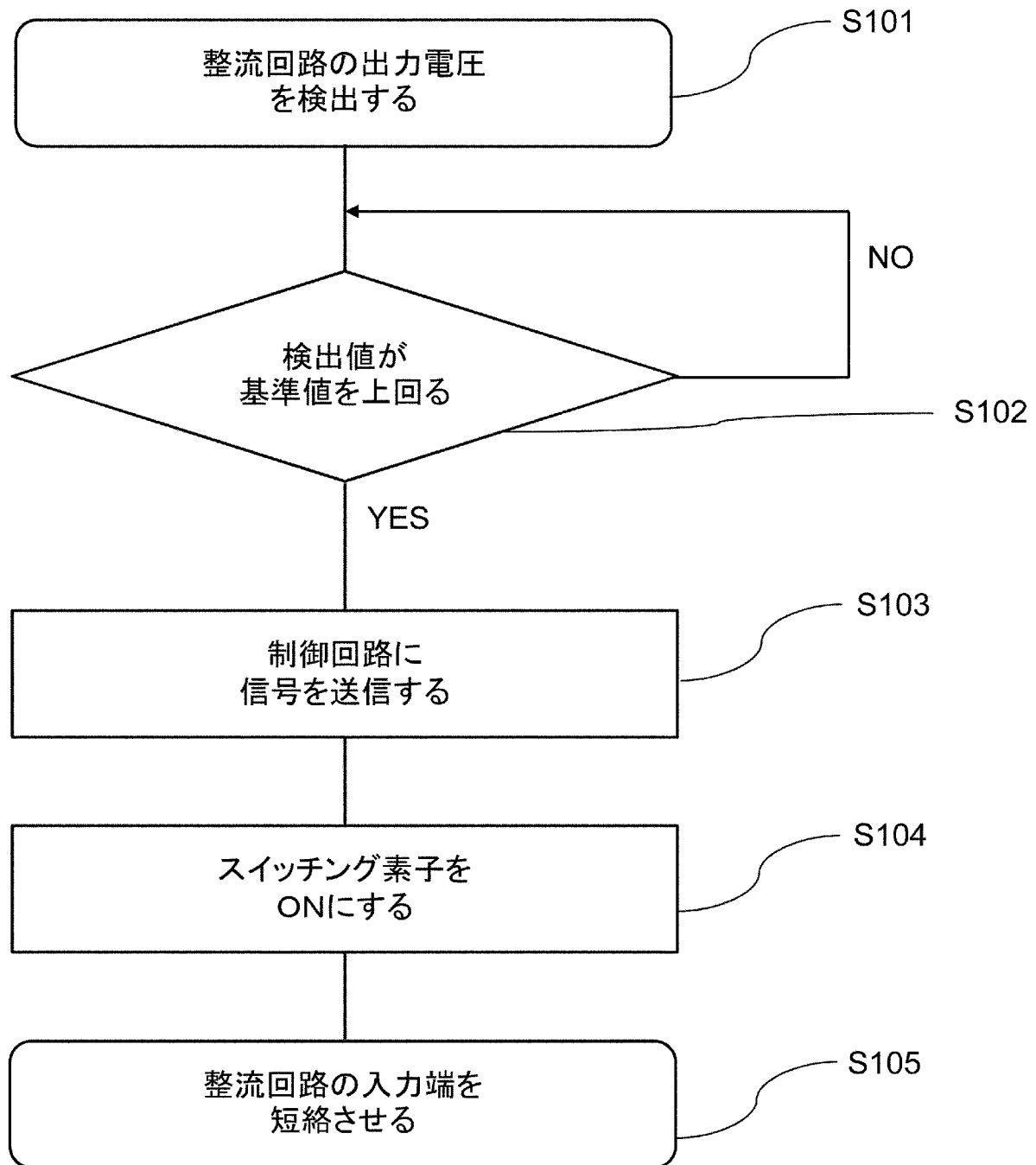
[図5a]



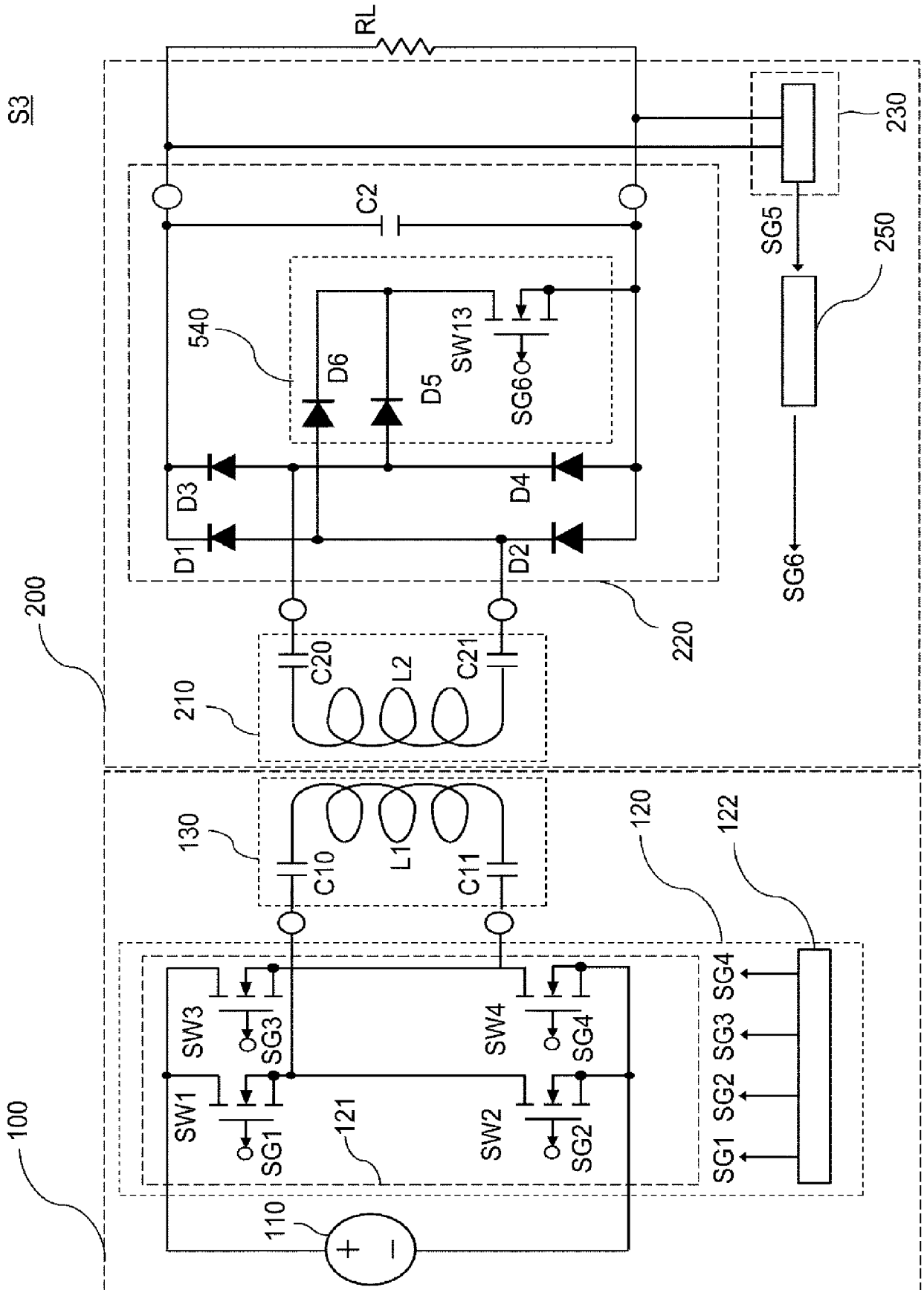
[図5b]



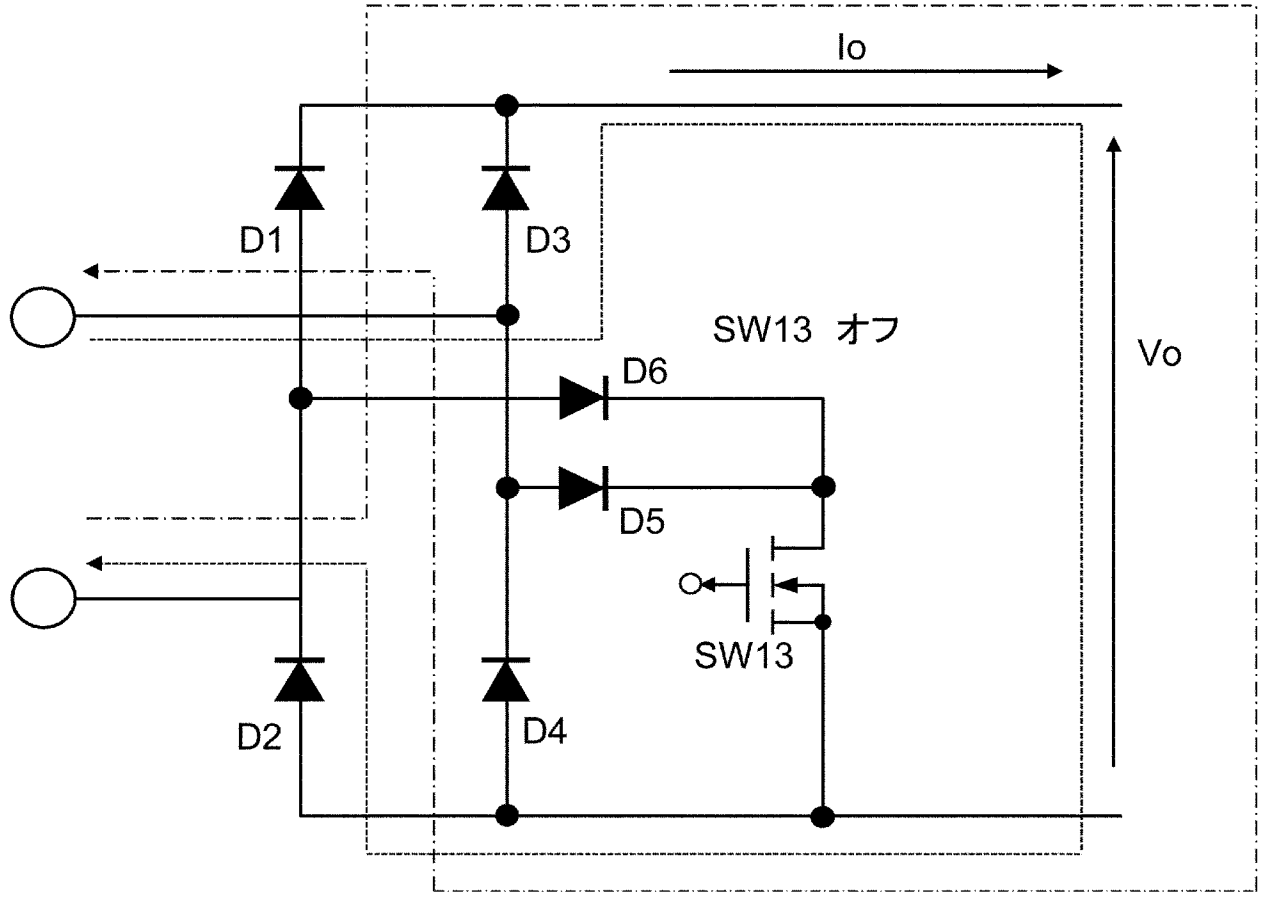
[図6]



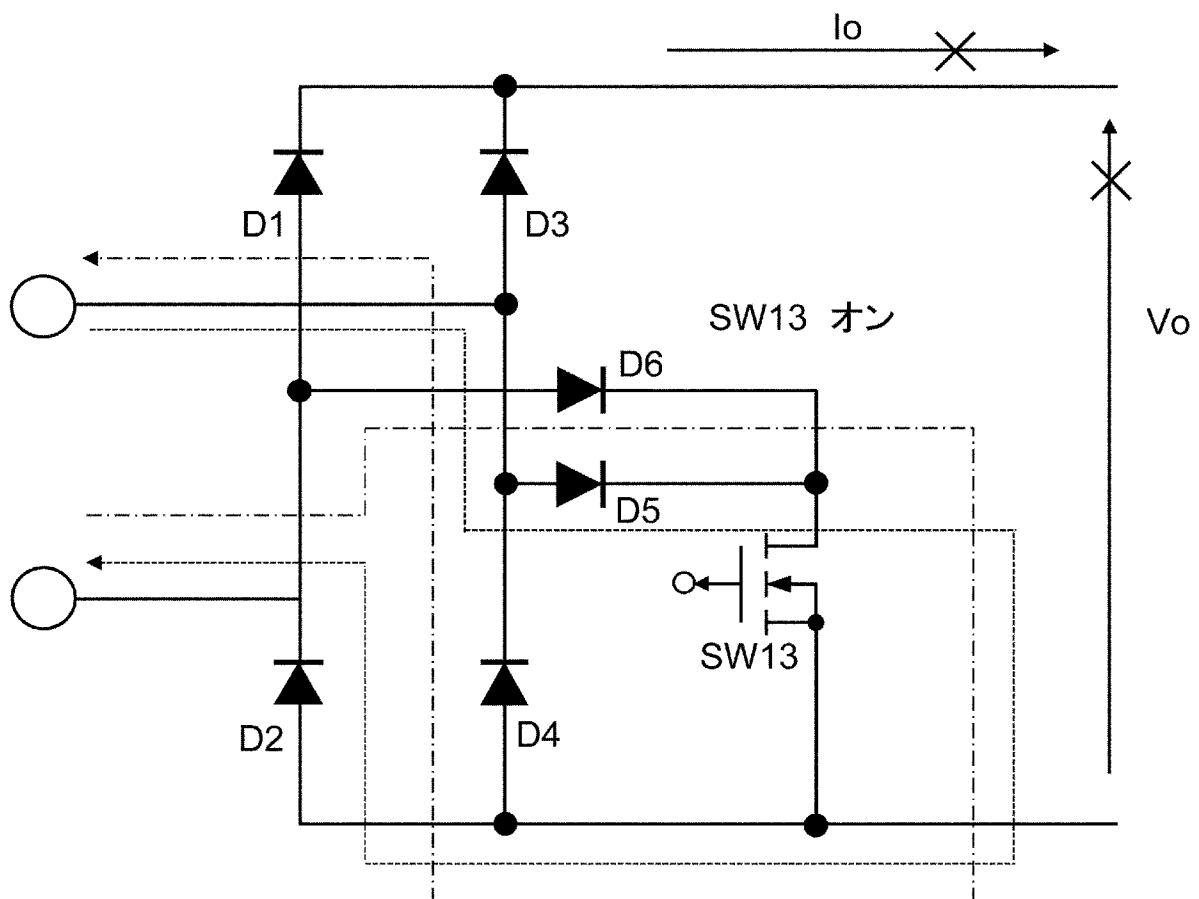
[図7]



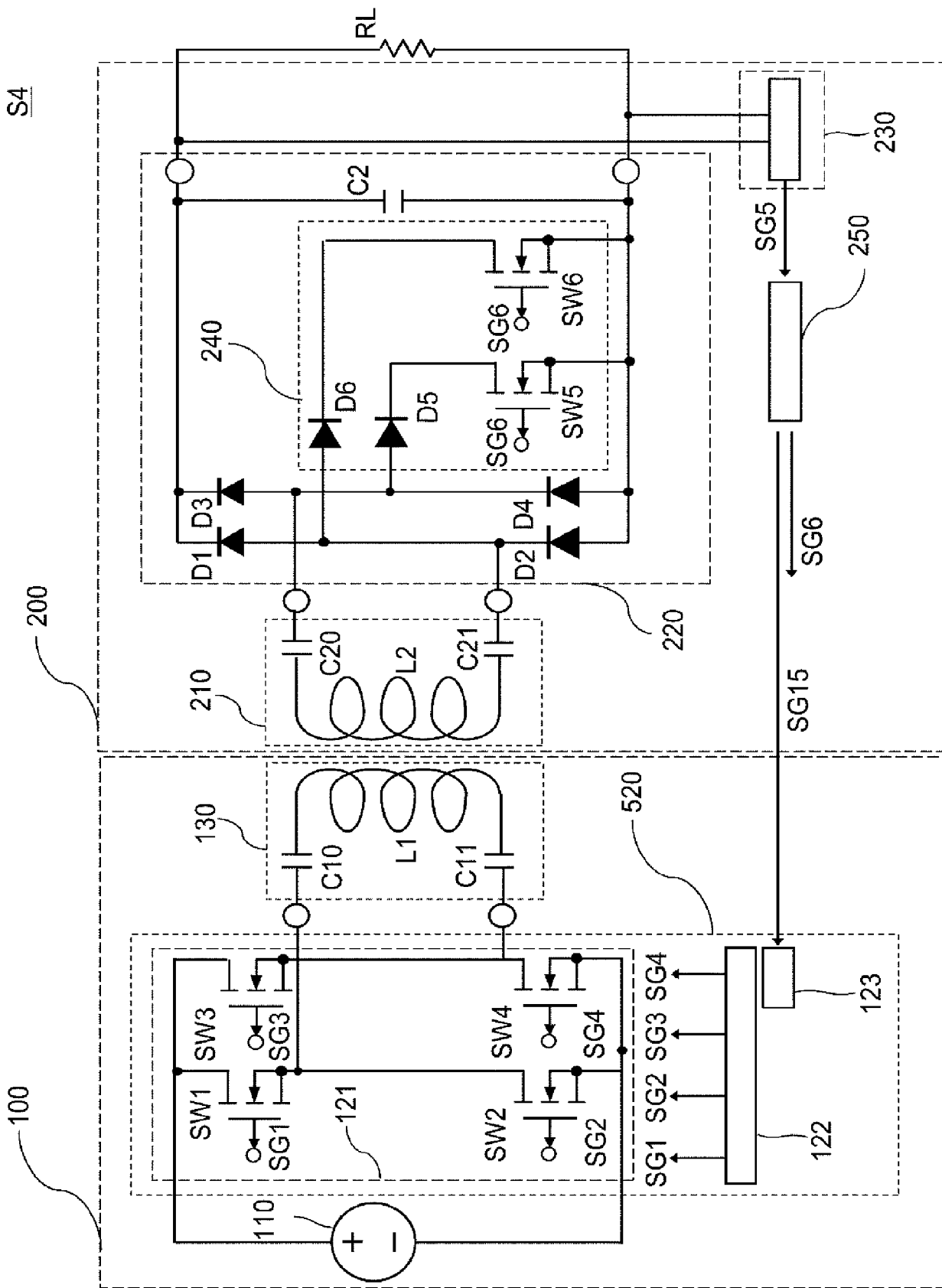
[図8a]



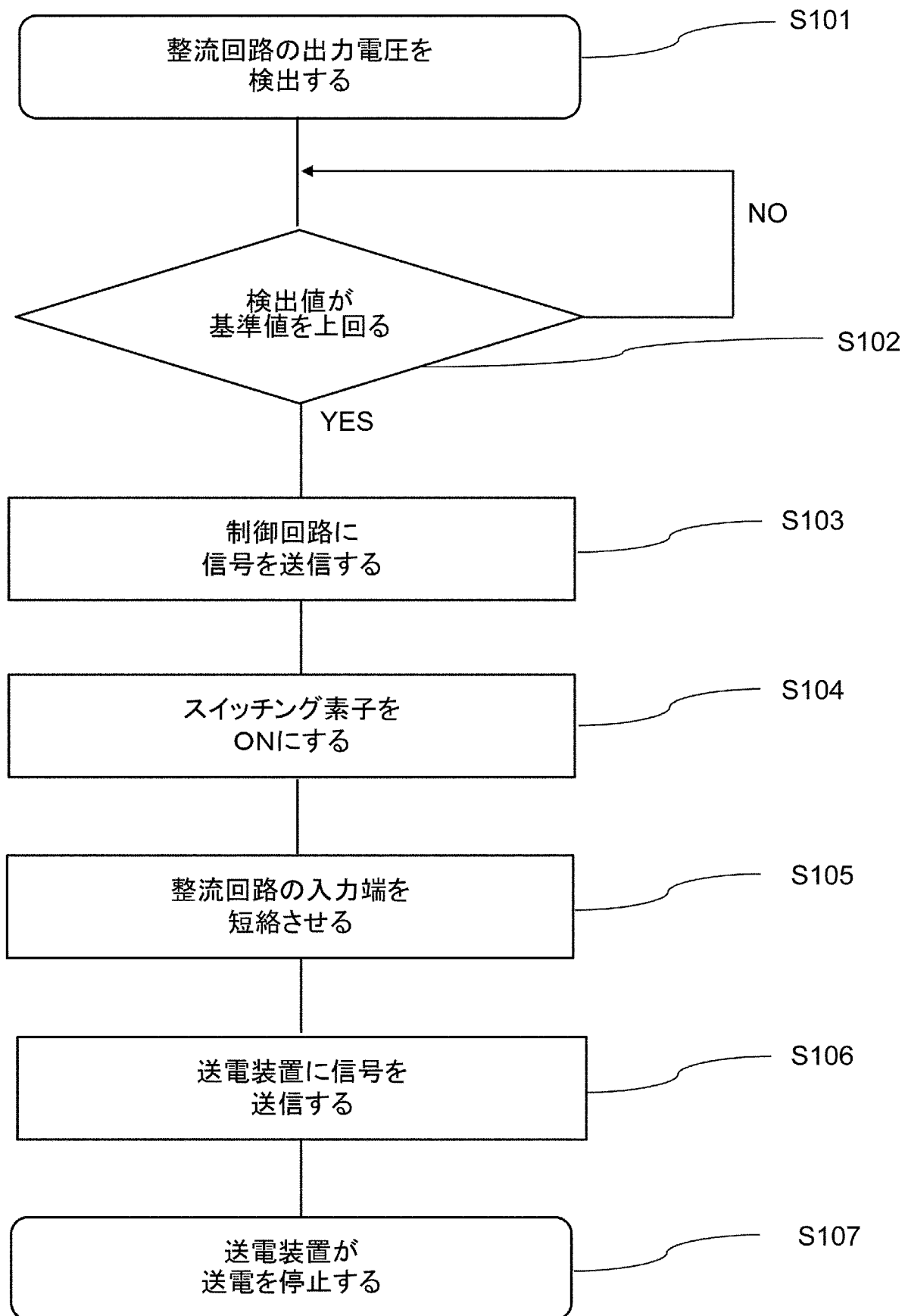
[図8b]



[図9]

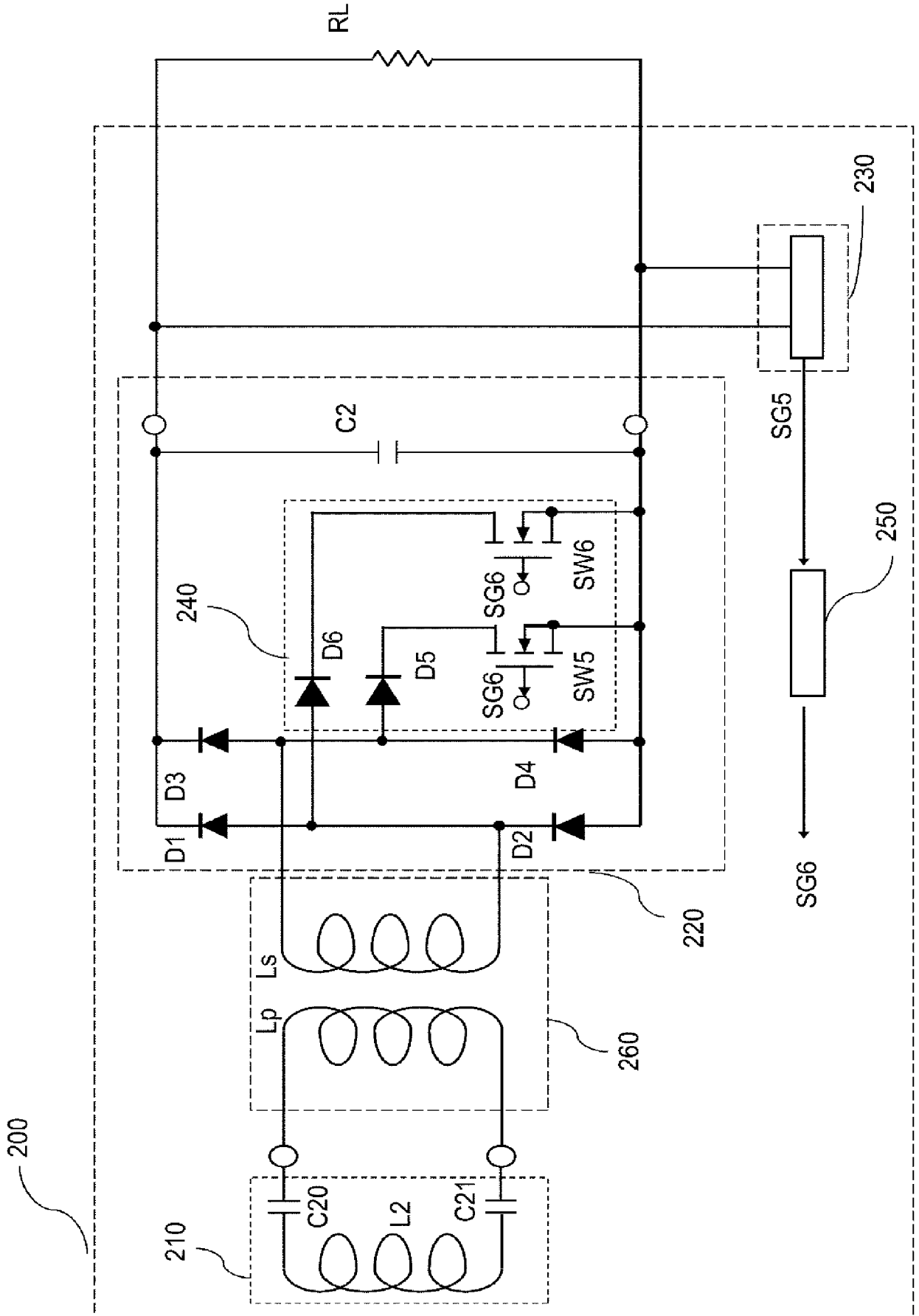


[図10]

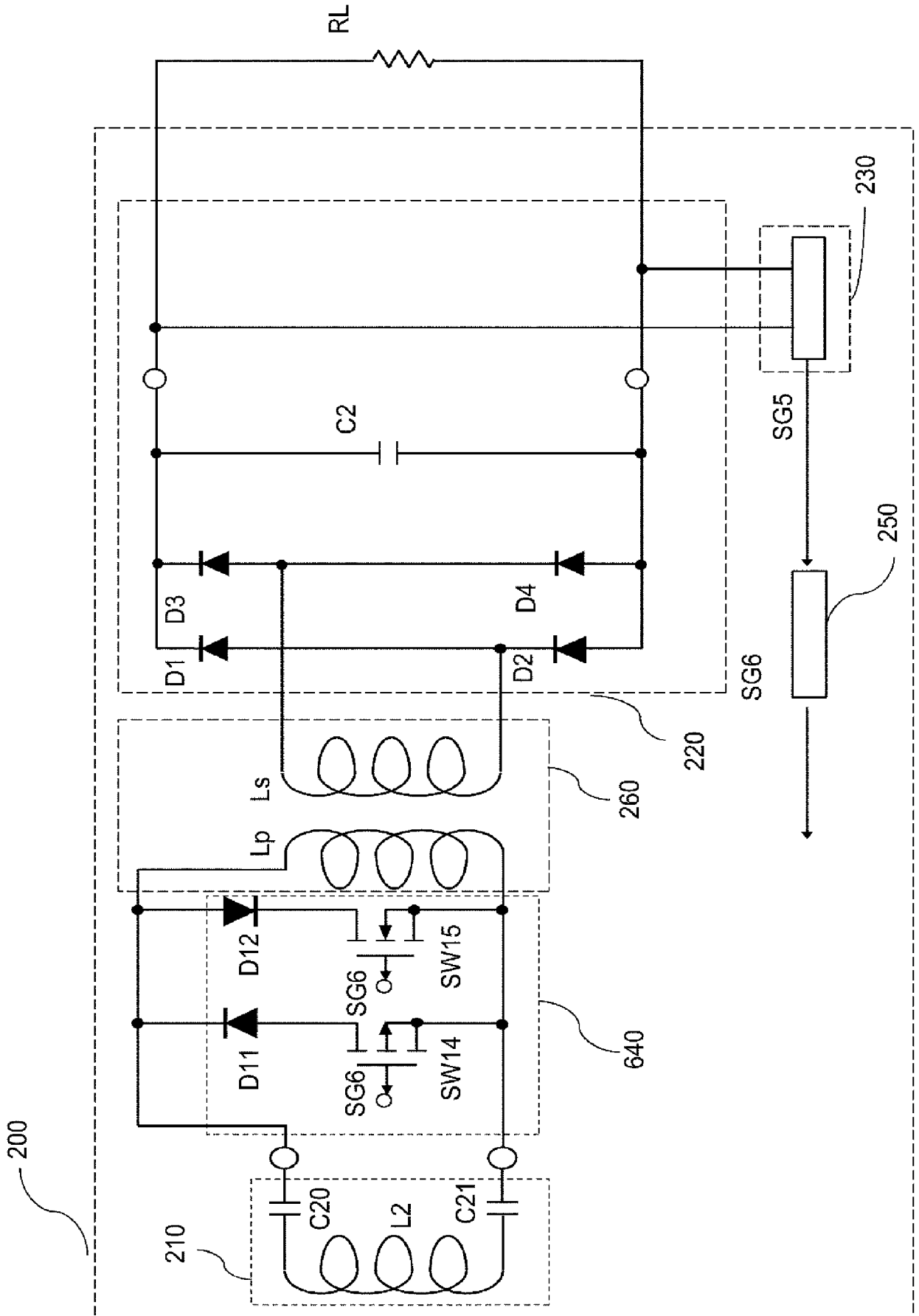




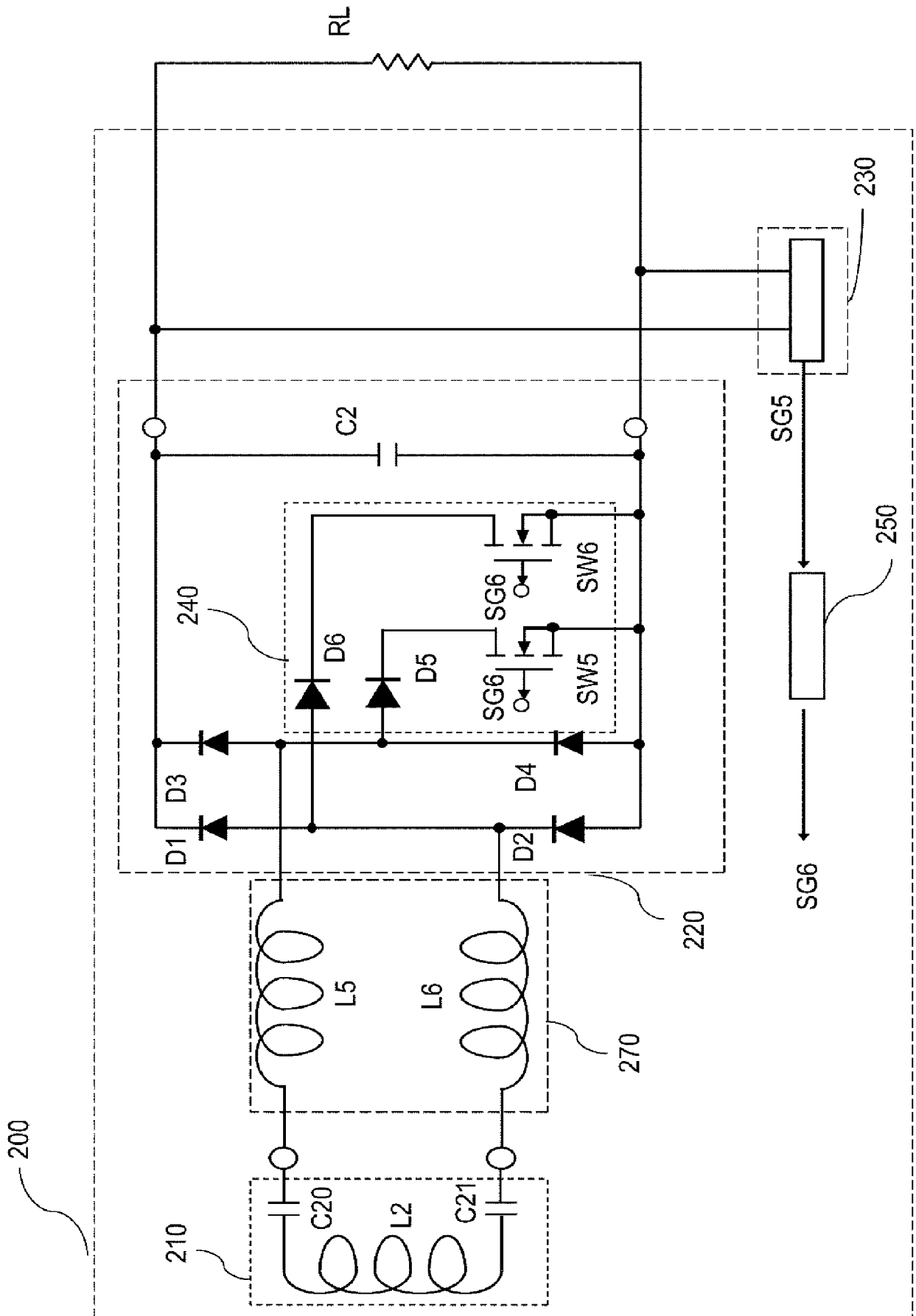
[図11]



[図12]



[図13]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/060415

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <i>H02J50/12(2016.01)i, H02H7/00(2006.01)i, H02J50/80(2016.01)i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>H02J50/12, H02H7/00, H02J50/80</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:33%;"><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td style="width:33%;"><i>1922-1996</i></td> <td style="width:33%;"><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td style="width:33%;"><i>1996-2016</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2016</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2016</i></td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>				
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>											
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>											
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td><i>JP 11-27870 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 29 January 1999 (29.01.1999), paragraphs [0026] to [0040]; fig. 1 &amp; US 6037745 A column 3, line 30 to column 5, line 32; fig. 1</i></td> <td align="center">1-6</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td><i>JP 7-227003 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 22 August 1995 (22.08.1995), paragraphs [0029] to [0030]; fig. 5 (Family: none)</i></td> <td align="center">1-6</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td><i>JP 2006-304578 A (NEC Computertechno, Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0042] to [0054]; fig. 1 to 2 (Family: none)</i></td> <td align="center">1-6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	<i>JP 11-27870 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 29 January 1999 (29.01.1999), paragraphs [0026] to [0040]; fig. 1 &amp; US 6037745 A column 3, line 30 to column 5, line 32; fig. 1</i>	1-6	A	<i>JP 7-227003 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 22 August 1995 (22.08.1995), paragraphs [0029] to [0030]; fig. 5 (Family: none)</i>	1-6	A	<i>JP 2006-304578 A (NEC Computertechno, Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0042] to [0054]; fig. 1 to 2 (Family: none)</i>	1-6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	<i>JP 11-27870 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 29 January 1999 (29.01.1999), paragraphs [0026] to [0040]; fig. 1 &amp; US 6037745 A column 3, line 30 to column 5, line 32; fig. 1</i>	1-6												
A	<i>JP 7-227003 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 22 August 1995 (22.08.1995), paragraphs [0029] to [0030]; fig. 5 (Family: none)</i>	1-6												
A	<i>JP 2006-304578 A (NEC Computertechno, Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0042] to [0054]; fig. 1 to 2 (Family: none)</i>	1-6												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 07 June 2016 (07.06.16)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 14 June 2016 (14.06.16)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/060415

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-187975 A (Daikin Industries, Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0022] to [0047]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J50/12(2016.01)i, H02H7/00(2006.01)i, H02J50/80(2016.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J50/12, H02H7/00, H02J50/80										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2016年									
日本国実用新案登録公報	1996-2016年									
日本国登録実用新案公報	1994-2016年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 11-27870 A (株式会社豊田自動織機製作所) 1999.01.29, [0026] - [0040], 図1 & US 6037745 A, 第3欄30行-第5欄32行, 図1	1-6								
A	JP 7-227003 A (富士電機株式会社) 1995.08.22, [0029] - [0030], 図5 (ファミリーなし)	1-6								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願										
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 07.06.2016	国際調査報告の発送日 14.06.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 稲葉 崇 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 5585								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-304578 A (エヌイーシーコンピュータテクノ株式会社) 2006.11.02, [0042] - [0054], 図1-2 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2013-187975 A (ダイキン工業株式会社) 2013.09.19, [0022] - [0047], 図1-3 (ファミリーなし)	1-6