

(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
2018年7月12日(12.07.2018)



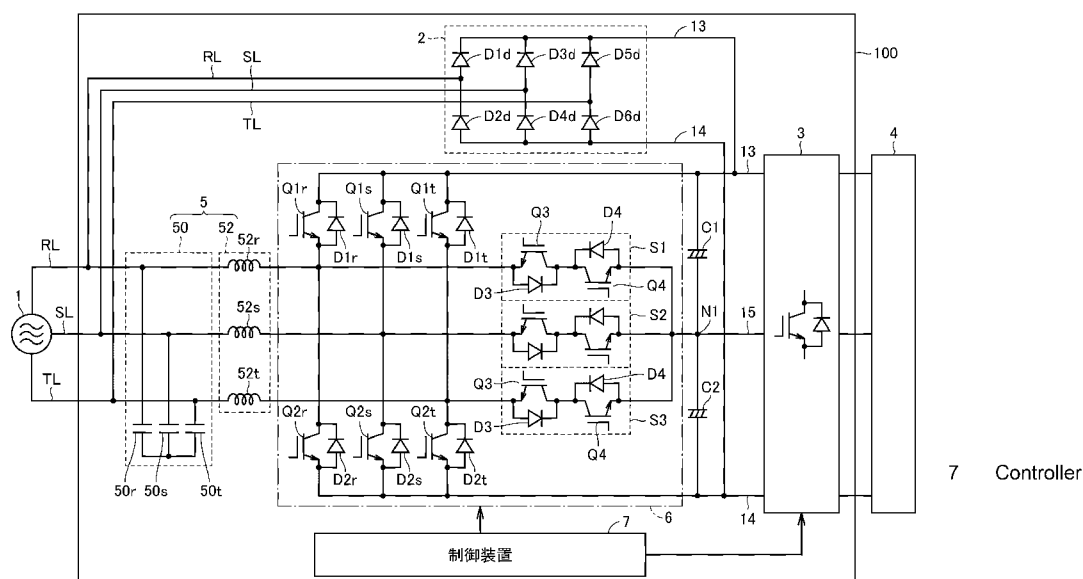
(10) 国際公開番号

WO 2018/127945 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01) H02M 7/08 (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000035
- (22) 国際出願日: 2017年1月4日(04.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中野 俊秀 (NAKANO, Toshihide); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト 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,

(54) Title: POWER CONVERTER

(54) 発明の名称: 電力変換装置



(57) Abstract: A power converter (100) comprises a three-level converter (6), an inverter (3), a diode rectifier (2), and a controller (7). The three-level converter (6) is configured to convert an alternating-current voltage supplied from an alternating-current power supply (1) via an alternating-current line into a direct-current voltage. The inverter (3) is configured to convert, into an alternating-current voltage, the direct-current voltage supplied from the three-level converter (6) via a direct-current positive bus bar (13), a direct-current negative bus bar (14), and a direct-current neutral bus bar (15), and supply this alternating-current voltage to a load (4). The diode rectifier (2) is connected in parallel to the three-level converter (6) between the alternating-current line and the direct-current positive bus bar (13) and direct-current negative

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)）

bus bar (14). The controller (7) is configured: to control the three-level converter (6) such that the direct-current voltage supplied to the inverter (3) becomes a reference voltage higher than the direct-current voltage to be output from the diode rectifier (2); and also to gate block the three-level converter (6) during failure of the three-level converter (6).

(57) 要約：電力変換装置（100）は、3レベルコンバータ（6）と、インバータ（3）と、ダイオード整流器（2）と、制御装置（7）とを備える。3レベルコンバータ（6）は、交流電源（1）から交流ラインを介して供給される交流電圧を直流電圧に変換するように構成される。インバータ（3）は、3レベルコンバータ（6）から直流正母線（13）、直流負母線（14）および直流中性点母線（15）を介して供給される直流電圧を交流電圧に変換し、負荷（4）に供給するように構成される。ダイオード整流器（2）は、交流ラインと直流正母線（13）および直流負母線（14）との間に、3レベルコンバータ（6）と並列に接続される。制御装置（7）は、インバータ（3）に供給する直流電圧が、ダイオード整流器（2）から出力されるべき直流電圧よりも高い基準電圧になるように3レベルコンバータ（6）を制御する一方で、3レベルコンバータ（6）の故障時には3レベルコンバータ（6）をゲートブロックするように構成される。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] この発明は、電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 特開 2 0 1 3 - 2 7 9 9 0 号公報（特許文献 1）には、モータと、モータを駆動する駆動回路と、整流部と、コンデンサと、ブリッジ回路と、高調波成分抑制部とを備える射出成型機が開示される。整流部は、交流電源からの交流電力を直流電力に変換して駆動回路に供給する。コンデンサは、駆動回路と整流部との間に設けられる。ブリッジ回路は、駆動回路と整流部との間の直流電力を交流電力に変換するように構成される。高調波成分抑制部は、ブリッジ回路の交流部側に接続される。

[0003] 上記射出成型機において、ブリッジ回路および高調波成分抑制部は、整流部に並列接続され、モータで発生する回生電力を交流電源に供給するための回生経路を形成する。高調波成分抑制部はリアクトルを有する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2 0 1 3 - 2 7 9 9 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記射出成型機においては、ブリッジ回路と整流部とが並列に接続されているため、ブリッジ回路を構成する複数のスイッチング素子をオンオフすると、整流部を介して流れる電流の還路がブリッジ回路に形成される。この電流は循環電流と呼ばれ、電力損失の原因となる。

[0006] 循環電流を抑制するため、特許文献 1 では、コンデンサの電圧が所定値以上のとき、モータの電力を回生するように、ブリッジ回路を構成する複数のスイッチング素子をオンオフする。一方、コンデンサの電圧が所定値未満の

ときには、ブリッジ回路を構成する複数のスイッチング素子を全てオフする。

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載される技術では、整流部は交流電源からモータに電力を供給するための力行経路を形成するため、負荷の力行時には、整流部でのダイオード整流により大量の高調波成分が発生し、力率の低下を避けられない。

[0008] 高調波成分抑制部およびブリッジ回路を回生経路だけでなく、力行経路としても用いるためには、特許文献 1 での手法に代わる循環電流への対策が必要となる。この対策によると、高調波成分抑制部のリアクトルは、高調波成分を抑制するために必要なインダクタンス値が高くなる。その結果、リアクトルが大型になってしまうという課題がある。

[0009] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、循環電流を抑制することができ、かつ、小型化に有利な電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この発明のある局面によれば、電力変換装置は、3 レベルコンバータと、インバータと、2 個のコンデンサと、ダイオード整流器と、制御装置とを備える。3 レベルコンバータは、交流電源から交流ラインを介して供給される交流電圧を直流電圧に変換するように構成される。インバータは、3 レベルコンバータから直流正母線、直流負母線および直流中性点母線を介して供給される直流電圧を交流電圧に変換し、負荷に供給するように構成される。2 個のコンデンサは、直流正母線と直流中性点母線との間、直流中性点母線と直流負母線との間にそれぞれ接続される。ダイオード整流器は、交流ラインと直流正母線および直流負母線との間に、3 レベルコンバータと並列に接続される。制御装置は、インバータに供給する直流電圧が、ダイオード整流器から出力されるべき直流電圧よりも高い基準電圧になるように 3 レベルコンバータを制御する一方で、3 レベルコンバータの故障時には 3 レベルコンバータをゲートブロックするように構成される。

発明の効果

[0011] この発明によれば、循環電流を抑制することができ、かつ、小型化に有利な電力変換装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1による電力変換装置の構成を示す回路図である。

[図2]制御装置による、3レベルコンバータの1相分のPWM制御を説明するための信号波形図である。

[図3]この発明の実施の形態2による電力変換装置の構成を示す回路図である。

[図4]この発明の実施の形態2の変形例による電力変換装置の構成を示す回路図である。

[図5]従来の電力変換装置の構成を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して、その説明を繰返さない。

[0014] まず、図5を用いて、従来の電力変換装置の構成とその課題について説明する。次に、本発明の実施の形態に係る電力変換装置について説明する。

[0015] ここでは、従来の電力変換装置の課題を説明するため、特許文献1に開示される電力変換装置を例に取り上げて説明する。

[0016] 図5は、従来の電力変換装置110の構成を示す回路図である。図5を参照して、電力変換装置110は、三相交流電源1と負荷4との間に接続されている。負荷4はたとえばモータであり、電力変換装置110から供給される三相交流電力によって駆動される。負荷4は、力行運転および回生運転を交互に行ない得る。

[0017] 電力変換装置110は、ダイオード整流器2と、コンデンサC0と、インバータ3と、2レベルコンバータ8と、フィルタ5と、制御装置7とを備え

る。電力変換装置 110 は、直流正母線 13、直流負母線 14、および交流ライン（R 相ライン RL、S 相ライン SL、T 相ライン TL）をさらに備える。

[0018] ダイオード整流器 2 は、三相交流電源 1 から交流ライン RL、SL、TL を介して供給される三相交流電力を直流電力に変換するように構成される。ダイオード整流器 2 は、ダイオード D1～D6 を含む。ダイオード D1 のアノードは R 相ライン RL に接続され、そのカソードは直流正母線 13 に接続される。ダイオード D2 のカソードは R 相ライン RL に接続され、そのアノードは直流負母線 14 に接続される。ダイオード D3 のアノードは S 相ライン SL に接続され、そのカソードは直流正母線 13 に接続される。ダイオード D4 のカソードは S 相ライン SL に接続され、そのアノードは直流負母線 14 に接続される。ダイオード D5 のアノードは T 相ライン TL に接続され、そのカソードは直流正母線 13 に接続される。ダイオード D6 のカソードは T 相ライン TL に接続され、そのアノードは直流負母線 14 に接続される。コンデンサ C0 は、直流正母線 13 と直流負母線 14 との間の直流電圧を平滑化する。

[0019] インバータ 3 は、ダイオード整流器 2 から直流正母線 13 および直流負母線 14 を介して供給される直流電力を三相交流電力に変換する。インバータ 3 で生成された三相交流電力は、交流ライン（U 相ライン UL、V 相ライン VL、W 相ライン WL）を介して負荷 4 に供給される。

[0020] 2 レベルコンバータ 8 は、交流ライン RL、SL、TL と直流正母線 13 および直流負母線 14 との間に、ダイオード整流器 2 に対して並列に接続されている。2 レベルコンバータ 8 は、三相交流電源 1 から供給される三相交流電力を直流電力に変換し、直流正母線 13 および直流負母線 14 を介してインバータ 3 にその直流電力を供給する。

[0021] インバータ 3 および 2 レベルコンバータ 8 は、半導体スイッチング素子を含む半導体スイッチにより構成される。半導体スイッチング素子として、たとえば IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）が用いられる。

また、半導体スイッチング素子の制御方式としてPWM (Pulse Width Modulation) 制御を採用する。

[0022] 2レベルコンバータ8は、IGBT素子 $Q1_r$, $Q2_r$, $Q1_s$, $Q2_s$, $Q1_t$, $Q2_t$ 、およびダイオード $D1_r$, $D2_r$, $D1_s$, $D2_s$, $D1_t$, $D2_t$ を含む。ここで、2レベルコンバータ8の各相の構成を総括的に説明するため、符号 r , s , t をまとめて符号「 x 」と示す。IGBT素子 $Q1_x$ のエミッタは x 相ライン x_L に接続され、そのコレクタは直流正母線13に接続される。IGBT素子 $Q2_x$ のコレクタは x 相ライン x_L に接続され、そのエミッタは直流負母線14に接続される。ダイオード $D1_x$, $D2_x$ は、IGBT素子 $Q1_x$, $Q2_x$ にそれぞれ逆並列に接続される。

[0023] フィルタ5は、交流ライン RL , SL , TL と2レベルコンバータ8との間に設けられている。フィルタ5は、交流ライン RL , SL , TL の各相に対して直列に挿入されたリアクトルを少なくとも含む。フィルタ5は、たとえば、交流ライン RL , SL , TL の各相に対して直列に挿入されたリアクトルがコンデンサに接続されるLC回路である。フィルタ5は高調波成分抑制部を構成する。

[0024] 制御装置7は、インバータ3および2レベルコンバータ8の動作を制御する。制御装置7は、PWM制御を実行する。

[0025] 従来の電力変換装置110では、交流ライン RL , SL , TL に対してダイオード整流器2と2レベルコンバータ8とが並列に接続されている。そのため、2レベルコンバータ8の半導体スイッチング素子をオンしたときに、図中に矢印 k_1 で示すように、交流ラインからダイオード整流器2を通して直流母線に流れる電流が2レベルコンバータ8およびフィルタ5を通して交流ラインに戻されるという経路が形成される。あるいは、図中に矢印 k_2 で示すように、交流ラインからフィルタ5および2レベルコンバータ8を通して直流母線に流れる電流がダイオード整流器2を通して交流ラインに戻されるという経路が形成される。この電流は循環電流と呼ばれ、電力損失の原因となる。

[0026] 従来技術では、循環電流を抑制するために、コンデンサC0の端子間電圧が所定値以上のとき、負荷4で発生した電力を回生するように、2レベルコンバータ8の半導体スイッチング素子をオンオフする。一方、コンデンサC0の端子間電圧が所定値未満のときには、2レベルコンバータ8の半導体スイッチング素子を全てオフする。

[0027] 2レベルコンバータ8の半導体スイッチング素子を全てオフすると、各半導体スイッチング素子に並列接続されたダイオードの働きにより、フィルタ5の2レベルコンバータ8側の3個の端子の電位は、各相に流れる電流を抑制するように、直流正母線13または直流負母線14の電位に変化する。これにより、フィルタ5に流れる循環電流が抑制される。

[0028] すなわち、従来技術によると、負荷4の力行運転時には、2レベルコンバータ8が停止されるため、ダイオード整流器2によって三相交流電源1からの三相交流電力が直流電力に変換される。また、負荷4の回生運転時には、2レベルコンバータ8によって直流正母線13および直流負母線14の間の直流電力が三相交流電力に変換される。

[0029] しかしながら、従来技術では、ダイオード整流器2において大量の高調波成分が発生してしまうため、力率の低下を避けられない。そこで、負荷4の力行運転時においても、2レベルコンバータ8の半導体スイッチング素子をオンオフさせようとした場合、従来技術に代わる循環電流への対策として、フィルタ5において、大量の高調波成分を抑制するために必要なインダクタンス値が高くなる。その結果、リアクトルが大型になってしまうという課題がある。

[0030] [実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1による電力変換装置100の構成を示す回路図である。図1および図5を参照して、本実施の形態1による電力変換装置100は、従来の電力変換装置110における2レベルコンバータ8を、3レベルコンバータ6に置き換えたものである。すなわち、3レベルコンバータ6は、交流ラインRL、SL、TLと直流正母線13および直流負母

線 1 4 との間に、ダイオード整流器 2 に対して並列に接続されている。3 レベルコンバータ 6 は、三相交流電源 1 からフィルタ 5 を介して供給される三相交流電力を直流電力に変換し、直流正母線 1 3 および直流負母線 1 4 を介してインバータ 3 にその直流電力を供給する。

[0031] フィルタ 5 は、コンデンサ部 5 0 およびリアクトル部 5 2 を含む。リアクトル部 5 2 は、交流ライン R L, S L, T L にそれぞれ直列に挿入されるリアクトル 5 2 r, 5 2 s, 5 2 t を含む。コンデンサ部 5 0 は、交流ライン R L, S L, T L にそれぞれ一端が接続されるコンデンサ 5 0 r, 5 0 s, 5 0 t を含む。なお、フィルタ 5 は、交流ライン R L, S L, T L の各々に直列にリアクトルのみが挿入される構成でもよい。

[0032] 3 レベルコンバータ 6 は、I G B T 素子 Q 1 r, Q 2 r, Q 1 s, Q 2 s, Q 1 t, Q 2 t、ダイオード D 1 r, D 2 r, D 1 s, D 2 s, D 1 t, D 2 t、および交流スイッチ S 1 ~ S 3 を含む。3 レベルコンバータ 6 は、図 5 の 2 レベルコンバータ 8 に交流スイッチ S 1 ~ S 3 を付加したものである。交流スイッチ S 1 ~ S 3 の各々は、I G B T 素子 Q 3, Q 4 およびダイオード D 3, D 4 を含む。ここで、各交流スイッチの構成を総括的に説明するため、符号 r, s, t をまとめて符号「x」と示す。

[0033] I G B T 素子 Q 3 のソースは、I G B T 素子 Q 1 x と I G B T 素子 Q 2 x との接続点に接続される。I G B T 素子 Q 4 のソースは、コンデンサ C 1, C 2 の接続点である中性点 N 1 に接続される。中性点 N 1 には直流中性点母線 1 5 が接続される。I G B T 素子 Q 3, Q 4 のドレインは互いに接続される。ダイオード D 3, D 4 は、I G B T 素子 Q 3, Q 4 にそれぞれ逆並列に接続される。

[0034] I G B T 素子 Q 1 x, Q 2 x, Q 3, Q 4 の各々は、制御装置 7 によって PWM 制御され、三相交流電源 1 から供給される三相交流電圧に同期して所定のタイミングでオンオフされる。たとえば、I G B T 素子 Q 1 r, Q 1 s, Q 1 t は、三相交流電圧に同期して順次オンオフされる。I G B T 素子 Q 1 r, Q 1 s, Q 1 t がオンされている期間ではそれぞれ I G B T 素子 Q 2

r , Q_{2s} , Q_{2t} がオフされ、IGBT素子 Q_{1r} , Q_{1s} , Q_{1t} がオフされている期間ではそれぞれ IGBT素子 Q_{2r} , Q_{2s} , Q_{2t} がオンされる。3レベルコンバータ6は、三相交流電源1からフィルタ5を介して供給される三相交流電圧に基づいて正電圧、負電圧および中性点電圧を生成し、生成した正電圧、負電圧および中性点電圧をそれぞれ直流正母線13、直流負母線14および直流中性点母線15に与える。

[0035] 図2は、制御装置7による、3レベルコンバータ6の1相分のPWM制御を説明するための信号波形図である。IGBT素子 $Q_{1x} \sim Q_{4x}$ のゲートには、それぞれゲート信号 $\phi_1 \sim \phi_4$ が与えられる。図2には、電圧指令値 V^* 、正側三角波キャリア信号 CA_1 、負側三角波キャリア信号 CA_2 およびゲート信号 $\phi_1 \sim \phi_4$ の波形を示している。

[0036] 電圧指令値 V^* は、3レベルコンバータ6が出力すべき交流電圧の指令値である。キャリア信号 CA_1 , CA_2 の周期および位相は同じである。キャリア信号 CA_1 , CA_2 の周期は電圧指令値 V^* の周期よりも十分に小さい。

[0037] 電圧指令値 V^* とキャリア信号 CA_1 とのレベルの高低が比較される。電圧指令値 V^* のレベルがキャリア信号 CA_1 のレベルよりも高い場合は、ゲート信号 ϕ_1 , ϕ_3 がそれぞれHレベルおよびLレベルにされる。電圧指令値 V^* のレベルがキャリア信号 CA_1 のレベルよりも低い場合は、ゲート信号 ϕ_1 , ϕ_3 がそれぞれLレベルおよびHレベルにされる。

[0038] したがって、電圧指令値 V^* のレベルが正である期間では、ゲート信号 ϕ_1 , ϕ_3 がキャリア信号 CA_1 に同期して交互にHレベルにされ、IGBT素子 Q_{1x} , Q_{3x} が交互にオンされる。また、電圧指令値 V^* のレベルが負である期間では、ゲート信号 ϕ_1 , ϕ_3 はそれぞれLレベルおよびHレベルに固定され、IGBT素子 Q_{1x} がオフ状態に固定されるとともに IGBT素子 Q_{3x} がオン状態に固定される。

[0039] 電圧指令値 V^* とキャリア信号 CA_2 とのレベルの高低が比較される。電圧指令値 V^* のレベルがキャリア信号 CA_2 のレベルよりも高い場合は、ゲ

ート信号 $\phi 2$ 、 $\phi 4$ がそれぞれLレベルおよびHレベルにされる。電圧指令値 V^* のレベルがキャリア信号CA1のレベルよりも低い場合は、ゲート信号 $\phi 2$ 、 $\phi 4$ がそれぞれHレベルおよびLレベルにされる。

[0040] したがって、電圧指令値 V^* のレベルが正である期間では、ゲート信号 $\phi 2$ 、 $\phi 4$ はそれぞれLレベルおよびHレベルに固定され、IGBT素子 $Q2x$ がオフ状態に固定されるとともにIGBT素子 $Q4x$ がオン状態に固定される。また、電圧指令値 V^* のレベルが負である期間では、ゲート信号 $\phi 2$ 、 $\phi 4$ およびキャリア信号CA2に同期して交互にHレベルにされ、IGBT素子 $Q2x$ 、 $Q4x$ が交互にオンされる。

[0041] 次に、本実施の形態1による電力変換装置100の動作について説明する。

電力変換装置100では、制御装置7は、直流正母線13および直流負母線14の間の直流電圧が基準電圧に一致するように、3レベルコンバータ6の半導体スイッチング素子のオンオフを制御するように構成される。

[0042] ここで、基準電圧は、ダイオード整流器2が出力すべき直流電圧よりも高い電圧に設定される。たとえば、三相交流電源1の出力交流電圧が400Vである場合、ダイオード整流器2の出力直流電圧は約566Vとなる。この場合、基準電圧は566Vよりも高い電圧であって、たとえば700Vに設定される。

[0043] このようにすると、3レベルコンバータ6が正常に動作しているときには、ダイオード整流器2では、交流入力電圧よりも直流出力電圧が高い状態となるため、整流動作が行なわれない。したがって、負荷4の力行運転時には、ダイオード整流器2が停止されるため、3レベルコンバータ6によって三相交流電源1からの三相交流電力が直流電力に変換される。

[0044] 負荷4の回生運転時には、3レベルコンバータ6によって直流正母線13および直流負母線14の間の直流電力が三相交流電力に変換される。すなわち、本実施の形態1は、負荷4の力行運転時に3レベルコンバータ6の半導体スイッチング素子をオフオフする点で、力行運転時に2レベルコンバータ

8の半導体スイッチング素子を全てオフする従来技術（図5参照）とは異なっている。

[0045] ただし、本実施の形態1では、3レベルコンバータ6において一部の半導体スイッチング素子に異常が発生した場合には、3レベルコンバータ6の半導体スイッチング素子を全てオフする。これにより、ダイオード整流器2を動作させてインバータ3に直流電力を供給することができる。ただし、インバータ3に供給される直流電圧は基準電圧（たとえば700V）よりも低い電圧（たとえば566V）となる。

[0046] ここで、3レベルコンバータ6の半導体スイッチング素子をオンした場合には、図5の2レベルコンバータ8と同様に、交流ライン、ダイオード整流器2、直流正母線13、直流負母線14および3レベルコンバータ6を經由して循環電流が流れる経路が形成されることとなる。

[0047] しかしながら、3レベルコンバータ6は、3値の電圧（正電圧、負電圧および中性点電圧）を出力することができるため、2値の電圧（正電圧および負電圧）を出力する2レベルコンバータ8に比較して、高調波成分が少ないという特徴がある。

[0048] 詳細には、3レベルコンバータ6における、キャリア信号CA1, CA2の半周期ごとの線間出力電圧の変化幅は、2レベルコンバータ8の変化幅の $1/2$ となる。また、3レベルコンバータ6では、1キャリア周期間に4つの半導体スイッチング素子のうち2つは1回ずつオンオフするが、残りの2つがスイッチングしない。したがって、半導体スイッチング素子1個当たりの平均スイッチング周波数はキャリア周波数の $1/2$ となる。これに対し、2レベルコンバータ8では、半導体スイッチング素子のスイッチング周波数はキャリア周波数と一致する。

[0049] 以上のことから、半導体スイッチング素子1個当たりの平均スイッチング周波数が等しい場合、3レベルコンバータ6の交流出力電圧に含まれる高調波成分は等価的に2レベルコンバータ8の交流出力電圧に含まれる高調波成分の $1/4$ となる。

[0050] したがって、本実施の形態 1 では、三相交流電源 1 からの三相交流電力を直流電力に変換するためのコンバータに 3 レベルコンバータ 6 を採用したことで、高周波成分が少ないという特徴により、半導体スイッチング素子をオンしたときに流れる循環電流を抑制することができる。これによれば、負荷 4 の力行運転時にコンバータの半導体スイッチング素子を全てオフすることを必要せず、循環電流を抑制することができる。すなわち、フィルタ 5 および 3 レベルコンバータ 6 を回生経路だけでなく、力行経路としても用いることができる。したがって、ダイオード整流器 2 を力行経路とする従来技術に比べて、力率を改善することができる。

[0051] また、本実施の形態 1 では、高周波成分が少ないという 3 レベルコンバータ 6 の特徴により、フィルタ 5 に含まれるリアクトル部 5 2 のインダクタンス値を小さくすることができる。これにより、フィルタ 5 を小型化することができる。あるいは、高調波成分が電力変換装置 1 0 0 に求められる許容レベルよりも小さい場合には、フィルタ 5 を設ける必要をなくすことができる。

[0052] [実施の形態 2]

図 3 は、この発明の実施の形態 2 による電力変換装置 1 0 0 の構成を示す回路図である。図 1 および図 3 を参照して、本実施の形態 2 による電力変換装置 1 0 0 は、図 1 の電力変換装置 1 0 0 におけるフィルタ 5 を、フィルタ 9 に置き換えたものである。

[0053] フィルタ 9 は、リアクトル 9 0, 9 1 を含む。リアクトル 9 0 は、3 レベルコンバータ 6 と直流正母線 1 3 との間に接続される。リアクトル 9 0 は、直流正母線 1 3 に直列に挿入されている。リアクトル 9 2 は、3 レベルコンバータ 6 と直流負母線 1 4 との間に接続される。リアクトル 9 2 は、直流負母線 1 4 に直列に挿入されている。

[0054] リアクトル 9 0, 9 2 はともに、循環電流が流れる経路上に挿入されている。したがって、図 1 のフィルタ 5 のリアクトル 5 2 r, 5 2 s, 5 2 t と同様、高調波成分を抑制する機能を果たす。

[0055] 本実施の形態2では、さらに、3レベルコンバータ6の交流側に設けられるフィルタを、3レベルコンバータ6の直流側に設けることによって、フィルタに含まれるリアクトルの個数を減らすことができるとともに、コンデンサを不要とすることができる。これにより、フィルタを小型化することが可能となる。

[0056] なお、リアクトル90、92は、循環電流が流れる経路上に挿入されていればよい。たとえば図4に示すように、ダイオード整流器2と直流正母線13および直流負母線14との間にフィルタ9を設けることも可能である。

[0057] 図4では、リアクトル90は、ダイオード整流器2と直流正母線13との間に接続される。リアクトル90は、直流正母線13に直列に挿入されている。リアクトル92は、ダイオード整流器2と直流負母線14との間に接続される。リアクトル92は、直流負母線14に直列に挿入されている。

[0058] なお、図3および図4に示したフィルタ9の設置およびこれによる効果（フィルタの小型化）は、図5の電力変換装置110に対しても適用可能である点について確認的に記載する。すなわち、図5の電力変換装置110においても、2レベルコンバータ8の交流側のフィルタ5に代えて、2レベルコンバータ8と直流正母線13および直流負母線14との間にフィルタ9を設けることができる。そして、これによりフィルタを小型化することができる。

[0059] 今回開示された実施の形態は例示であって、上記内容のみに限定されるものではない。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0060] 1 三相交流電源、2 ダイオード整流器、3 インバータ、4 不可、5 フィルタ、6 3レベルコンバータ、7 制御装置、8 2レベルコンバータ、13 直流正母線、14 直流負母線、15 直流中性点母線、50 コンデンサ部、52 リアクトル部、52r、52s、52t、90、

92 リアクトル、100, 110 電力変換装置、C0, C1, C2, 50r, 50s, 50t コンデンサ、RL, SL, TL 交流ライン、Q1r, Q1s, Q1t, Q2r, Q2s, Q2t, Q3, Q4 IGBT素子、D1r, D1s, D1t, D2r, D2s, D2t, D1d~D6d, D3, D4 ダイオード。

請求の範囲

[請求項1] 交流電源から交流ラインを介して供給される交流電圧を直流電圧に変換するように構成された3レベルコンバータと、

前記3レベルコンバータから直流正母線、直流負母線および直流中性点母線を介して供給される直流電圧を交流電圧に変換し、負荷に供給するように構成されたインバータと、

前記直流正母線と前記直流中性点母線との間、および前記直流中性点母線と前記直流負母線との間にそれぞれ接続される2個のコンデンサと、

前記交流ラインと前記直流正母線および前記直流負母線との間に、前記3レベルコンバータと並列に接続されるダイオード整流器と、

前記インバータに供給する直流電圧が、前記ダイオード整流器から出力されるべき直流電圧よりも高い基準電圧になるように前記3レベルコンバータを制御する一方で、前記3レベルコンバータの故障時には前記3レベルコンバータをゲートブロックするように構成された制御装置とを備える、電力変換装置。

[請求項2] 前記交流ラインと前記3レベルコンバータとの間、前記3レベルコンバータと前記直流正母線および前記直流負母線の間、前記ダイオード整流器と前記直流正母線および前記直流負母線との間のいずれかに接続されるフィルタをさらに備える、請求項1に記載の電力変換装置。

[請求項3] 交流電源から交流ラインを介して供給される交流電圧を直流電圧に変換するように構成されたコンバータと、

前記コンバータから直流正母線および直流負母線を介して供給される直流電圧を交流電圧に変換し、負荷に供給するように構成されたインバータと、

前記直流正母線と前記直流負母線との間に接続され、前記インバータに供給する直流電圧を平滑する平滑回路と、

前記交流ラインと前記直流正母線および前記直流負母線との間に、前記コンバータと並列に接続されるダイオード整流器と、

前記インバータに供給する直流電圧が、前記ダイオード整流器から出力されるべき直流電圧よりも高い基準電圧になるように前記コンバータを制御する一方で、前記コンバータの故障時には前記コンバータをゲートブロックするように構成された制御装置と、

前記直流正母線および前記直流負母線に挿入されるフィルタとを備える、電力変換装置。

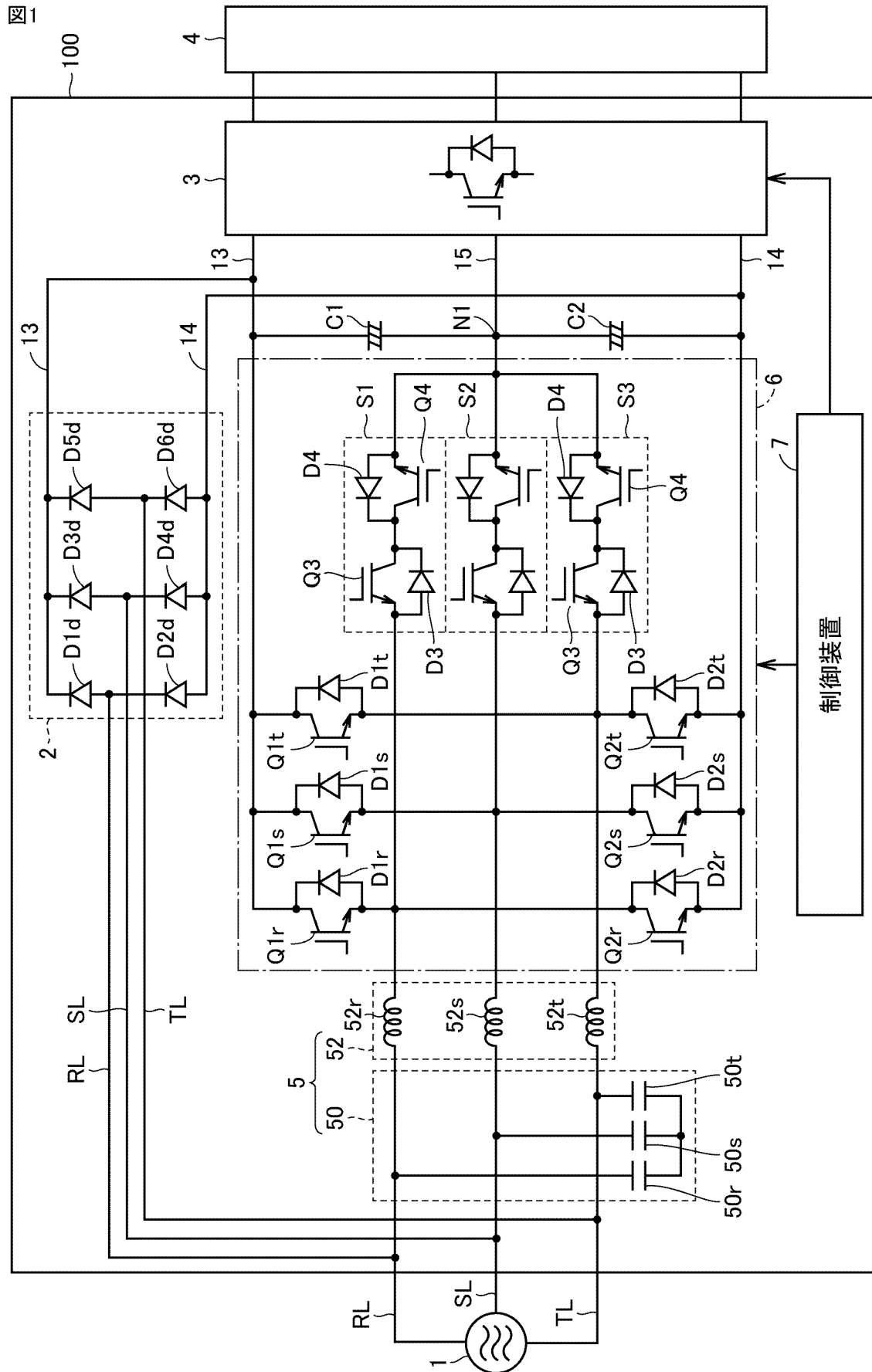
[請求項4] 前記コンバータは前記交流ラインと前記直流正母線、前記直流負母線および直流中性点母線との間に設けられた3レベルコンバータであり、

前記平滑回路は、前記直流正母線と前記直流中性点母線との間、および前記直流中性点母線と前記直流負母線との間にそれぞれ接続される2個のコンデンサを含む、請求項3に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記フィルタは、
前記コンバータと前記直流正母線との間に接続される第1のリアクトルと、
前記コンバータと前記直流負母線との間に接続される第2のリアクトルとを含む、請求項2から4のいずれか1項に記載の電力変換装置。

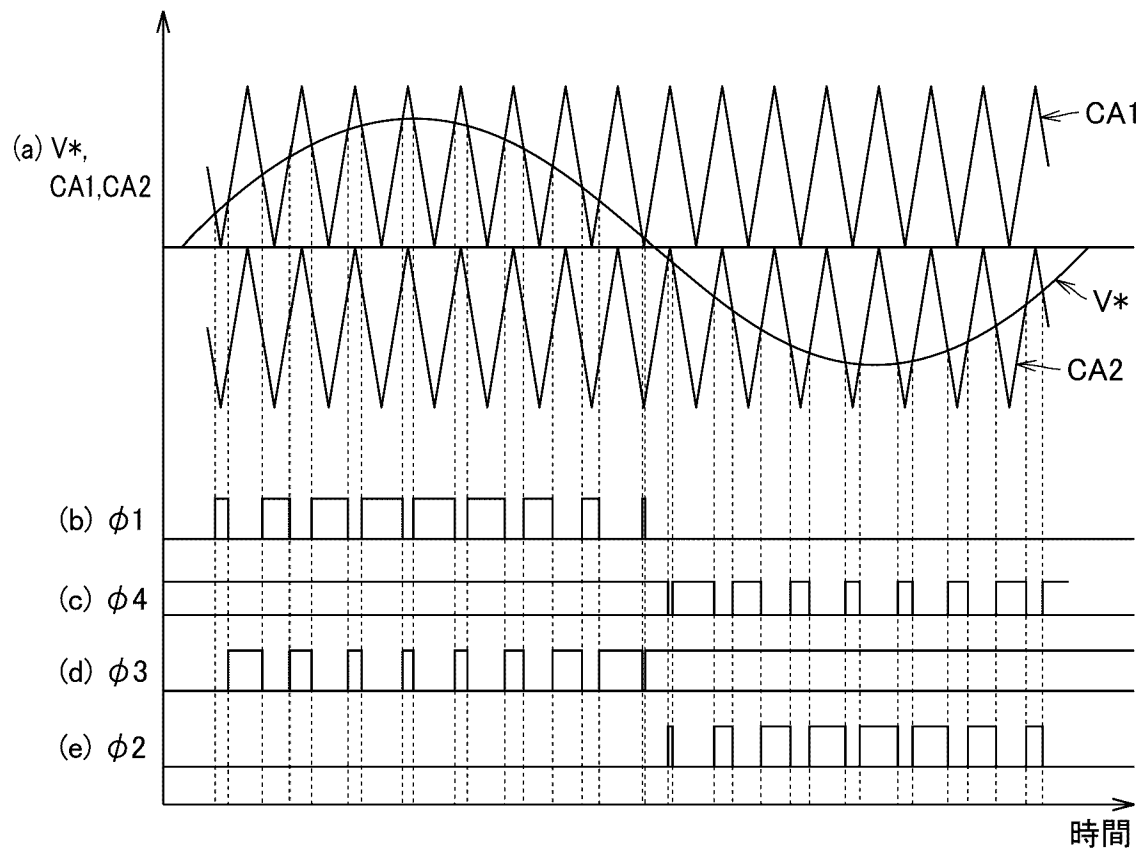
[請求項6] 前記フィルタは、
前記ダイオード整流器と前記直流正母線との間に接続される第1のリアクトルと、
前記ダイオード整流器と前記直流負母線との間に接続される第2のリアクトルとを含む、請求項2から4のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[図1]



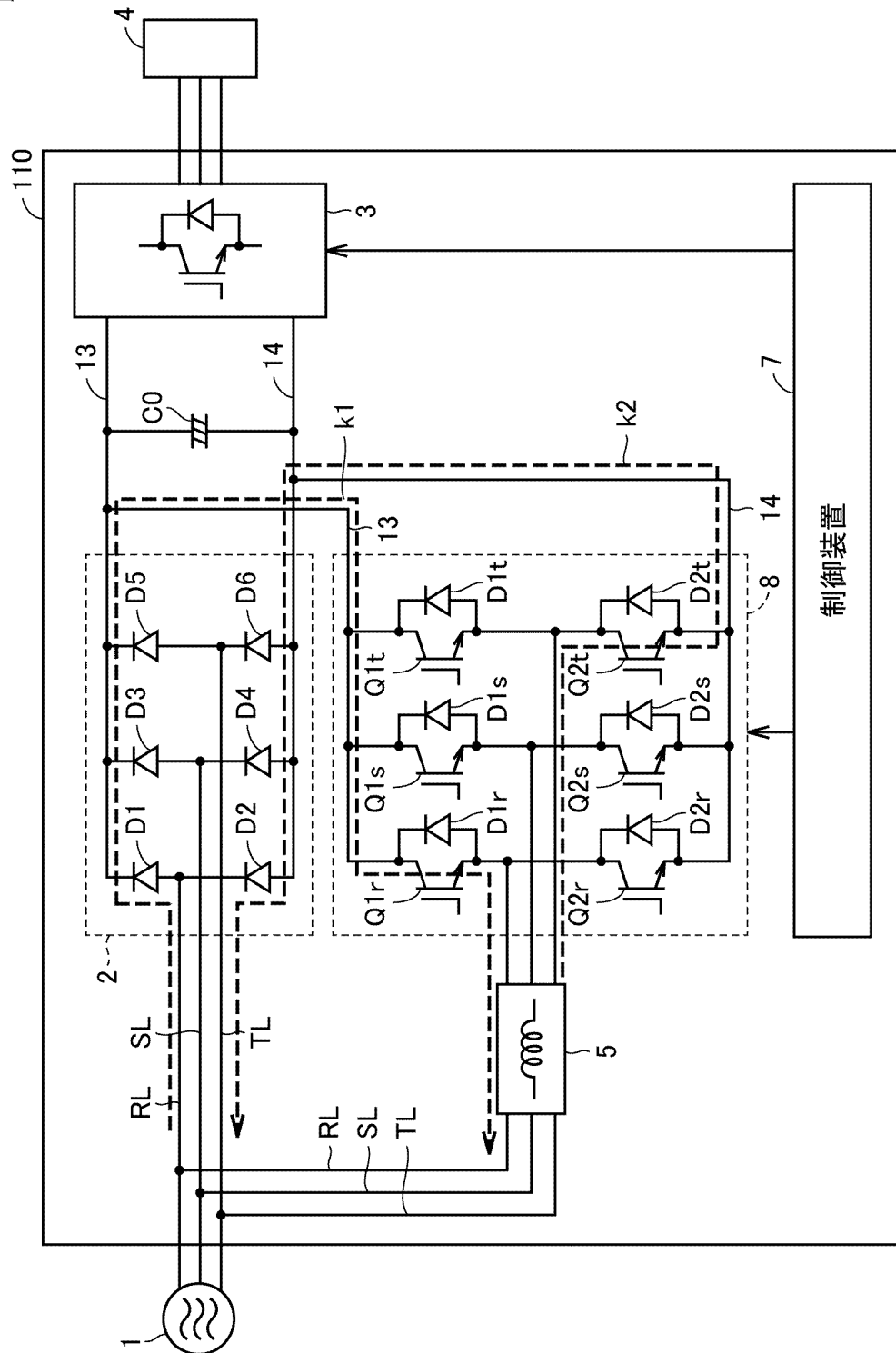
[図2]

図2



[図5]

図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02M7/12(2006.01)i, H02M7/06(2006.01)i, H02M7/08(2006.01)i</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) <i>H02M7/12, H02M7/06, H02M7/08</i>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017</i>		
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 2003-309977 A (Toshiba Corp.), 31 October 2003 (31.10.2003), paragraphs [0003], [0065] to [0066], [0127] to [0128]; fig. 1, 15, 22 (Family: none)	1-6
Y	JP 2005-328624 A (Toshiba Corp.), 24 November 2005 (24.11.2005), abstract; paragraphs [0094] to [0095], [0127]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2001-54284 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 February 2001 (23.02.2001), fig. 9 (Family: none)	5
☒ 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 20 January 2017 (20.01.17)		Date of mailing of the international search report 31 January 2017 (31.01.17)
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/JP2017/000035

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 6-141552 A (Kasuga Denki, Inc.), 20 May 1994 (20.05.1994), paragraph [0008]; fig. 1 & US 5486993 A column 4, lines 47 to 67; fig. 1 & EP 0595232 A2	6

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, H02M7/06(2006.01)i, H02M7/08(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, H02M7/06, H02M7/08

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 2003-309977 A（株式会社東芝）2003.10.31, 【0003】、【0065】－【0066】、【0127】－【0128】、 図1、図15、図22（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2005-328624 A（株式会社東芝）2005.11.24, 【要約】、【0094】－【0095】、【0127】、図1 （ファミリーなし）	1-6

☒ 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

20.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

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）

栗栖 正和

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

5G

3987

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
Y	JP 2001-54284 A (三菱電機株式会社) 2001.02.23, 図9 (ファミリーなし)	5
Y	JP 6-141552 A (春日電機株式会社) 1994.05.20, 【0008】, 図1 & US 5486993 A, 第4欄第47-67行, 図1 & EP 0595232 A2	6