

(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11月16日(16.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/195591 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 3/155 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/016473

(22) 国際出願日: 2017年4月26日(26.04.2017)

(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 2016-096694 2016年5月13日(13.05.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

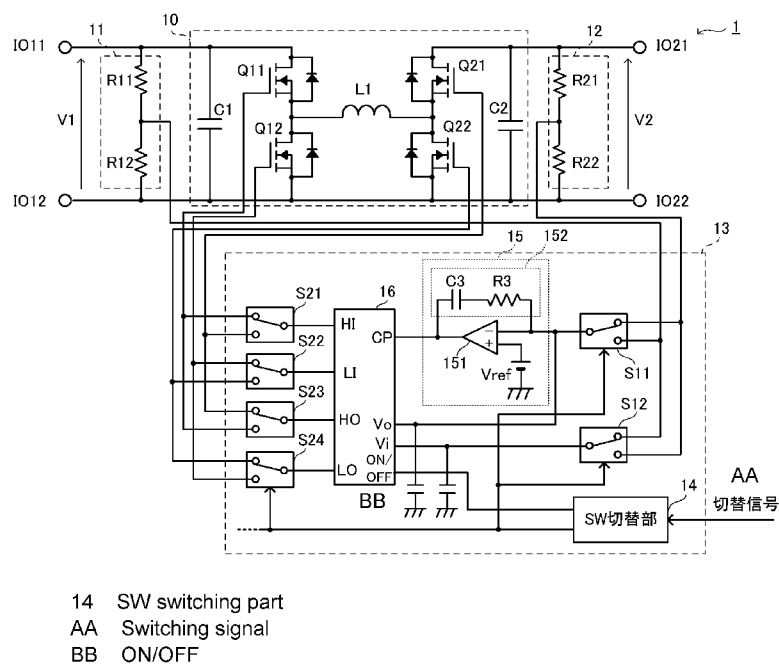
(72) 発明者: 鵜野 良之(UNO Yoshiyuki); 〒6178555
京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務
所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE);
〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1
丁目 4 番 3 4 号 Osaka (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, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER

(54) 発明の名称: 双方向DC-DCコンバータ



(57) Abstract: The bidirectional DC-DC converter (1) comprises; a converter unit (10) for performing bidirectional power conversion between input/output terminals (IO11, IO 12) and input/output terminals (IO 21, IO 22); an SW switching part (14) for receiving a switching signal for switching the direction of power conversion; voltage detection circuit (11) and voltage detection circuit (12) for detecting input/output voltages; and a switching control unit (16) for performing switching control of the converter unit (10) on the basis of the switching signal received by the SW switching part (14)



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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

and a detection result of voltage detection circuit (11) or voltage detection circuit (12). The switching control unit (16) stops the switching control when the switching signal is received and resumes the switching control after a period of time has elapsed.

(57) 要約：双方向DC-DCコンバータ（1）は、入出力端子（1011，1012）と入出力端子（1021，1022）との間で双方向に電力変換するコンバータ部（10）と、電力変換方向を切り替える切替信号を受信するSW切替部（14）と、入出力電圧を検出する電圧検出回路（11）及び電圧検出回路（12）と、SW切替部（14）が受信する切替信号と、電圧検出回路（11）又は電圧検出回路（12）による検出結果とに基づいて、コンバータ部（10）をスイッチング制御するスイッチング制御部（16）とを備える。スイッチング制御部（16）は、切替信号を受信したとき、スイッチング制御を停止し、期間経過後にスイッチング制御を開始する。

明 細 書

発明の名称： 双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ

技術分野

[0001] 本発明は、２つの入出力部の間で双方向に電力変換を行う双方向ＤＣ－ＤＣコンバータに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、絶縁型の双方向ＤＣ－ＤＣコンバータが開示されている。この双方向ＤＣ－ＤＣコンバータは、入力側の接続と出力側の接続を変更することなく、電圧検出回路及び駆動回路を電力供給の方向に応じて切り替えることで、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側から出力側への電力供給及び出力側から入力側への電力供給を可能としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平１１－２５２９１９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１の双方向ＤＣ－ＤＣコンバータにおいて、電力供給の方向が切り替わる直後は、制御が不安定になり、また、異常動作を引き起こすおそれがある。例えば、出力電圧が入力電圧より高い場合は双方向ＤＣ－ＤＣコンバータが、入力側から出力側へ昇圧動作を行うことになるが、このとき電力供給方向を切り替えると、出力側から入力側へは降圧動作を行うべきであるにもかかわらず、切り替えた直後は昇圧動作を維持し、過大に電力を供給するおそれがある。

[0005] そこで、本発明の目的は、安定した動作を行う双方向ＤＣ－ＤＣコンバータを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る双方向ＤＣ－ＤＣコンバータは、第１入出力部及び第２入出

力部と、前記第 1 入出力部と前記第 2 入出力部との間で双方向に電力変換するコンバータ部と、電力変換方向を切り替える切替信号を受信する切替信号受信部と、前記第 1 入出力部に対する入出力電圧を検出する第 1 入出力電圧検出部と、前記第 2 入出力部に対する入出力電圧を検出する第 2 入出力電圧検出部と、前記切替信号受信部が受信する切替信号と、前記第 1 入出力電圧検出部又は前記第 2 入出力電圧検出部による検出結果とに基づいて、前記コンバータ部をスイッチング制御するスイッチング制御部と、を備え、前記スイッチング制御部は、前記切替信号受信部が切替信号を受信したとき、スイッチング制御を停止し、所定期間経過後にスイッチング制御を開始する、ことを特徴とする。

[0007] この構成では、切替信号を受信したとき、所定期間、例えばスイッチング制御部に含まれる容量に蓄電された電荷が放電されるまでの間、スイッチング制御を停止することで、制御を安定させて電力変換方向を切り替えることができる。

[0008] 前記双方向 DC-DC コンバータは、前記第 1 入出力電圧検出部又は前記第 2 入出力電圧検出部による検出結果と、基準値とを比較する誤差増幅部を備え、前記誤差増幅部は積分要素を含む位相補償回路を有し、前記スイッチング制御部は、前記誤差増幅部の出力に基づいてスイッチング制御してもよい。

[0009] この構成では、位相補償回路を設けることで、安定性と応答性の改善を図れる。また、位相補償回路に含まれる積分要素により、出力電圧と基準値の偏差をゼロに近づけることができる。

[0010] 前記位相補償回路は微分要素を含んでもよい。

[0011] この構成では、位相補償回路に含まれる微分要素により、応答速度を高めることができる。

[0012] 前記コンバータ部は、Hブリッジコンバータであってもよい。

[0013] この構成では、非絶縁とすることで、双方向 DC-DC コンバータの大型化を抑制できる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、所定期間、例えばスイッチング制御部に含まれる容量に蓄電された電荷が放電されるまでの間、スイッチング制御を停止することで、電力変換方向を切り替えた後の制御を安定させることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、実施形態に係る双方向DC-DCコンバータの回路図である。

[図2]図2は、制御モードの切り替え時のスイッチング制御部の動作を説明するためのタイミングチャートである。

[図3]図3は、別の例の双方向DC-DCコンバータの回路図である。

発明を実施するための形態

[0016] 図1は、本実施形態に係る双方向DC-DCコンバータ1の回路図である。

[0017] 双方向DC-DCコンバータ1は、一对の入出力端子IO11と入出力端子IO12と、一对の入出力端子IO21と入出力端子IO22とを備える。入出力端子IO11及び入出力端子IO12は、本発明に係る「第1入出力部」の一例である。入出力端子IO21及び入出力端子IO22は、本発明に係る「第2入出力部」の一例である。

[0018] 本実施形態に係る双方向DC-DCコンバータ1は、4つの制御モードの何れかで駆動する。第1制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO11及び入出力端子IO12から入力される電圧を昇圧して、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から出力する。第2制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO11及び入出力端子IO12から入力される電圧を降圧して、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から出力する。第3制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から入力される電圧を昇圧して、入出力端子IO11及び入出力端子IO22から出力する。第4制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から入力される電圧を降圧して、入出力端子IO11及び入出力端子IO22から出力する。

Ｏ１１及び入出力端子１０２２から出力する。

[0019] つまり、双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ１は、入出力端子１０１１及び入出力端子１０１２と、入出力端子１０２１及び入出力端子１０２２との間で、双方向に電力変換が可能である。例えば、入出力端子１０１１及び入出力端子１０１２には電源又は負荷が接続され、入出力端子１０２１及び入出力端子１０２２には二次電池が接続される場合、双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ１は、二次電池から負荷へ電力を供給し、また、電源から二次電池へ電力を供給して、二次電池を充電することができる。

[0020] 入出力端子１０１１及び入出力端子１０１２と、入出力端子１０２１及び入出力端子１０２２との間には、コンバータ部１０が接続される。コンバータ部１０は、キャパシタＣ１と、スイッチ素子Ｑ１１及びスイッチ素子Ｑ１２の直列回路と、スイッチ素子Ｑ２１及びスイッチ素子Ｑ２２の直列回路と、キャパシタＣ２と、インダクタＬ１とで構成される。

[0021] キャパシタＣ１と、スイッチ素子Ｑ１１及びスイッチ素子Ｑ１２の直列回路はそれぞれ、入出力端子１０１１と入出力端子１０１２との間に接続される。スイッチ素子Ｑ１１とスイッチ素子Ｑ１２はＭＯＳ－ＦＥＴである。キャパシタＣ２と、スイッチ素子Ｑ２１及びスイッチ素子Ｑ２２の直列回路はそれぞれ、入出力端子１０２１と入出力端子１０２２との間に接続される。スイッチ素子Ｑ２１とスイッチ素子Ｑ２２はＭＯＳ－ＦＥＴである。インダクタＬ１は、スイッチ素子Ｑ１１とスイッチ素子Ｑ１２との接続点と、スイッチ素子Ｑ２１とスイッチ素子Ｑ２２との接続点との間に接続される。

[0022] つまり、双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ１は、インダクタＬ１を中心とした対称型の回路構成を有する、所謂Ｈブリッジ回路である。Ｈブリッジ回路は非絶縁であるため、双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ１の大型化を抑制できる。コンバータ部１０のスイッチング制御については後述する。

[0023] 入出力端子１０１１と入出力端子１０１２の間には電圧検出回路１１が接続される。電圧検出回路１１は、抵抗Ｒ１１と抵抗Ｒ１２との分圧回路である。電圧検出回路１１は、入出力端子１０１１及び入出力端子１０１２に

対する電圧 V_1 を検出する。入出力端子 $IO11$ 及び入出力端子 $IO12$ が入力側となる場合には、電圧 V_1 は双方向 $DC-DC$ コンバータ1の入力電圧である。入出力端子 $IO11$ 及び入出力端子 $IO12$ が出力側となる場合には、電圧 V_1 は双方向 $DC-DC$ コンバータ1の出力電圧である。電圧検出回路11は、本発明に係る「第1入出力電圧検出部」の一例である。

[0024] 入出力端子 $IO21$ と入出力端子 $IO22$ との間には電圧検出回路12が接続される。電圧検出回路12は、抵抗 $R21$ と抵抗 $R22$ との分圧回路である。電圧検出回路12は、入出力端子 $IO21$ 及び入出力端子 $IO22$ に対する電圧 V_2 を検出する。入出力端子 $IO21$ 及び入出力端子 $IO22$ が入力側となる場合には、電圧 V_2 は双方向 $DC-DC$ コンバータ1の入力電圧である。入出力端子 $IO21$ 及び入出力端子 $IO22$ が出力側となる場合には、電圧 V_2 は双方向 $DC-DC$ コンバータ1の出力電圧である。電圧検出回路12は、本発明に係る「第2入出力電圧検出部」の一例である。

[0025] 双方向 $DC-DC$ コンバータ1は制御部13を備える。制御部13は、 SW 切替部14と、誤差増幅部15と、スイッチング制御部16とを有する。また、制御部13は、スイッチ $S11$ と、スイッチ $S12$ と、スイッチ $S21$ と、スイッチ $S22$ と、スイッチ $S23$ と、スイッチ $S24$ とを有する。

[0026] SW 切替部14は外部から切替信号を受信する。切替信号は、双方向 $DC-DC$ コンバータ1の制御モードを切り替える信号である。 SW 切替部14は、切替信号を受信するとスイッチ $S11$ 、 $S12$ 、 $S21\sim S24$ を切り替える。また、 SW 切替部14は、受信する切替信号をスイッチング制御部16へ出力する。 SW 切替部14は、本発明に係る「切替信号受信部」の一例である。

[0027] スイッチ $S11$ 及びスイッチ $S12$ は、2つの入力的一方を出力する単極双投形のスイッチである。スイッチ $S11$ 及びスイッチ $S12$ それぞれには、電圧検出回路11及び電圧検出回路12それぞれからの出力電圧が入力され、それら的一方を出力する。入出力端子 $IO11$ 及び入出力端子 $IO12$ が入力側となる場合、電圧検出回路12の出力電圧がスイッチ $S11$ から出

力され、電圧検出回路 11 の出力電圧がスイッチ S 12 から出力されるように、スイッチ S 11 及びスイッチ S 12 は切り替えられる。つまり、双方向 DC-DC コンバータ 1 の制御モードに応じて、スイッチ S 11 からは双方向 DC-DC コンバータ 1 の出力電圧が出力され、スイッチ S 12 からは双方向 DC-DC コンバータ 1 の入力電圧が出力されるように、スイッチ S 11 及びスイッチ S 12 は切り替えられる。

[0028] スイッチ S 11 の出力は、誤差増幅部 15 と、スイッチング制御部 16 の端子 V_oそれぞれに接続される。端子 V_oは、双方向 DC-DC コンバータ 1 の出力電圧を入力するための端子である。スイッチ S 12 の出力は、スイッチング制御部 16 の端子 V_iに接続される。端子 V_iは、双方向 DC-DC コンバータ 1 の入力電圧を入力するための端子である。スイッチング制御部 16 は、端子 V_iと端子 V_oに入力された、双方向 DC-DC コンバータ 1 の入力電圧と出力電圧とに基づき、降圧または昇圧の制御モードを決定する。

[0029] 誤差増幅部 15 は、双方向 DC-DC コンバータ 1 の出力電圧、すなわち電圧検出回路 11 又は電圧検出回路 12 の出力電圧と、基準電圧 V_{ref}とを比較する。誤差増幅部 15 の出力は、スイッチング制御部 16 の CP (COMP) 端子に接続される。スイッチング制御部 16 は、誤差増幅部 15 の出力に基づいて、コンバータ部 10 のスイッチングデューティを決定し、PWM 変調したゲート信号を生成する。

[0030] 双方向 DC-DC コンバータ 1 の制御モードにかかわらず、双方向 DC-DC コンバータ 1 の出力電圧は、1 つの誤差増幅部 15 に入力される。そして、双方向 DC-DC コンバータ 1 の出力電圧は、同じ基準電圧 V_{ref}と比較される。なお、この基準電圧は外部の指令又は入出力に接続する二次電池の電圧などによって変更されてもよい。

[0031] 誤差増幅部 15 は、誤差増幅器 151 と、位相補償回路 152 とを有する。位相補償回路 152 はキャパシタ C 3 と抵抗 R 3 とが直列接続されて構成される。位相補償回路 152 を設けることで、安定性と応答性との改善を図

ることができる。キャパシタC 3は、本発明に係る「積分要素」の一例である。誤差増幅器1 5 1の非反転入力端子には、基準電圧V r e fが入力される。誤差増幅器1 5 1の反転入力端子には、スイッチS 1 1の出力が接続される。つまり、誤差増幅器1 5 1の反転入力端子には、電圧検出回路1 1又は電圧検出回路1 2からの出力電圧が入力される。位相補償回路1 5 2は、負帰還ループの位相補償を行うための回路であり、誤差増幅器1 5 1の出力端子と反転入力端子との間に接続される。

[0032] スイッチS 2 1～S 2 4は、一つの入力端子と、二つの第1出力端子及び第2出力端子とを有する単極双投形のスイッチである。スイッチS 2 1～S 2 4は、コンバータ部1 0の各スイッチ素子へゲート信号を出力する、スイッチング制御部1 6の端子H Iと、端子L Iと、端子H Oと、端子L Oとにそれぞれ接続される。

[0033] スイッチS 2 1の入力端子は、スイッチング制御部1 6の端子H Iに接続される。スイッチS 2 1の第1出力端子は、スイッチ素子Q 1 1のゲートに接続される。スイッチS 2 1の第2出力端子は、スイッチ素子Q 2 1のゲートに接続される。

[0034] スイッチS 2 2の入力端子は、スイッチング制御部1 6の端子L Iに接続される。スイッチS 2 2の第1出力端子は、スイッチ素子Q 1 2のゲートに接続される。スイッチS 2 2の第2出力端子は、スイッチ素子Q 2 2のゲートに接続される。

[0035] スイッチS 2 3の入力端子は、スイッチング制御部1 6の端子H Oに接続される。スイッチS 2 3の第1出力端子は、スイッチ素子Q 2 1のゲートに接続される。スイッチS 2 3の第2出力端子は、スイッチ素子Q 1 1のゲートに接続される。

[0036] スイッチS 2 4の入力端子は、スイッチング制御部1 6の端子L Oに接続される。スイッチS 2 4の第1出力端子は、スイッチ素子Q 2 2のゲートに接続される。スイッチS 2 4の第2出力端子は、スイッチ素子Q 1 2のゲートに接続される。

[0037] スイッチS21～S24は、双方向DC-DCコンバータ1の制御モードに応じてSW切替部14により切り替えられる。第1制御モード又は第2制御モードでは、図1に示すように、スイッチS21と、スイッチS22と、スイッチS23と、スイッチS24とは、入力端子と第1出力端子とが接続されるように切り替えられる。つまり、端子H1はスイッチ素子Q11に接続され、端子L1はスイッチ素子Q12に接続され、端子H0はスイッチ素子Q21に接続され、端子L0はスイッチ素子Q22に接続される。第3制御モード又は第4制御モードでは、スイッチS21と、スイッチS22と、スイッチS23と、スイッチS24とは、入力端子と第2出力端子とが接続されるように切り替えられる。つまり、端子H1はスイッチ素子Q21に接続され、端子L1はスイッチ素子Q22に接続され、端子H0はスイッチ素子Q11に接続され、端子L0はスイッチ素子Q12に接続される。

[0038] 次に、前記のように構成される双方向DC-DCコンバータ1の動作について説明する。

[0039] (第1制御モード)

第1制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO11及び入出力端子IO12からの入力電圧を昇圧して、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から出力する。この場合、SW切替部14は、電圧検出回路12の出力電圧が誤差増幅部15に入力されるようにスイッチS11を切り替える。誤差増幅部15は、電圧検出回路12の出力電圧と基準電圧Vrefとを比較し、スイッチング制御部16へ出力する。スイッチング制御部16は、その比較結果から、スイッチング制御のデューティ比を決定する。

[0040] スイッチング制御部16は、スイッチ素子Q11を常時オン、スイッチ素子Q12を常時オフする。そして、スイッチング制御部16は、決定したデューティ比でスイッチ素子Q21とスイッチ素子Q22とを交互にオンオフする。このとき、スイッチ素子Q21は同期整流素子として動作する。

[0041] (第2制御モード)

第2制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO11及び入出力端子IO12からの入力電圧を降圧して、入出力端子IO21及び入出力端子IO22から出力する。この場合、SW切替部14は、電圧検出回路12の出力電圧が誤差増幅部15に入力されるようにスイッチS11を切り替える。誤差増幅部15は、電圧検出回路12の出力電圧と基準電圧V_{ref}とを比較し、スイッチング制御部16へ出力する。スイッチング制御部16は、その比較結果から、スイッチング制御のデューティ比を決定する。

[0042] スイッチング制御部16は、スイッチ素子Q21を常時オン、スイッチ素子Q22を常時オフする。そして、スイッチング制御部16は、決定したデューティ比でスイッチ素子Q11とスイッチ素子Q12とを交互にオンオフする。このとき、スイッチ素子Q12は同期整流素子として動作する。

[0043] (第3制御モード)

第3制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO21及び入出力端子IO22からの入力電圧を昇圧して、入出力端子IO11及び入出力端子IO12から出力する。この場合、SW切替部14は、電圧検出回路11の出力電圧が誤差増幅部15に入力されるようにスイッチS11を切り替える。誤差増幅部15は、電圧検出回路11の出力電圧と基準電圧V_{ref}とを比較し、スイッチング制御部16へ出力する。スイッチング制御部16は、その比較結果から、スイッチング制御のデューティ比を決定する。

[0044] スイッチング制御部16は、スイッチ素子Q21を常時オン、スイッチ素子Q22を常時オフする。そして、スイッチング制御部16は、決定したデューティ比でスイッチ素子Q11とスイッチ素子Q12とを交互にオンオフする。このとき、スイッチ素子Q11は同期整流素子として動作する。

[0045] (第4制御モード)

第4制御モードでは、双方向DC-DCコンバータ1は、入出力端子IO21及び入出力端子IO22からの入力電圧を降圧して、入出力端子IO1

1 及び入出力端子 1012 から出力する。この場合、SW切替部 14 は、電圧検出回路 11 の出力電圧が誤差増幅部 15 に入力されるようにスイッチ S11 を切り替える。誤差増幅部 15 は、電圧検出回路 11 の出力電圧と基準電圧 V_{ref} とを比較し、スイッチング制御部 16 へ出力する。スイッチング制御部 16 は、その比較結果から、スイッチング制御のデューティ比を決定する。

[0046] スイッチング制御部 16 は、スイッチ素子 Q11 を常時オン、スイッチ素子 Q12 を常時オフする。そして、スイッチング制御部 16 は、決定したデューティ比でスイッチ素子 Q21 とスイッチ素子 Q22 とを交互にオンオフする。このとき、スイッチ素子 Q22 は同期整流素子として動作する。

[0047] このように、双方向 DC-DC コンバータ 1 は、第 1 制御モード、第 2 制御モード、第 3 制御モード、及び第 4 制御モードの何れかで駆動できる。そして、電力供給方向の切り替えは、SW切替部 14 が受信する外部からの切替信号に従って行われる。SW切替部 14 が切替信号を受信すると、この切替信号がスイッチング制御部 16 へ通知される。スイッチング制御部 16 は、切替信号に応じて、電力供給方向を切り替える。スイッチング制御部 16 は、電力供給方向を切り替える際、所定期間、スイッチング制御を停止する。

[0048] 図 2 は、制御モードの切り替え時のスイッチング制御部 16 の動作を説明するためのタイミングチャートである。この例では、時刻 t_1 まで、双方向 DC-DC コンバータ 1 は第 1 制御モードで駆動しているものとする。

[0049] SW切替部 14 が切替信号を受信する時刻 t_1 までは、スイッチング制御部 16 は、スイッチング制御を行っている。時刻 t_1 に SW切替部 14 が切替信号を受信すると、スイッチング制御部 16 は、スイッチ素子 Q11, Q12, Q21, Q22 のすべてをオフにして、スイッチング制御を停止する。SW切替部 14 は、時刻 t_1 から時刻 t_2 の経過後、スイッチ S11 等を切り替える。スイッチング制御部 16 は、時刻 t_1 でスイッチング制御を停止した後、時刻 t_3 を経過したときに、受信した切替信号に基づく制御モー

ドで双方向DC-DCコンバータ1が駆動するように、スイッチング制御を開始する。

[0050] 例えば、双方向DC-DCコンバータ1が第1制御モードで駆動している場合、キャパシタC3は積分要素として機能しているため、出力電圧と基準値との偏差がゼロとなるための情報として電荷が蓄えられている。この状態で電力供給の方向を切り替えると、蓄えられた電荷に起因して、制御が不安定となり、また、デューティが過大又は過少になるなどの異常動作するおそれがある。また、昇圧動作から降圧動作へ切り替える必要があるが、制御部13のVi及びVoの線路に、寄生成分として、又はノイズ除去のため意図的にキャパシタが存在する場合、切り替えが行われてからキャパシタの電圧が変化する過渡期間に昇圧動作が引き続き行われるおそれもある。

[0051] そこで、図2で説明したように、制御モードを切り替える際、所定期間Td、スイッチング制御を停止する。この所定期間Tdは、スイッチング制御が電力供給の方向を切り替えて制御する準備ができるまでの期間である。これにより、電力供給方向の切り替え後も、双方向DC-DCコンバータ1は、安定した制御を行うことができる。

[0052] なお、時刻t4で切替信号を受信して、再び電力供給方向を切り替える場合も同様に、SW切替部14は、時刻t4から時刻t5の経過後、スイッチS11等を切り替える。

[0053] 図3は、別の例の双方向DC-DCコンバータ1Aの回路図である。この例では、誤差増幅部15Aの構成が図1と相違する。誤差増幅部15Aは、位相補償回路152Aを有する。位相補償回路152Aは、キャパシタC3と抵抗R3との直列回路を有し、キャパシタC4、C5とが微分要素を構成する。キャパシタC4、C5は、それぞれの電圧検出回路11、12の抵抗R11、R21に並列に接続される。キャパシタC3と抵抗R3との直列回路は、誤差増幅器151の出力端子と反転入力端子との間に接続される。キャパシタC4、C5を設けることで、フィードバック位相を進ませることができるので、応答性の改善を図れる。

[0054] 電力供給の方向を切り替えた場合、キャパシタC4及びキャパシタC5の接続が急に変更されるため、微分要素の働きにより誤差増幅器151の出力が急激に変化して異常動作するおそれがある。しかし、図2で説明したように、制御モードを切り替える際、所定期間Td、スイッチング制御を停止させることにより、誤差増幅器151の出力が急激に変化したとしてもスイッチング制御が停止しているため、安定して電力供給の方向を切り替えることができる。

[0055] なお、上述の実施形態では、双方向DC-DCコンバータ1はHブリッジ回路として説明したが、2つの入出力部の間で双方向に電力変換を行える回路であれば適宜変更可能である。

符号の説明

[0056] C1, C2, C3, C4, C5…キャパシタ
IO11, IO12…入出力端子（第1入出力部）
IO21, IO22…入出力端子（第2入出力部）
L1…インダクタ
Q11, Q12, Q21, Q22…スイッチ素子
R11, R12…抵抗
R21, R22…抵抗
R3…抵抗
S11, S12, S21, S22, S23, S24…スイッチ
1, 1A…DC-DCコンバータ
10…コンバータ部
11…電圧検出回路（第1入出力電圧検出部）
12…電圧検出回路（第2入出力電圧検出部）
13…制御部
14…SW切替部（切替信号受信部）
15, 15A…誤差増幅部
16…スイッチング制御部

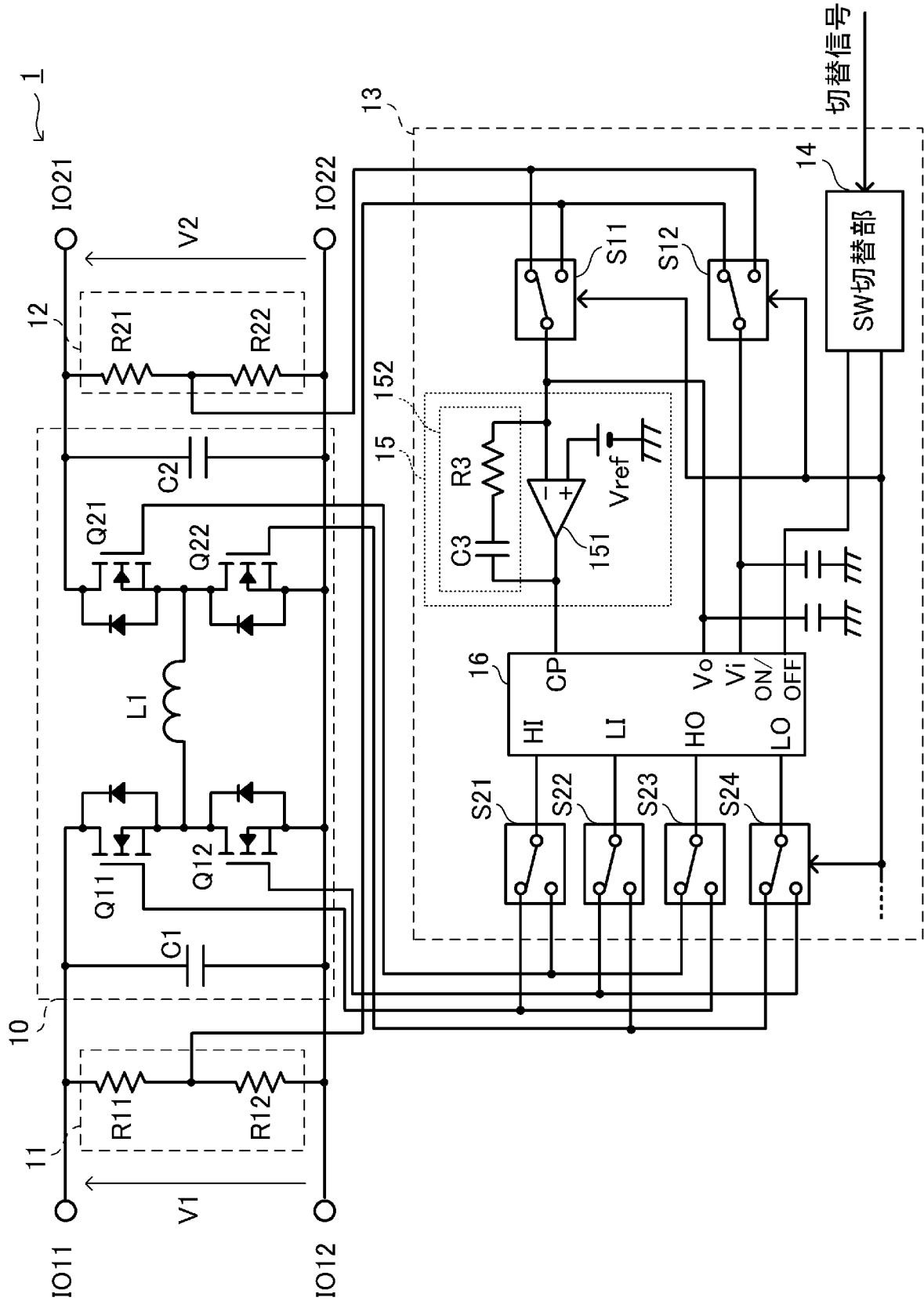
1 5 1 ...誤差増幅器

1 5 2, 1 5 2 A ...位相補償回路

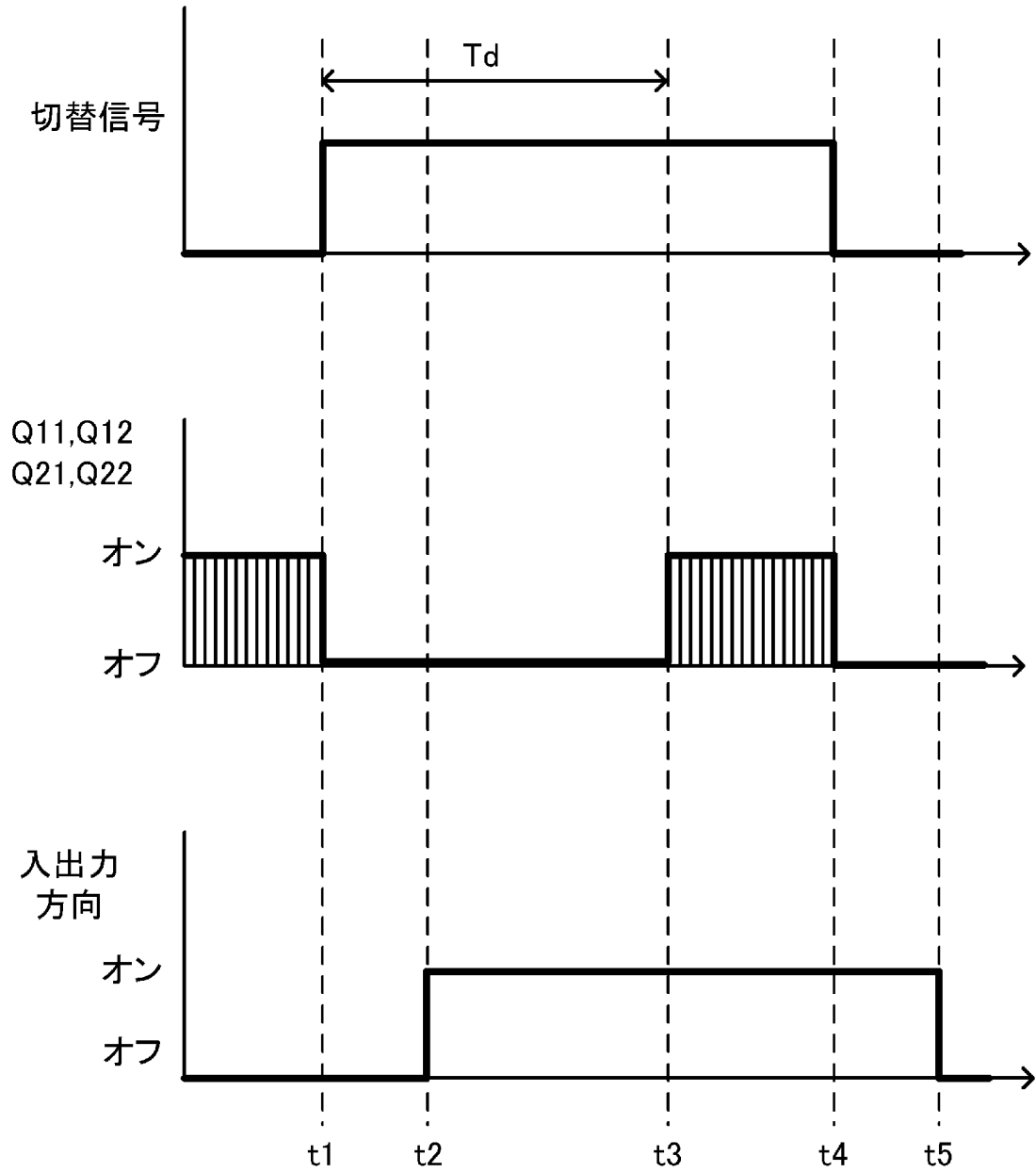
請求の範囲

- [請求項1] 第1入出力部及び第2入出力部と、
 前記第1入出力部と前記第2入出力部との間で双方向に電力変換するコンバータ部と、
 電力変換方向を切り替える切替信号を受信する切替信号受信部と、
 前記第1入出力部に対する入出力電圧を検出する第1入出力電圧検出部と、
 前記第2入出力部に対する入出力電圧を検出する第2入出力電圧検出部と、
 前記切替信号受信部が受信する切替信号と、前記第1入出力電圧検出部又は前記第2入出力電圧検出部による検出結果とに基づいて、前記コンバータ部をスイッチング制御するスイッチング制御部と、
 を備え、
 前記スイッチング制御部は、
 前記切替信号受信部が切替信号を受信したとき、スイッチング制御を停止し、所定期間経過後にスイッチング制御を開始する、
 双方向DC-DCコンバータ。
- [請求項2] 前記第1入出力電圧検出部又は前記第2入出力電圧検出部による検出結果と、基準値とを比較する誤差増幅部、
 を備え、
 前記誤差増幅部は積分要素を含む位相補償回路を有し、
 前記スイッチング制御部は、前記誤差増幅部の出力に基づいてスイッチング制御する、
 請求項1に記載の双方向DC-DCコンバータ。
- [請求項3] 前記位相補償回路は微分要素を含む、
 請求項2に記載の双方向DC-DCコンバータ。
- [請求項4] 前記コンバータ部はHブリッジコンバータである、
 請求項1から3の何れかに記載の双方向DC-DCコンバータ。

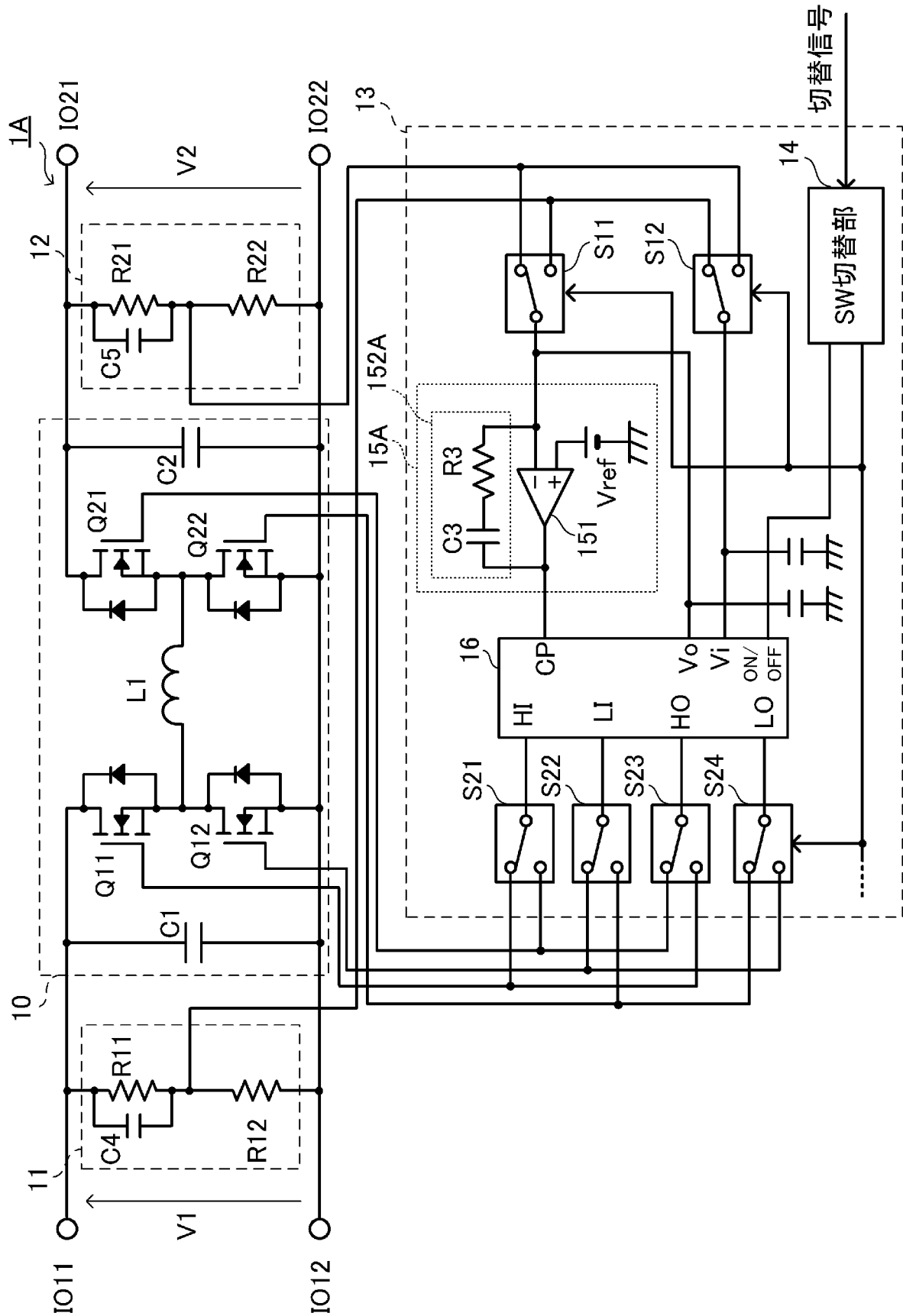
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/016473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M3/155(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)

H02M3/00-3/44

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 2014-093910 A (Nippon Steel & Sumikin Texeng. Co., Ltd.), 19 May 2014 (19.05.2014), paragraphs [0001] to [0032]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-4
Y	WO 2007/125949 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0001] to [0121]; fig. 1 to 8 & JP 2007-295769 A & US 2010/0164446 A1 paragraphs [0001] to [0121]; fig. 1 to 8 & EP 1990902 A1	1-4

☒ 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
30 June 2017 (30.06.17)

Date of mailing of the international search report
11 July 2017 (11.07.17)

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/JP2017/016473

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 2015-162951 A (Hitachi Industry & Control Solutions, Ltd.), 07 September 2015 (07.09.2015), paragraphs [0001] to [0147]; fig. 1 to 15 (Family: none)	1-4
Y	JP 2003-052170 A (Texas Instruments Japan Ltd.), 21 February 2003 (21.02.2003), paragraphs [0001] to [0019]; fig. 8 to 9 & US 2003/0034762 A1 paragraphs [0001] to [0026]; fig. 8 to 9	2-4
Y	JP 2004-343855 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0014] to [0065]; fig. 1 to 24 & US 2004/0227497 A1 paragraphs [0036] to [0092]; fig. 1 to 24	2-4
Y	JP 06-269162 A (Hitachi Shomei Kabushiki Kaisha), 22 September 1994 (22.09.1994), paragraphs [0001] to [0007]; fig. 1 to 6 (Family: none)	3-4
Y	JP 2007-325478 A (Torex Device Co., Ltd.), 13 December 2007 (13.12.2007), paragraphs [0001] to [0092]; fig. 1 to 17 & US 2008/0007233 A1 paragraphs [0002] to [0117]; fig. 1 to 17	3-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/155(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（IPC））

Int.Cl. H02M3/00-3/44

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
Y	J P 2014-093910 A（日鉄住金テックスエンジ株式会社） 2014.05.19 段落[0001] - [0032], 図1-8 （ファミリーなし）	1-4

☒ 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

30.06.2017

国際調査報告の発送日

11.07.2017

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）

白井 孝治

5G

8843

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

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	WO 2007/125949 A1 (松下電器産業株式会社) 2007. 11. 08 段落 [0001] - [0121], 図1-8 & JP 2007-295769 A & US 2010/0164446 A1 段落 [0001] - [0121], 図1-8 & EP 1990902 A1	1-4
Y	JP 2015-162951 A (株式会社 日立産業制御ソリューションズ) 2015. 09. 07 段落 [0001] - [0147], 図1-15 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2003-052170 A (日本テキサス・インスツルメンツ株式会社) 2003. 02. 21 段落 [0001] - [0019], 図8-9 & US 2003/0034762 A1 段落 [0001] - [0026], 図8-9	2-4
Y	JP 2004-343855 A (太陽誘電株式会社) 2004. 12. 02 段落 [0014] - [0065], 図1-24 & US 2004/0227497 A1 段落 [0036] - [0092], 図1-24	2-4
Y	JP 06-269162 A (日立照明株式会社) 1994. 09. 22 段落 [0001] - [0007], 図1-6 (ファミリーなし)	3-4
Y	JP 2007-325478 A (トレックスデバイス株式会社) 2007. 12. 13 段落 [0001] - [0092], 図1-17 & US 2008/0007233 A1 段落 [0002] - [0117], 図1-17	3-4