

(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
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/158916 A1

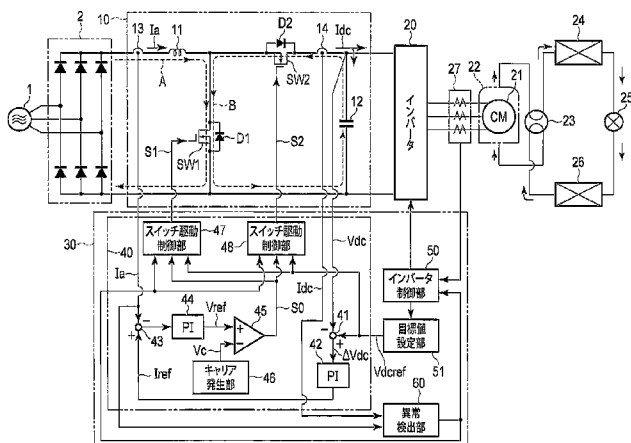
- (51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083128
- (22) 国際出願日: 2016年11月8日(08.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-052671 2016年3月16日(16.03.2016) JP
- (71) 出願人: 東芝キャリア株式会社(TOSHIBA CARRIER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2128585 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 久保田 洋平(KUBOTA, Yohei); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP). 石田 圭一(ISHIDA, Keiichi); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP). 石ヶ谷 章弘(ISHIGAYA, Akihiro); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP). 吉村 公志(YOSHIMURA, Masayuki); 〒4168521 静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア株式会社内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル 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, DJ, 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, KW, 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), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: POWER SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: 電源装置



(57) Abstract: The present invention detects an abnormality involving flowing of a short-circuiting current from a capacitor of a booster circuit through a first switch and a second switch of the booster circuit, in accordance with an output current of the booster circuit.

(57) 要約: 昇圧回路のコンデンサから同昇圧回路の第1スイッチおよび第2スイッチを通して短絡電流が流れる異常を、昇圧回路の出力電流に応じて検出する。

- 20 Inverter
46 Carrier generation unit
47, 48 Switch drive control unit
50 Inverter control unit
51 Target value setting unit
60 Abnormality detection unit

WO 2017/158916 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電源装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、例えば、冷凍サイクルを有する空気調和機や熱源機等に搭載される電源装置に関する。

背景技術

[0002] 冷凍サイクルを有する空気調和機や熱源機等に搭載される電源装置は、交流電源の電圧を整流する整流回路、およびこの整流回路の出力電圧を昇圧する昇圧回路を含み、この昇圧回路の出力電圧をインバータ等の負荷に供給する。インバータは、昇圧回路の出力電圧を所定周波数の交流電圧に変換する。このインバータの出力により、上記冷凍サイクルにおける圧縮機のモータが動作する。昇圧回路は、上記整流回路の出力端に接続されたリアクタおよびスイッチ（第1スイッチという）の直列回路、この第1スイッチと上記負荷との間の通電路に設けられた逆流防止用ダイオード、この逆流防止用ダイオードを介して上記第1スイッチに並列接続されたコンデンサを含み、上記第1スイッチのオン、オフにより上記整流回路の出力電圧を昇圧する。上記負荷は上記コンデンサに並列接続される。

[0003] 第1スイッチがオフからオンに切換わったとき、リアクタから逆流防止用ダイオードを順方向に通る経路でコンデンサに電流が流れる。このとき、逆流防止用ダイオードに順方向電圧が生じる。この順方向電圧の発生は、昇圧回路の電力損失を招くもので、省エネルギー性の面で無視できない。

[0004] 対策として、抵抗値が小さいスイッチ（第2スイッチという）を逆流防止用ダイオードに並列接続し、この第2スイッチを第1スイッチのオン時にオフして第1スイッチのオフ時にオンすることにより、すなわち両スイッチを相補的に動作させることにより、逆流防止用ダイオードに順方向の電流が流れなくなる。これにより、逆流防止用ダイオードに順方向電圧が生じなくなり、よって昇圧回路の電力損失を低減できる。この場合、両スイッチが同時

にオン状態になるとコンデンサから両スイッチを通して短絡電流が流れてしまうので、第1スイッチがオフからオンに切換わるときには第2スイッチがオフ状態となって第2スイッチがオフからオンに切換わるとき第1スイッチがオフ状態となるいわゆるデッドタイムが確保される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-38875号公報

発明の開示

[0006] 上記電源装置では、例えば第1スイッチがオン（閉成）したままオフ（開放）しない故障いわゆる短絡故障が第1スイッチに生じた場合、整流回路からリアクタおよび第1スイッチを通して短絡電流が流れ続けてしまう（電源短絡の異常）。電源サグの復帰時など、整流回路からリアクタを通りさらに逆流防止用ダイオードおよび第2スイッチのいずれか一方を通る経路でコンデンサに過大な突入電流が流れることもある（過電流の異常）。これらの異常が生じると、交流電源から電源装置への入力電流が過大となる。この過電流を捕らえることにより、上記異常を検出できる。

[0007] 一方、両スイッチに対するスイッチング制御に誤りが生じた場合、あるいは第2スイッチがオン（閉成）したままオフ（開放）しない短絡故障が第2スイッチに生じた場合、両スイッチが同時にオン状態となる事態の発生が考えられる。両スイッチが同時にオン状態になると、コンデンサから両スイッチを通して大きな短絡電流が流れてしまう。この異常については、交流電源から電源装置への入力電流からは検出できない。

[0008] 本発明の実施形態の目的は、コンデンサから両スイッチを通して短絡電流が流れる異常を確実に検出できる電源装置を提供することである。

[0009] 請求項1の電源装置は、整流回路、昇圧回路、およびコントローラを備える。前記整流回路は、交流電圧を整流する。前記昇圧回路は、前記整流回路の出力端に接続されたリアクタおよび第1スイッチの直列回路、この第1スイッチと負荷との間の通電路に設けられた逆流防止用ダイオード、この逆流

防止用ダイオードを介して前記第１スイッチに並列接続されたコンデンサ、前記逆流防止用ダイオードに並列接続された第２スイッチを含み、前記第１スイッチのオン、オフおよびこの第１スイッチのオン、オフとは逆位相の前記第２スイッチのオン、オフにより前記整流回路の出力電圧を昇圧する。前記コントローラは、前記コンデンサから前記第１および第２スイッチを通して短絡電流が流れる異常を前記昇圧回路の出力電流から検出する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１実施形態の構成を示すブロック図。

[図2]第１実施形態における各電流センサの検知電流と異常内容との関係およびその異常に対する安全処置を判り易く示す図。

[図3]第２実施形態の構成を示すブロック図。

[図4]第２実施形態における各電流センサの検知電流と異常内容との関係およびその異常に対する安全処置を判り易く示す図。

発明を実施するための最良の形態

[0011] [１] 第１実施形態

以下、第１実施形態として、冷凍サイクルを有する空気調和機に搭載される電源装置を例に説明する。

図１に示すように、３相交流電源１に整流回路たとえばダイオードブリッジの全波整流回路２が接続され、その全波整流回路２の出力端に昇圧回路１０が接続されている。この昇圧回路１０の出力端に、当該電源装置の負荷であるインバータ２０が接続されている。昇圧回路１０は、インバータ２０に直流電力を供給する。

[0012] 昇圧回路１０は、全波整流回路２の出力端に接続されたリアクタ１１およびスイッチ素子（第１スイッチ）ＳＷ１の直列回路、このリアクタ１１およびスイッチ素子ＳＷ１の相互接続点とインバータ２０との間の正側通電路に設けられた逆流防止用ダイオードＤ２、この逆流防止用ダイオードＤ２を介してスイッチ素子ＳＷ１に並列接続されたコンデンサ（電解コンデンサ）１２、逆流防止用ダイオードＤ２に並列接続されたスイッチ素子（第２スイッ

チ) SW2を含み、スイッチ素子SW1のオン、オフ(断続オン)とこのスイッチ素子SW1のオン、オフとは逆位相のスイッチ素子SW2のオン、オフ(断続オン)により全波整流回路2の出力電圧(直流電圧)を昇圧する昇圧モードの機能、およびスイッチ素子SW1のオフ(オフの継続)とスイッチ素子SW2のオン(オンの継続)により全波整流回路2の出力電圧を昇圧せずに出力する非昇圧動作モードの機能を有する。スイッチ素子SW1を下相側スイッチ素子、スイッチ素子SW2を上相側スイッチ素子ともいう。

[0013] スwitch素子SW1は、寄生ダイオードD1を含む半導体スイッチ素子たとえばMOSFETであり、コントローラ30から供給される駆動信号S1によりオン、オフ駆動される。スイッチ素子SW2は、寄生ダイオードD2を含み、オン時にソース・ドレイン間の双方向に電流が流れる双方向性を有し、かつオン時の電力損失(導通損失ともいう)が寄生ダイオードD2の順方向電圧による電力損失より小さい半導体スイッチ素子たとえばMOSFETであり、コントローラ30から供給される駆動信号S2によりスイッチ素子SW1のオン、オフとは逆位相でオン、オフ駆動される。このスイッチ素子SW2の寄生ダイオードD2が、そのまま上記逆流防止用ダイオードD2として用いられている。

[0014] インバータ20は、昇圧回路10の出力電圧をスイッチングにより交流電圧に変換し、その交流電圧をモータ21への駆動電力として出力する。モータ21は、圧縮機22の駆動用モータ(例えばブラシレスDCモータ)である。

[0015] 圧縮機22は、冷媒を吸込んで圧縮し吐出する。この圧縮機22の冷媒吐出口に四方弁23を介して室外熱交換器24の一端が接続され、その室外熱交換器24の他端が膨張弁25を介して室内熱交換器26の一端に接続されている。室内熱交換器26の他端は、四方弁23を介して圧縮機22の冷媒吸込口に接続されている。これら圧縮機22、四方弁23、室外熱交換器24、膨張弁25、室内熱交換器26により、空気調和機のヒートポンプ式冷凍サイクルが構成されている。図1中の矢印は、冷房時の冷媒の流れを示し

、圧縮機から吐出した高温冷媒は、室内熱交換器 26 で吸熱して室内を冷却し、室外熱交換器 24 で放熱する。すなわち、室内熱交換器 26 は吸熱器となり、室外熱交換器 24 は放熱器となる。四方弁 23 を反転すれば、冷媒の流れが反対となり暖房運転ができる。この場合、室内熱交換器 26 で放熱して室内を暖め、室外熱交換器 24 で吸熱することになる。

[0016] 全波整流回路 2 の正側出力端と昇圧回路 10 のリアクタ 11 との間の通電路に、リアクタ 11 に流れる電流（昇圧回路 10 への入力電流） I_a を検知する入力電流検知器たとえば電流センサ 13 が配置されている。スイッチ素子 SW2 とコンデンサ 12 との間の通電路に、コンデンサ 12 及びインバータ 20 に流れる電流 I_{dc} を検知する出力電流検知器たとえば電流センサ 14 が配置されている。インバータ 20 とモータ 21 との間の通電路に、モータ 22 に流れる電流（相巻線電流）を検知する電流センサ 27 が配置されている。これら電流センサ 13, 14, 27 の検知結果がコントローラ 30 に供給される。昇圧回路 10 の出力電圧（コンデンサ 12 の両端間電圧） V_{dc} が、コントローラ 30 で検出される。

[0017] コントローラ 30 は、昇圧制御部 40、インバータ制御部 50、目標値設定部 51、および異常検出部 60 を含む。

[0018] 昇圧制御部 40 は、昇圧回路 10 の出力電圧 V_{dc} が目標値 $V_{dc\text{ref}}$ となるように、かつ昇圧回路 10 への入力電流 I_a が一定となるように、昇圧回路 10 のスイッチングをパルス幅変調（PWM）制御するもので、減算部 41、PI 制御器 42、減算部 43、PI 制御器 44、PWM 信号生成部 45、キャリア発生部 46、スイッチ駆動制御部 47, 48 を含む。

[0019] 減算部 41 は、昇圧回路 10 の出力電圧 V_{dc} と目標値 $V_{dc\text{ref}}$ との偏差 ΔV_{dc} を求める。PI 制御器 42 は、減算部 41 で得た偏差 ΔV_{dc} を入力とする比例・積分演算により、昇圧回路 10 への入力電流 I_a に対する電流指令値 I_{ref} を得る。減算部 43 は、PI 制御器 42 で得た電流指令値 I_{ref} と昇圧回路 10 への入力電流（電流センサ 13 の検知電流） I_a との偏差 ΔI_a を求める。PI 制御器 44 は、減算部 43 で得た偏差 ΔI_a を入力とす

る比例・積分演算により、パルス幅変調用の電圧指令値 V_{ref} を得る。キャリア発生部 46 は、所定周波数の三角波状のキャリア信号電圧 V_c を発する。PWM 信号生成部 45 は、キャリア発生部 46 が発するキャリア信号電圧 V_c を PI 制御器 44 で得た電圧指令値 V_{ref} でパルス幅変調（電圧比較）することにより、昇圧回路 10 のスイッチング素子 SW_1 、 SW_2 に対するスイッチング用のパルス状の PWM 信号 S_0 を生成する。

[0020] スイッチ駆動制御部 47 は、目標値設定部 51 で設定される目標値 $V_{dc\ ref}$ が所定値以上（高・中負荷時）の場合に、PWM 信号生成部 45 で生成された PWM 信号 S_0 と同じ位相の駆動信号 S_1 をスイッチ素子 SW_1 の駆動用として生成し出力する。スイッチ駆動制御部 48 は、目標値設定部 51 で設定される目標値 $V_{dc\ ref}$ が所定値以上（高・中負荷時）の場合に、PWM 信号生成部 45 で生成された PWM 信号 S_0 と逆位相の駆動信号 S_2 をスイッチ素子 SW_2 の駆動用として生成し出力する。これら駆動信号 S_1 、 SW_2 の出力により、昇圧回路 10 が昇圧動作モードで動作する。

[0021] また、スイッチ駆動制御部 47 は、目標値設定部 51 で設定される目標値 $V_{dc\ ref}$ が所定値未満（低負荷時）の場合、スイッチ素子 SW_1 を継続的にオフさせるための駆動信号 S_1 を生成し出力する。スイッチ駆動制御部 48 は、目標値設定部 51 で設定される目標値 $V_{dc\ ref}$ が所定値未満（低負荷時）の場合、スイッチ素子 SW_2 を継続的にオンさせるための駆動信号 S_2 を生成し出力する。これら駆動信号 S_1 、 SW_2 の出力により、スイッチ素子 SW_1 が継続的にオフされるため、昇圧回路 10 が非昇圧動作モードとなる。

[0022] なお、目標値 $V_{dc\ ref}$ は、ヒートポンプ式冷凍サイクルの負荷（いわゆる冷凍負荷）に応じて設定されるもので、圧縮機 22（モータ 21）が低回転状態となる低冷凍負荷時は低い値に設定され、圧縮機 22 が高回転状態となる高冷凍負荷時は高い値に設定される。目標値 $V_{dc\ ref}$ が低くなる低冷凍負荷時は、昇圧回路 10 が非昇圧動作モードで動作する。

[0023] とくに、スイッチ駆動制御部 47、48 は、スイッチ素子 SW_1 がオフか

らオンに切換わる前にスイッチ素子SW2がオンからオフに切換わるように、つまりスイッチ素子SW1がオフからオンに切換わるタイミングとスイッチ素子SW2がオンからオフに切換わるタイミングとの間に両スイッチ素子SW1, SW2が共にオフ状態となるデッドタイムが確保されるように、かつスイッチ素子SW1がオンからオフに切換わった後でスイッチ素子SW2がオフからオンに切換わるように、つまりスイッチ素子SW1がオンからオフに切換わるタイミングとスイッチ素子SW2がオンからオフに切換わるタイミングとの間に両スイッチ素子SW1, SW2が共にオフ状態となるデッドタイムが確保されるように、駆動信号S1, S2を生成する。

[0024] 減算部41およびPI制御器42が電圧制御系として機能する。減算部43およびPI制御器44が電流制御系として機能する。この電圧制御系および電流制御系により、昇圧回路4の出力電圧Vdcが目標値Vdcrefとなるように、かつ昇圧回路4への入力電流Iが一定となるように、昇圧回路10のスイッチングがPWM制御される。

[0025] インバータ制御部50は、電流センサ27の検知電流（モータ電流）からブラシレスDCモータ21の速度（回転速度）を推定し、その推定速度が冷凍負荷の大きさに対応する目標速度となるようにインバータ20のスイッチングをPWM制御する。目標値設定部51は、インバータ20の出力電圧が上記目標速度を得るのに必要な最低限の昇圧回路10の出力電圧Vdcを目標値Vdcrefとして設定する。

[0026] 異常検出部60は、全波整流回路2からスイッチ素子SW1を通る経路で短絡電流Aが流れ続ける異常（電源短絡の異常という）を電流センサ13の検知電流Iaに基づいて検出するとともに、全波整流回路2からリアクタ11を通りさらに逆流防止用ダイオードD2およびスイッチ素子SW2のいずれか一方を通る経路で過大な突入電流等の過電流がコンデンサ12に流れる異常（過電流の異常という）を電流センサ13の検知電流Iaに基づいて検出する。具体的には、異常検出部60は、電流センサ13の検知電流Iaが閾値Ias以上に上昇した場合に、“電源短絡の異常”および“過電流の異

常”のいずれかが生じたと判定する。

[0027] また、異常検出部60は、コンデンサ12からスイッチ素子SW1, SW2を通る経路で大きな短絡電流 $B (= -I_{dc})$ が流れる異常（上下短絡の異常という）を電流センサ14の検知電流 I_{dc} に基づいて検出する。具体的には、異常検出部60は、電流センサ14の検知電流 I_{dc} が負の方向に増して閾値 $-I_{dc_s}$ 以上に達した場合に、“上下短絡の異常”が生じたと判定する。

[0028] この異常検出部60の検出結果（判定結果）がスイッチ駆動制御部47, 48およびインバータ制御部50に供給される。

[0029] スイッチ駆動制御部47, 48は、“電源短絡の異常”および“過電流の異常”のいずれかが異常検出部60で検出された場合に、安全保護のため、スイッチ素子SW1, SW2を強制的にオフする。また、スイッチ駆動制御部47, 48は、“上下短絡の異常”が異常検出部60で検出された場合に、安全保護のため、スイッチ素子SW1, SW2を強制的にオフする。

[0030] インバータ制御部50は、“電源短絡の異常”および“過電流の異常”のいずれかが異常検出部60で検出され、かつその異常の検出が一時的でなく所定時間にわたり継続した場合に、インバータ20のスイッチングを停止する（すなわち冷凍負荷を停止する）。また、インバータ制御部50は、“上下短絡の異常”が異常検出部60で検出された場合には、即時に、インバータ20のスイッチングを停止する（すなわち冷凍負荷を停止する）。

[0031] 少なくとも上記全波整流回路2、上記昇圧回路10、上記電流センサ13, 14、および上記コントローラ30により、本実施形態の電源装置が構成されている。

[0032] つぎに、コントローラ30が実行する制御について説明する。電流センサ13, 14の検知電流 I_a , I_{dc} と異常内容との関係およびその異常に対する安全処置を図2に判り易く示している。

[0033] モータ21が高・中速度で回転する高・中負荷時、スイッチ素子SW1がオン、オフし、かつそのスイッチ素子SW1のオン、オフとは逆位相でスイ

ッチ素子SW2がオン、オフする。これにより、全波整流回路2の出力電圧が昇圧回路10で昇圧されてインバータ20に供給される。モータ21が低速度で回転する低負荷時は、スイッチ素子SW1が継続的にオフしてスイッチ素子SW2が継続的にオンする。これにより、全波整流回路2の出力電圧は、リアクタ11およびスイッチ素子SW2を通り、昇圧されることなくコンデンサ12を介してインバータ20に供給される。

[0034] ところで、スイッチ素子SW1がオン（閉成）したままオフ（開放）しない短絡故障が生じると、全波整流回路2からスイッチ素子SW1を通る経路で短絡電流Aが流れ続ける“電源短絡の異常”が生じる可能性がある。また、全波整流回路2からスイッチ素子SW2を通る経路でコンデンサ12に突入電流等の過電流が流れる“過電流の異常”が生じる可能性もある。このような“電源短絡の異常”および“過電流の異常”のいずれかが生じた場合、電流センサ13の検知電流 I_a が閾値 I_{as} 以上に上昇する。電流センサ13の検知電流 I_a が閾値 I_{as} 以上に上昇した場合、異常検出部60は、“電源短絡の異常”または“過電流の異常”が生じたと判定する。この判定に際し、スイッチ駆動制御部47はスイッチ素子SW1を強制的にオフし、スイッチ駆動制御部48はスイッチ素子SW2を強制的にオフする。これにより、上記短絡電流Aや上記過電流による昇圧回路10や全波整流回路2の電気部品の破壊を防ぐことができる。

[0035] なお、“過電流の異常”が生じた場合、スイッチ素子SW2がオフ状態であれば、過電流が逆流防止用ダイオードD2を通して流れるが、逆流防止用ダイオードD2はその過電流に対して十分な容量を有するので、逆流防止用ダイオードD2が破壊に至ることはない。

[0036] また、スイッチ素子SW1、SW2に対するスイッチング制御の誤りやスイッチ素子SW2の短絡故障などにより、コンデンサ12の一端から他端へとスイッチ素子SW2、SW1を通る経路で大きな短絡電流Bが流れる“上下短絡の異常”が生じる可能性がある。この“上下短絡の異常”が生じた場合、電流センサ14の検知電流 I_{dc} が負の方向に増して閾値 $-I_{dcs}$ 以

上となる。電流センサ 14 の検知電流 I_{dc} が負の方向に増して閾値 $-I_{dcs}$ 以上に達した場合、異常検出部 60 は、“上下短絡の異常”が生じたと判定する。この判定に際し、スイッチ駆動制御部 47, 48 は、スイッチ素子 SW1, SW2 を強制的にオフする。これにより、上記短絡電流 B による昇圧回路 10 や全波整流回路 2 の電気部品の破壊を防ぐことができる。

[0037] 以上のように、昇圧回路 10 における“電源短絡の異常”“過電流の異常”“上下短絡の異常”を 2 つの電流センサ 13, 14 によって確実に検出することができる。異常を検出した場合はスイッチ素子 SW1, SW2 を強制的にオフするので、昇圧回路 10 および全波整流回路 2 を保護することができる。電流センサ 13 は昇圧制御部 40 の電流制御用としてもともと用意されているものなので、異常の検出用として新たに電流センサを用意する必要がない。よって、コストの上昇を抑えることができる。

[0038] [2] 第 2 実施形態

第 2 実施形態について説明する。

図 3 に示すように、昇圧回路 10 は、全波整流回路 2 の出力端に接続されたリアクタ 11 およびスイッチ素子（第 1 スイッチ）SW1 の直列回路、このリアクタ 11 およびスイッチ素子 SW1 の相互接続点とインバータ 20 との間の正側通電路に設けられた逆流防止用ダイオード 15、この逆流防止用ダイオード 15 を介してスイッチ素子 SW1 に並列接続されたコンデンサ 12、逆流防止用ダイオード 15 に並列接続されたスイッチ素子 SW2, SW3 の直列回路（第 2 スイッチ）を含み、スイッチ素子 SW1 のオン、オフ（断続オン）とこのスイッチ素子 SW1 のオン、オフとは逆位相のスイッチ素子 SW2, SW3 のオン、オフ（断続オン）により全波整流回路 2 の出力電圧を昇圧する昇圧動作モードの機能、およびスイッチ素子 SW1 のオフ（オフの継続）とスイッチ素子 SW2, SW3 のオン（オンの継続）により全波整流回路 2 の出力電圧を昇圧せずに出力する非昇圧動作モードの機能を有する。すなわち、第 1 実施形態のスイッチ素子 SW2 に代えて、スイッチ素子（前段スイッチ）SW2 とスイッチ素子（後段スイッチ）SW3 の直列回路

を採用している。

[0039] スイッチ素子SW2, SW3は、互いに同じ駆動信号S2を受けることにより、互いに同期して動作する。昇圧回路10が正常に動作している間は電流が逆流防止用ダイオード15にほぼ流れないため、逆流防止用ダイオード15として安価で小容量（定格）の部品を使用できる。別の言い方をすると、逆流防止用ダイオード15は、負荷が大きい場合にスイッチ素子SW2, SW3の直列回路に流れる電流（昇圧電流）と同じ大きさの電流が継続して流れることのできる容量を有しない。

[0040] スイッチ素子SW1は、第1実施形態と同じもので、コントローラ30から供給される駆動信号S1によってオン、オフ駆動される。スイッチ素子SW2は、寄生ダイオードD2を含み、オン時にソース・ドレイン間の双方向に電流が流れる双方向性を有する低耐圧のMOSFETであり、コントローラ30から供給される駆動信号S2によってスイッチ素子SW1のオン、オフとは逆位相でオン、オフ駆動される。低耐圧のMOSFETは、本来オン抵抗が小さため低損失であり、よって効率の低下を防止できる。スイッチ素子SW3は、半導体スイッチ素子たとえばスーパージャンクションMOSFETであり、コントローラ30から供給される駆動信号S2によってスイッチ素子SW1のオン、オフとは逆位相でオン、オフ駆動される。すなわち、スイッチ素子SW2, SW3は、互いに同期して駆動される。

[0041] スイッチ素子SW2, SW3の直列回路は、スイッチ素子SW2, SW3を互いに逆方向に直列接続（互いに逆向きの極性で直列接続）したもので、スイッチ素子SW3の寄生ダイオードD3の逆回復電流を抑制する高効率スイッチング回路を逆流防止用ダイオード15と共に形成している。これにより、第1実施形態よりもより高い効率を得ることができる。スイッチ素子SW2, SW3がオンしたときの上記直列回路の抵抗値（スイッチ素子SW2, SW3の抵抗値の合計）による電力損失（導通損失ともいう）は、逆流防止用ダイオード15の順方向電圧による電力損失より小さい。上記高効率スイッチング回路は、例えば特開2015-156795号公報に記載されている半導体ス

イッチ回路に相当するもので、スイッチ素子SW3の寄生ダイオード（還流ダイオードともいう）D3の逆回復電流を効果的に抑制することで、損失の低減およびスイッチング速度の高速化を実現する。この半導体スイッチ回路の詳細についての説明は省略する。

[0042] 電流センサ14は、スイッチ素子SW2、SW3の直列回路とコンデンサ12との間の通電路において、逆流防止用ダイオード15の接続点よりも上流側の位置に配置されており、スイッチ素子SW2、SW3の直列回路を通してコンデンサ12およびインバータ（負荷）20に流れる電流 I_{dc} を検知する。

[0043] 異常検出部60は、全波整流回路2の正側端子から負側端子へとスイッチ素子SW1を通る経路で短絡電流Aが流れ続ける“電源短絡の異常”、および全波整流回路2からリアクタ11を通りさらに逆流防止用ダイオード15またはオン状態のスイッチ素子SW2、SW3を通る経路で過大な突入電流等の過電流がコンデンサ12に流れる“過電流の異常”を、第1実施形態と同様に電流センサ13の検知電流 I_a に応じて検出する。また、異常検出部60は、コンデンサ12の一端から他端へとスイッチ素子SW3、SW2、SW1を通る経路で大きな短絡電流B（ $= -I_{dc}$ ）が流れる“上下短絡の異常”を、第1実施形態と同様に電流センサ14の検知電流 I_{dc} に応じて検出する。

[0044] さらに、異常検出部60は、スイッチ素子SW2、SW3のいずれかがオフ（開放）したままオン（閉成）しない異常いわゆる“オープン故障の異常”を検出する。スイッチ素子SW2の“オープン故障の異常”は、寄生ダイオードD2が導通しない異常を含む。スイッチ素子SW3の“オープン故障の異常”は、寄生ダイオードD3が導通しない異常を含む。これら“オープン故障の異常”は、電流センサ13の検知電流 I_a と電流センサ14の検知電流 I_{dc} との差 ΔI （ $= I_a - I_{dc}$ ）によって検出することができる。具体的には、スイッチ素子SW2、SW3のいずれかに“オープン故障の異常”が生じると、電流センサ14の検知電流 I_{dc} が零となるので、差 ΔI

($= |I_a - I_{dc}|$) が閾値 α より大きくなる。差 ΔI が閾値 α より大きくなった場合、異常検出部 60 は、スイッチ素子 SW2, SW3 のいずれかに “オープン故障の異常” が生じたと判定する。なお、この場合、電流センサ 13 で検知される電流 I_a は、逆流防止用ダイオード 15 を順方向に通ってコンデンサ 12 側に流れていることになる。

[0045] この異常検出部 60 の検出結果がスイッチ駆動制御部 47, 48 およびインバータ制御部 50 に供給される。

[0046] スイッチ駆動制御部 47 は、“電源短絡の異常” および “過電流の異常” のいずれかが異常検出部 60 で検出された場合に、第 1 実施形態と同様に、スイッチ素子 SW1 を強制的にオフする。スイッチ駆動制御部 48 は、“電源短絡の異常” および “過電流の異常” のいずれかが異常検出部 60 で検出された場合に、スイッチ素子 SW2, SW3 を強制的にオンする。

[0047] スイッチ駆動制御部 47 は、“上下短絡の異常” が異常検出部 60 で検出された場合、第 1 実施形態と同様に、安全保護のためスイッチ素子 SW1 を強制的にオフする。スイッチ駆動制御部 48 は、“上下短絡の異常” が異常検出部 60 で検出された場合、安全保護のためスイッチ素子 SW2, SW3 を強制的にオフする。

[0048] また、スイッチ駆動制御部 47 は、スイッチ素子 SW2, SW3 のいずれかの “オープン故障の異常” が異常検出部 60 で検出された場合、スイッチ素子 SW1 を強制的にオフする。スイッチ駆動制御部 48 は、スイッチ素子 SW2, SW3 のいずれかの “オープン故障の異常” が異常検出部 60 で検出された場合、スイッチ素子 SW2, SW3 を強制的にオフする。但し、この “オープン故障の異常” に際しては、スイッチ素子 SW2, SW3 にオフ信号を入力しても、動作状態に変化はないので、容量の小さい逆流防止用ダイオード 15 に大きな電流が流れる事態を阻止できない。そこで、インバータ制御部 50 は、スイッチ素子 SW2, SW3 のいずれかの “オープン故障の異常” が異常検出部 60 で検出された場合、即時にインバータ 20 のスイッチングを停止して逆流防止用ダイオード 15 の破壊を防ぐ。

- [0049] なお、インバータ制御部50は、“電源短絡の異常” “過電流の異常” “上下短絡の異常” のいずれかが異常検出部60で検出された場合に、第1実施形態と同様の制御を行う。
- [0050] 他の構成は第1実施形態と同じである。同じ部分の説明については省略する。
- [0051] つぎに、コントローラ30が実行する制御のうち、“電源短絡の異常” および“過電流の異常” のいずれかが生じた場合の制御、および“オープン故障の異常” が生じた場合の制御について説明する。電流センサ13, 14の検知電流 I_a , I_{dc} と異常内容との関係およびその異常に対する安全処置を図4に判り易く示している。
- [0052] “電源短絡の異常” および“過電流の異常” のいずれかが異常検出部60で検出された場合、スイッチ駆動制御部47はスイッチ素子SW1を強制的にオフし、スイッチ駆動制御部48はスイッチ素子SW2, SW3を強制的にオンする。“過電流の異常” が生じた場合にスイッチ素子SW2, SW3がオフの状態のままでは、容量の小さい逆流防止用ダイオード15に過電流の全てが流れてしまい、逆流防止用ダイオード15が破壊される可能性がある。この破壊を防ぐため、スイッチ素子SW2, SW3を強制的にオンするようにしている。
- [0053] スwitch素子SW2, SW3のいずれか例えばスイッチ素子SW3がオフしたままオンしない“オープン故障の異常” が生じた場合、スイッチ素子SW2, SW3の直列回路からコンデンサ12へと流れる電流 I_{dc} が零または零に近い値に減少する。このとき、電流センサ13の検知電流 I_a と電流センサ14の検知電流 I_{dc} との差 $\Delta I (= I_a - I_{dc})$ が閾値 α より大きくなるので、異常検出部60は、スイッチ素子SW2, SW3のいずれかに“オープン故障の異常” が生じたと判定する。この判定に際し、スイッチ駆動制御部47はスイッチ素子SW1を強制的にオフし、スイッチ駆動制御部48はスイッチ素子SW2, SW3を強制的にオフし、インバータ制御部50は負荷であるインバータ20のスイッチングを即時に停止する。

[0054] 以上のように、昇圧回路 10 における“電源短絡の異常”“過電流の異常”“上下短絡の異常”“オープン故障の異常”を電流センサ 13, 14 によって確実に検出することができる。また、検出した異常の内容に応じてスイッチ素子 SW1, SW2, SW3 およびインバータ 20 の動作を安全側へ適切に制御するので、昇圧回路 10 および全波整流回路 2 を保護することができる。

[0055] なお、上記各実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、書き換え、変更を行うことができる。これら実施形態は、発明の範囲は要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0056] 本発明の実施形態の電源装置は、冷凍サイクルを有する空気調和機や熱源機等への搭載が可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 交流電圧を整流する整流回路と、
 前記整流回路の出力端に接続されたりアクタおよび第1スイッチの直列回路、この第1スイッチと負荷との間の通電路に設けられた逆流防止用ダイオード、この逆流防止用ダイオードを介して前記第1スイッチに並列接続されたコンデンサ、前記逆流防止用ダイオードに並列接続された第2スイッチを含み、前記第1スイッチのオン、オフおよびこの第1スイッチのオン、オフとは逆位相の前記第2スイッチのオン、オフにより前記整流回路の出力電圧を昇圧する昇圧回路と、
 前記コンデンサから前記第1スイッチおよび前記第2スイッチを通して短絡電流が流れる異常を前記昇圧回路の出力電流に基づいて検出するコントローラと、
 を備えることを特徴とする電源装置。
- [請求項2] 前記コントローラは、前記異常を検出した場合に前記第1スイッチおよび前記第2スイッチをオフする、
 ことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。
- [請求項3] 前記コントローラは、前記異常を検出した場合に前記負荷を即時に停止する、
 ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の電源装置。
- [請求項4] 前記第2スイッチは、寄生ダイオードを含むとともに、オン時に双方向に電流が流れる双方向性を有し、かつオン時の電力損失が前記寄生ダイオードの順方向電流による電力損失より小さい半導体スイッチ素子である、
 前記逆流防止用ダイオードは、前記第2スイッチの前記寄生ダイオードである、
 ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の電源装置。
- [請求項5] 前記コントローラは、

前記整流回路から前記リアクタおよび前記第1スイッチを通して短絡電流が流れ続ける異常を前記整流回路への入力電流に基づいて検出し、

前記整流回路から前記第2スイッチを通して前記コンデンサに過電流が流れる異常を前記整流回路への入力電流に基づいて検出する、

ことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。

[請求項6]

前記第2スイッチは、前段スイッチと後段スイッチとの直列回路であり、

前記昇圧回路への入力電流を検知する入力電流検知器と、

前記前段スイッチおよび前記後段スイッチの直列回路を通して前記コンデンサおよび前記負荷に流れる電流を検知する出力電流検知器と、

をさらに備え、

前記コントローラは、前記コンデンサから前記第1スイッチおよび前記第2スイッチを通して短絡電流が流れる異常を出力電流検知器の検知結果から検出するとともに、前記前段スイッチおよび前記後段スイッチのいずれかがオフしたままオンしない故障を前記入力電流検知器の検知結果および前記出力電流検知器の検知結果に応じて検出する、

ことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。

[請求項7]

前記前段スイッチは、寄生ダイオードを含むとともに、オン時に双方向に電流が流れる双方向性を有する半導体スイッチ素子である、

前記後段スイッチは、寄生ダイオードを含むとともに、オン時に双方向に電流が流れる双方向性を有する半導体スイッチ素子である、

前記前段スイッチおよび前記後段スイッチの直列回路は、前記前段スイッチおよび前記後段スイッチを互いに逆方向に直列接続し、前記後段スイッチの寄生ダイオードの逆回復電流を抑制する高効率スイッチング回路を前記逆流防止用ダイオードと共に形成するもので、前記

前段スイッチおよび前記後段スイッチがオンしたときの電力損失が前記逆流防止用ダイオードの順方向電流による電力損失より小さい、
ことを特徴とする請求項 6 に記載の電源装置。

[請求項 8] 前記逆流防止用ダイオードは、前記負荷が大きい場合に前記前段スイッチおよび前記後段スイッチの直列回路に流れる電流と同じ大きさの電流が継続して流れることのできる容量を有しない、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の電源装置。

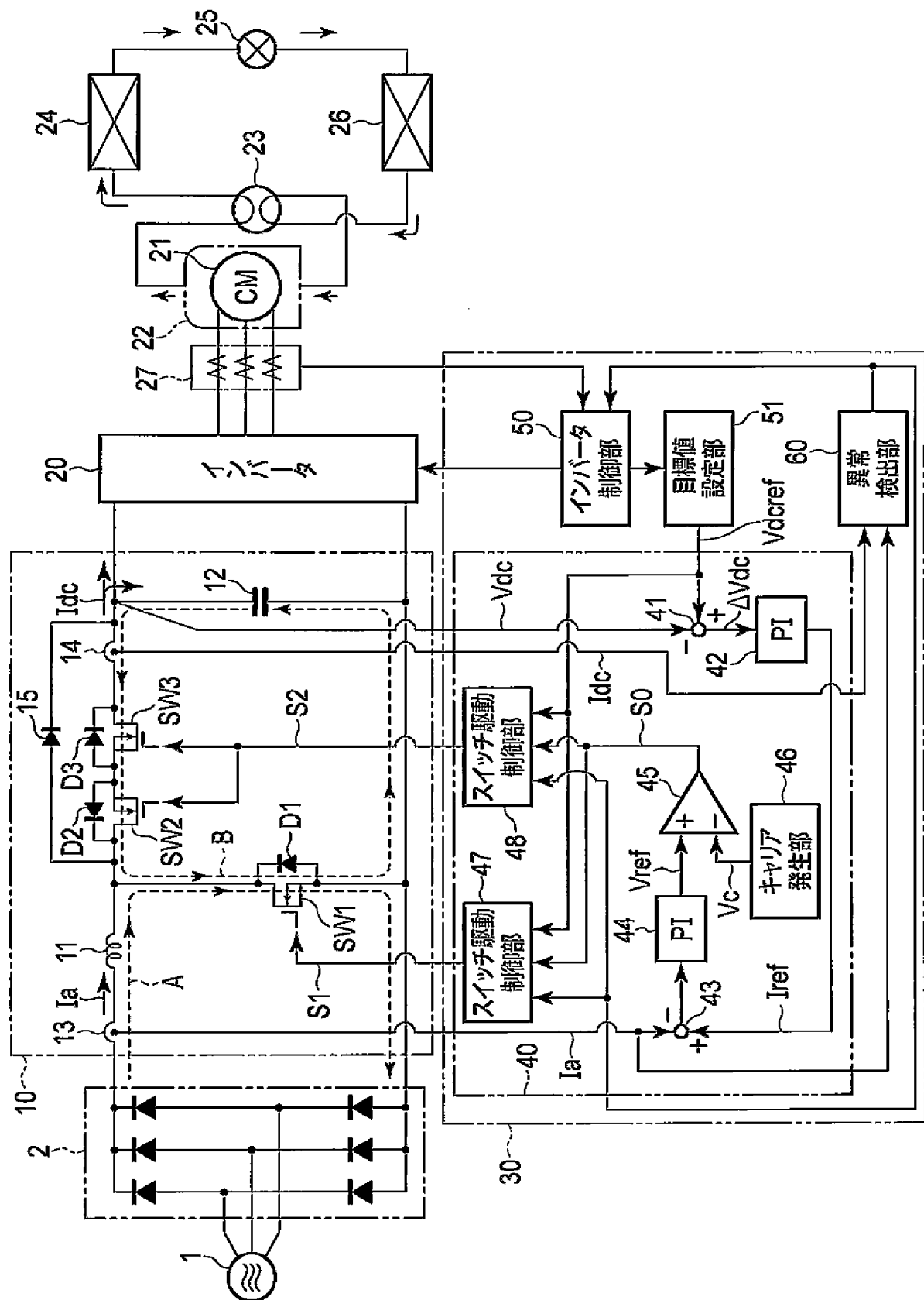
[請求項 9] 前記コントローラは、
前記前段スイッチおよび前記後段スイッチのいずれかがオフしたままオンしない故障を検出した場合に、前記第 1 スwitch をオフするとともに前記前段スイッチおよび前記後段スイッチをオフする、
ことを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか一項に記載の電源装置。

[請求項 10] 前記コントローラは、
前記前段スイッチおよび前記後段スイッチのいずれかがオフしたままオンしない故障を検出した場合に、前記負荷を即時に停止する、
ことを特徴とする請求項 6 から請求項 9 のいずれか一項に記載の電源装置。

[図2]

電流	異常内容	SW1	SW2	インバータ
$I_a \geq I_{as}$	電源短絡 or 過電流	オフ	オフ	異常が継続 の場合に停止
$-I_{dc} \geq -I_{dcs}$	上下短絡	オフ	オフ	停止

[図3]



[図4]

電流	異常内容	SW1	SW2,SW3	インバータ
$I_a \geq I_{as}$	電源短絡 or 過電流	オフ	オン	異常が継続 の場合に停止
$-I_{dc} \geq -I_{dcs}$	上下短絡	オフ	オフ	停止
$\Delta I > \alpha$	オープン故障	オフ	オフ	停止

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02M7/12(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02M7/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-135162 A (Hitachi Appliances, Inc.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraphs [0012] to [0051]; fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP 2000-14155 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 January 2000 (14.01.2000), paragraphs [0014] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP 8-9639 A (NE Corp.), 12 January 1996 (12.01.1996), paragraph [0037]; fig. 1 (Family: none)	4, 7-10
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 January 2017 (10.01.17)		Date of mailing of the international search report 17 January 2017 (17.01.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083128

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-78179 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 14 April 2011 (14.04.2011), fig. 1 & CN 102035408 A fig. 1 & KR 10-2011-0035842 A	6-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/12(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H02M7/12

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で利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
Y	JP 2012-135162 A（日立アプライアンス株式会社）2012.07.12, [0012]-[0051], 図1（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 2000-14155 A（松下電器産業株式会社）2000.01.14, [0014]-[0023], 図1（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 8-9639 A（株式会社エヌエフ回路設計ブロック）1996.01.12, [0037], 図1（ファミリーなし）	4, 7-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

10.01.2017

国際調査報告の発送日

17.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

麻生 哲朗

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

5G

2953

C (続き) . 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
Y	JP 2011-78179 A (サンケン電気株式会社) 2011.04.14, 図1 & CN 102035408 A, 図1 & KR 10-2011-0035842 A	6-10