

(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  
2020年6月25日(25.06.2020)



(10) 国際公開番号

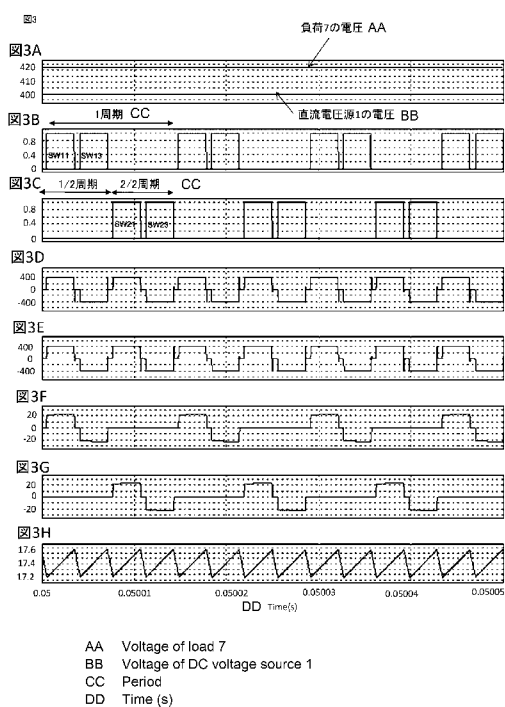
WO 2020/129143 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02M 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/046481
- (22) 国際出願日: 2018年12月18日(18.12.2018)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村上 哲 (MURAKAMI Satoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 Hyogo (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, JO, JP, KE, KG, KH, 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



(57) Abstract: To achieve higher voltage and higher output in a power conversion device and a smaller size and lower loss in a transformer, this power conversion device uses a transformer (4) having multiple windings and configured from one core, connects the outputs of multiple inverters (INV1 to INVn) in parallel to primary-side windings (411 to 41n), connects secondary-side windings (421a, 421b to 42ma, 42mb) in series after rectification, and is operated so as to switch between interleave and in-phase driving or change the interleaved number of inverters (INV1 to INVn) in accordance with the input voltage.

(57) 要約: 電力変換装置の高電圧高出力化とトランスの小型低損失化を目的とし、一つのコアで構成された複数の巻線をもつトランス(4)を用い、複数のインバータ(INV1~INVn)の出力を一次側巻線(411~41n)に並列接続し、二次側巻線(421a、421b~42ma、42mb)を整流後に直列に接続し、入力電圧に応じてインバータ(INV1~INVn)のインターリーブ駆動数を変えるか、もしくはインターリーブと同相駆動とを切り替えて動作させる。

WO 2020/129143 A1

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)）

## 明 細 書

**発明の名称**：電力変換装置

**技術分野**

[0001] 本願は、電力変換装置に関するものである。

**背景技術**

[0002] 例えば、高電圧を要する装置として、X線CT装置およびX線撮影装置があり、これらは、X線管から発生したX線を被検体に照射し、被検体を透過したX線量を検出して画像化するものである。このような装置では、X線管のアノード・カソード間に直流高電圧を印加し、カソードを高温にすることにより発生する熱電子を高電圧で加速し、これをカソードに衝突させてX線を発生させている。

[0003] この高電圧を得るため、例えば特許文献1に示されるように、インバータの出力を並列接続されたトランスに接続し、トランス出力を整流後に直列に接続し、負荷の電極に高電圧を得るような構成が取られている。

また、特許文献2に示されるように、複数の電源線から入力される入力電圧のバラツキを吸収しつつトランスを小型化するために、LC共振回路を設け、1つのコアで磁氣的に結合した複数のトランスを有するスイッチング電源装置が示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1：特開2013-30325号公報

特許文献2：特開2017-77078号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0005] 特許文献1に示す電源装置は、並列接続されたトランスにインバータの出力を接続し、トランス出力を整流後に直列に接続し、負荷の電極に高電圧を得るような構成が示されている。しかしながら、トランスを小型化する考え

が示されていない。

[0006] 特許文献2の構成では、複数のトランスをひとつのコアに磁気統合し、二次側に高電圧を得る回路と、磁気統合をすることでトランスを小型化する考えが示されているが、その磁気統合したトランスを、さらに小型化する考えが示されていない。

また、特許文献1、特許文献2とも、電力変換装置の低損失化、大電力化、または出力電圧の高電圧化時に問題となるサージ抑制方法について記載がない。

[0007] 本願は、上記のような問題点を解消するために成されたものであって、電力変換装置の低損失化により大電力化を可能とし、サージを抑制して高電圧出力を可能とし、トランスを小型化できる電力変換装置の提供を目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 本願に開示される電力変換装置は、  
直流電源を交流変換するためのN個（Nは2以上の整数）のDC/AC変換部、  
N個のDC/AC変換部のそれぞれに接続されるN個の一次巻線とN個の一次巻線と磁気的に結合するM個（Mは2以上の整数）の二次巻線とを有するトランス、  
トランスに接続され、トランスからの出力を直流に整流して出力するM個の整流回路、  
DC/AC変換部を制御する制御回路、  
を備え、  
M個の整流回路の直流側端子は互いに接続されており、  
制御回路は、N個のDC/AC変換部を、位相をずらしたインターリーブ駆動させること、を特徴とする。

[0009] また、本願に開示される電力変換装置は、  
一つのコアにN個（Nは2以上の整数）の一次巻線とM個（Mは2以上の

整数)の二次巻線を巻回して構成されるトランス、

N個の一次巻線に接続され、直流電源を交流変換するN個のDC/AC変換部、

入力側はM個の二次巻線に接続され、トランスからの出力を直流に整流して出力するM個の整流回路、

DC/AC変換部を制御する制御回路、  
を備え、

制御回路は、N個のDC/AC変換部を、互いに位相をずらしたインターリーブ駆動と同相駆動とを直流電源の電圧に応じて切替えることを特徴とする。

### 発明の効果

[0010] DC/AC変換部の位相をずらして動作させるため、トランスをDC/AC変換部のスイッチング周波数以上の周波数で駆動できることになり、DC/AC変換部器のスイッチング周波数を上げることなくトランスのコアを小型化できる。

また、入力電圧に応じてインターリーブ駆動と同相駆動を切替えることにより、鉄損を低下させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態1による電力変換装置の回路構成図である。

[図2]制御回路のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]実施の形態1による電力変換装置の動作波形を説明する図である。

[図4]実施の形態1による動作時の電流経路を説明する図である。

[図5]実施の形態1によるフィルタ回路の出力波形を説明する図である。

[図6]実施の形態1による動作時の別の電流経路を説明する図である。

[図7]実施の形態2による電力変換装置の回路構成図である。

[図8]実施の形態3による電力変換装置におけるDC/AC変換部のデューティの関係を示す図である

[図9]実施の形態3による電力変換装置の切り替え動作の動作波形を示す図で

ある。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本願に係る電力変換装置の好適な実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、同一内容および相当部については同一符号を配し、その詳しい説明は省略する。以降の実施形態も同様に、同一符号を付した構成について重複した説明は省略する。

[0013] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 による電力変換装置の回路構成を示した図である。図 1 に示すように、直流電圧源 1 はリンクコンデンサ 2 を経て、DC/AC 変換器 3 に入力される。DC/AC 変換器 3 は、DC/AC 変換部であるブリッジ型インバータが複数で構成され、インバータ INV 1 ~ INV n までの n 個を並列接続した構成である。インバータ INV 1 は、スイッチング素子 SW 1 1 ~ SW 1 4 で構成され、インバータ INV n は、スイッチング素子 SW n 1 ~ SW n 4 で構成される。

[0014] DC/AC 変換器 3 を構成するインバータ INV 1 ~ INV n の AC 出力は、複数（この例では n 個）の一次巻線と複数の二次巻線（この例では m 個）を一つのコアに巻いて磁気結合したトランス 4 の一次巻線 4 1 1 ~ 4 1 n にそれぞれ接続される。トランス 4 の複数の二次巻線はセンタータップで構成されており、一つ目の巻線を、二次巻線 4 2 1 a、4 2 1 b、m 個目の巻線を、二次巻線 4 2 m a、4 2 m b とする。

[0015] この二次巻線 4 2 1 a、4 2 1 b ~ 4 2 m a、4 2 m b にはアノードを共通とした整流回路 5 が接続され、センタータップの出力にフィルタ回路 6 が接続される。

[0016] 一つ目の二次巻線 4 2 1 a、4 2 1 b を例に接続の詳細を説明すると、二次巻線 4 2 1 a、4 2 1 b には、整流回路 5 を構成する整流素子 5 1 a と 5 1 b のカソードが接続され、センタータップ出力にフィルタ回路 6 の平滑リアクトル 6 1 a が接続され、平滑リアクトル 6 1 a の出力には平滑コンデンサ 6 1 b が接続される。

- [0017] 平滑コンデンサ61bの出力は、整流素子51a、51bのアノードと、2個目の二次巻線に接続される平滑リアクトルと平滑コンデンサの接続点に接続される。これらの接続をトランス4に設けたm個の二次巻線とm個の整流回路を繰り返して接続することにより、m個の直流側端子は互いに接続される。一つ目の平滑リアクトル61aと平滑コンデンサ61bの接続点と、m個目の平滑リアクトル6maと平滑コンデンサ6mbの接続点に負荷7が接続される。
- [0018] 制御回路10は、入力電圧センサ8と、出力電圧センサ9の出力をもとに、負荷7の電圧を所定の電圧とするため、DC/AC変換器3を構成するインバータ群の位相をn相にずらして、それぞれのインバータのデューティ制御を行う（インターリーブ駆動制御）。
- [0019] 制御回路10のハードウェアの一例を図2に示す。プロセッサ100と記憶装置101から構成され、図示していないが、記憶装置101はランダムアクセスメモリ等の揮発性記憶装置と、フラッシュメモリ等の不揮発性の補助記憶装置とを具備する。また、フラッシュメモリの代わりにハードディスクの補助記憶装置を具備してもよい。プロセッサ100は、記憶装置101から入力されたプログラムを実行し、インターリーブ駆動制御または後述するインターリーブ駆動と同相駆動との切替えの一部又は全部を遂行する。この場合、補助記憶装置から揮発性記憶装置を介してプロセッサ100にプログラムが入力される。また、プロセッサ100は、演算結果等のデータを記憶装置101の揮発性記憶装置に出力してもよいし、揮発性記憶装置を介して補助記憶装置にデータを保存してもよい。また、プロセッサ100及び記憶装置101に加え、ロジック回路、アナログ回路を併用してもよい。
- [0020] 図1で説明した、DC/AC変換器3のインバータINV1、INV2（ $n=2$ ）、トランス4の一次巻線411、412（ $n=2$ ）、トランス4の二次巻線421a、421b、422a、422b（ $m=2$ ）とした場合の各部の動作波形について図3を用いて説明する。
- [0021] 図3Aは直流電圧源1の電圧と、出力である負荷7の電圧を示しており、

直流電圧源 1 の電圧が 400 V、負荷 7 の電圧が 420 V 程度の昇圧関係となっている。

図 3 B は DC / AC 変換器 3 のインバータ I N V 1 の駆動タイミングを示しており、ブリッジ側の上アームのスイッチング素子 SW 1 1、SW 1 3 の動作タイミングを示す。

図 3 C は DC / AC 変換器 3 のインバータ I N V 2 の駆動タイミングを示しており、ブリッジ側の上アームのスイッチング素子 SW 2 1、SW 2 3 の動作タイミングを示す。

図 3 B、図 3 C からわかるように、インバータ I N V 1 とインバータ I N V 2 は一周期内を 2 分割し、180 度位相をずらして動作させている。インバータの数が N 相ある場合は、一周期を n 分割し、360 度 / n 位相をずらしてそれぞれをインターリーブ駆動させる。

[0022] 図 3 D はトランス 4 の一次巻線 4 1 1 の電圧、図 3 E はトランス 4 の一次巻線 4 1 2 の電圧を示す。図 3 D の場合、インバータ I N V 1 は 1 周期内の 1 / 2 周期にのみオン・オフ動作をしてトランス 4 の一次巻線 4 1 1 に電圧が生じ、インバータ I N V 1 の 2 / 2 周期はオン・オフ動作しないが、トランス 4 の一次巻線 4 1 1 と一次巻線 4 1 2 が結合しているため、インバータ I N V 2 が動作する 2 / 2 周期においてもトランス 4 の一次巻線 4 1 1 に電圧が生じることになる。

[0023] 図 3 E の場合も同様、インバータ I N V 2 は 1 周期内の 2 / 2 周期にのみオン・オフ動作をしてトランス 4 の一次巻線 4 1 2 に電圧が生じ、インバータ I N V 2 の 1 / 2 周期はオン・オフ動作をしないが、トランス 4 の一次巻線 4 1 1 と一次巻線 4 1 2 が結合しているため、インバータ I N V 1 が動作する 1 / 2 周期においてもトランス 4 の一次巻線 4 1 2 に電圧が生じることになる。

[0024] このように、トランス 4 の一次巻線 4 1 1、4 1 2 には、スイッチングしない時にも電圧が生じるが、一次巻線 4 1 1、4 1 2 の巻数を同じにしておけば、例えばインバータ I N V 1 が動作している時に、インバータ I N V 2

が整流動作をして直流電圧源 1 に負荷電流を引き込むことはなく、直流電圧源 1 からの電力は、トランス 4 の二次巻線 4 2 1 a、4 2 1 b、4 2 2 a、4 2 2 b を通って負荷 7 に伝送される。

[0025] 以上のように、インバータ I N V 1、I N V 2 で 1 8 0 度位相を交互にずらしたインターリーブ駆動のスイッチングを行うと、トランス 4 の駆動周波数をインバータ I N V 1、I N V 2 の駆動周波数の 2 倍にできる。すなわち、1 周期をインバータ 2 相で時分割してトランス 4 に対して交互に電圧を印加するので V T 積（V は印加電圧、T は 1 次巻線に電圧を印加している時間）が半分となり、トランス 4 のコアを小さくできる。従って、トランス 4 のコアを小さくするために、インバータ I N V 1、I N V 2 の駆動周波数を高くする必要がなく、スイッチング損失を小さくすることができる。

同様に、n 相のインバータで交互に動作をさせると V T 積が  $1/n$  となりトランス 4 のコアのさらなる小型化が可能になる。

[0026] 図 3 F はトランス 4 の一次巻線 4 1 1 の電流、図 3 G はトランス 4 の一次巻線 4 1 2 の電流を示す。図 3 F はインバータ I N V 1 が動作している  $1/2$  周期にのみ（図 3 B で示すタイミング）電流が流れ、図 3 G はインバータ I N V 2 が動作している  $2/2$  周期にのみ（図 3 C で示すタイミング）で電流が流れることを示す。すなわち、インバータを 2 相で動かすと、電流の印加時間が半分になっていることがわかる。

従って、インバータを n 相で構成すると電流印加時間は  $1/n$  となり、多相化することにより、インバータあたりの平均電流および電流実効値を減らすことができ、インバータの銅損を低減できることになる。従って、D C / A C 変換器 3 の低損失化が実現できる。

[0027] 図 3 H は平滑リアクトル 6 1 a を流れる電流であり、電流のリプル周波数が D C / A C 変換器 3 を構成するインバータのスイッチング周波数の  $2n$  倍（インバータが 2 相の場合では 4 倍）となり、電流リプルが小さいことと、電流リプル周波数を高くできるため、フィルタ回路 6 の平滑リアクトル 6 1 a ~ 6 m a と平滑コンデンサ 6 1 b ~ 6 m b の容量を小さくすることができ

る。

[0028] 次に電力変換装置の動作について説明する。図4はインバータINV1のスイッチング素子SW11とスイッチング素子SW14がオンしている時の電流経路を示している。トランス4の一次側の電流は、直流電圧源1から、スイッチング素子SW11、一次巻線411、スイッチング素子SW14を得て、直流電圧源1に戻る経路となる。トランス4のその他の1次巻線には電圧が生じるが、一次巻線の巻数を同数としているため、定常的に直流電圧源1を上回る電圧が生じず、残りのインバータINV2～INVnに負荷電流が流れることはない。

[0029] トランス4の二次巻線421a、421b～42ma、42mbにはトランス4の一次巻線と二次巻線の巻数比に応じた電圧が生じ、整流回路5内の整流素子51b～5mbが導通し、センタータップ点から平滑リアクトル61a～6maに向かって電流が流れる。2次巻線のそれぞれに接続されたフィルタ回路6は直列接続されており、負荷7には、フィルタ後の1段あたりの電圧のm倍の電圧が印加される。

[0030] フィルタ回路6の平滑リアクトル61a～6maのインピーダンスを負荷7に比べて十分低い値に設定すると、電流リップルを含んだ電流は、図4中点線で示したように、例えば、トランス4の二次巻線421b、平滑リアクトル61a、平滑コンデンサ61bを循環する電流となり、負荷7にはきわめて小さな電流リップル含んだ直流成分のみが流れる。

[0031] 図5にインバータINV1、INV2を用いて2相並列駆動をした場合の、平滑リアクトル61a、平滑コンデンサ61b、負荷7の電流波形を示す。

図5Aは、図3A同様、電力変換装置の入出力電圧を示し、図5Bは、図3B同様、インバータINV1の駆動タイミング、図5Cは、図3C同様、インバータINV2の駆動タイミング、図5Dは、図3H同様、平滑リアクトル61aと、負荷7の電流を示し、図5Eは平滑コンデンサ61bの電流を示す。

平滑リアクトル61aに流れる電流リップルの周波数はインバータINV1およびインバータINV2を駆動するスイッチング周波数の4倍の周波数のリップル成分を含んだ電流が流れるが、平滑コンデンサ61bのインピーダンスを負荷7に対して十分小さくしておけば、この電流リップル成分は、平滑コンデンサ61bにほぼ流れこんでトランス4の二次巻線421b、平滑リアクトル61aを循環し、負荷7には現れない。

[0032] 次に、図6にインバータINV1のスイッチング素子SW13とスイッチング素子SW12がオンしている時の電流経路を示す。トランス4の一次側の電流は、直流電圧源1から、スイッチング素子SW13、一次巻線411、スイッチング素子SW12を得て、直流電圧源1に戻る経路となる。トランス4のその他の1次巻線には電圧が生じるが、一次巻線の巻数を同数としているため、定常的に直流電圧源1を上回る電圧が生じず、残りのインバータINV2～INVnに負荷電流が流れることはない。

[0033] トランス4の二次巻線421a、421b～42ma、42mbにはトランス4の一次巻線と二次巻線の巻数比に応じた電圧が生じ、整流回路5内の整流素子51a～5maが導通し、センタータップ点から平滑リアクトル61a～6maに向かって電流が流れ、直列接続されたフィルタ回路6により、負荷7には、フィルタ後の1段あたりの電圧のm倍の電圧が印加される。また、整流回路5内のそれぞれの整流素子51a～5maにかかる電圧を小さくできるため、サージ電圧も小さくすることができる。

[0034] フィルタ回路の平滑リアクトル61a～6maのインピーダンスを負荷7に比べて十分低い値に設定すると、電流リップルを含んだ電流は、図中点線で示したように、例えば、トランス4の二次巻線421b、平滑リアクトル61a、平滑コンデンサ61bを循環する電流となり、負荷7にはきわめて小さな電流リップル含んだ直流成分のみが流れる。

電流の説明については、トランスの二次巻線の流れる箇所が異なるだけで図5にて説明した通りであるため割愛する。

[0035] DC/AC変換器3内の並列接続された他のインバータINV2～INV

nの位相をずらして動作した時も上述と同様の電流経路と動作になる。

[0036] 以上説明のように、本実施の形態の電力変換装置は、以下のような効果を奏し、高出力、高電圧電源が低損失かつ小型に実現することができる。

(1) 位相をずらした場合はトランスの駆動周波数をDC/AC変換部の駆動周波数のN倍にできるため、トランスのVT積が小さくなり、コアを小型化できる。

(2) DC/AC変換部の電流印加時間を1/Nに分散できるため、銅損が小さい。

(3) トランスのコアを小さくするために、DC/AC変換部の駆動周波数を高くする必要がなくスイッチング損失が小さい。

(4) 整流後の電圧を直列接続して出力電圧を得るため、1段あたりの整流電圧が小さいため、サージ電圧が小さくなり、サージ回路レスによる低損失化、および整流回路が安価な低耐圧素子で高電圧出力の回路が構成できる。

(5) DC/AC変換部の位相をずらしてインターリーブ動作させるため、出力電流リップルが高周波化されて小さくなり、フィルタ回路が小型化できる。

[0037] 実施の形態2.

実施の形態1は、トランス4の二次側の構成をフィルタ回路6内の個々のフィルタの出力を直列に接続して、負荷7へ高電圧を出力させていたが、実施の形態2は整流回路5の出力を直列接続して負荷7へ高電圧を発生させる構成としたものである。

[0038] 実施の形態2の構成について図7を用いて説明する。トランス4の一次巻線411~41nの構成については実施の形態1と同じであるため割愛する。整流回路5を構成する整流素子51aと51bのアノードを接続し、これを次段のトランス4の二次巻線のセンタータップ点に接続する。同様の接続を合計m-1回繰り返して接続して、m段の整流回路の直列接続を行う。なお、図7では、整流素子51a、51bからなる1段目の整流回路と、整流素子5ma、5mbからなるm段目の整流回路との間にある整流回路は省略

している。

[0039] この直列に接続された整流回路5の出力端である、1段目の二次巻線421a、421bのセンタータップ点と、m段目の整流素子5ma、5mbのアノードの接続点に平滑リアクトル61aと平滑コンデンサ61bからなるフィルタ回路6を接続し、フィルタ回路6の出力に負荷7を接続している。

[0040] このような構成により、フィルタ回路6を構成する、平滑リアクトル61aの両端電圧が高くなるため、平滑リアクトル61a、および平滑コンデンサ61bに流れる電流リップルが大きくなるが、これを許容できれば、実施の形態1に比較して、平滑リアクトルと平滑コンデンサの数を減らすことができるので、電力変換装置のさらなる小型化が可能となる。すなわち、電流リップルが実施の形態1に比べて増加はするが、フィルタ回路6は小さくなり、その他の効果については実施の形態1と同じ効果が得られる。

[0041] 実施の形態3。

実施の形態3の電力変換装置は、実施の形態1または実施の形態2と同構成で、DC/AC変換器3を構成するインバータINV1~INVnの位相をずらして動作させるインターリーブ駆動と、インバータINV1~INVnを同じ位相で動作させるいわゆる同相駆動とを、直流電圧源1の電圧に応じて、切り替えて動作するものである。

[0042] 負荷7が充電電池等であり、充電が進む時の負荷電圧と、DC/AC変換器3を構成するインバータINV1~INVnのデューティの関係を図8に示す。

直流電圧源1の電圧Vinが一定の場合、充電初期は負荷7の電圧が低いいため、DC/AC変換器3は制御回路10の指令に基づきデューティを絞ってトランス4の二次側の平均電圧を調整して充電する。充電が進み、負荷7の充電電圧が高くなると、制御回路10はトランス4の二次側の平均電圧を高くするため、DC/AC変換器3はデューティを広げて充電動作をさせる(グラフP)。

[0043] 一般にトランス4の動作比率が高い、いわゆる電流実効値が低くなるよう

に、DC/AC変換器3のデューティを最大として、動作させたほうが電力変換装置の効率は良くなるため、直流電圧源1の電圧 $V_{in}$ を可変しながら充電するようなデューティ最大制御をさせることが望まれる(グラフQ)。このデューティ最大制御は、充電初期状態は直流電圧源1の電圧が低く、 $V_T$ 積に余裕がある状態(例えば期間R)で、DC/AC変換器3をインターリーブ動作させて、トランス4の駆動周波数が高いままにしておくと、鉄損を無駄に発生させることになる。このため、直流電圧源1の電圧を低い状態(期間R)では、DC/AC変換器3のインターリーブ駆動するインバータの数(インターリーブ駆動数)を減らし、究極は同相駆動にするとトランス4を駆動する周波数を下げることができる。

[0044] トランスが飽和しない $V_T$ 積の条件、かつトランスの駆動周波数を下げると鉄損が下がる条件を満たす時刻 $t_1$ で、DC/AC変換器3の動作を、インターリーブ駆動のインターリーブ数を下げる、もしくは同相駆動に切り替えると、鉄損を抑え電力変換装置を高効率に動作させることができる。

[0045] 図9にDC/AC変換器3をインバータINV1、INV2を用いて2相並列駆動をした場合のインバータINV1、INV2の駆動タイミング、デューティ、インターリーブと同相駆動との切替え動作について説明する。

[0046] 図9Aは直流電圧源1の電圧 $V_{in}$ を固定した時の、充電初期時のインターリーブ駆動のインバータINV1、2それぞれの駆動タイミングとデューティを模式的に記したものである。充電初期時は、負荷7の充電電圧が低いため、トランス4の二次側平均電圧を下げるようにデューティを絞った動作となっており、この短い動作期間においてトランス4の二次側に電力伝送を行うため、電流実効値が高く損失が大きい。

[0047] 図9Bは、充電完了時のインターリーブ駆動のインバータINV1、INV2それぞれの駆動タイミングとデューティを模式的に記したものである。負荷7の充電電圧が高いため、トランス4の二次側平均電圧を上げるために、デューティが広く、電流実効値が低く抑えられ高効率動作とする。デューティ一定制御とは、このデューティが大きい状態となるよう、直流電圧源1

の入力電圧  $V_{in}$  を可変とする制御である。入力電圧  $V_{in}$  を可変とするため、インターリーブ駆動数を可変とする。

[0048] 図9Cは、充電初期の直流電圧源1の電圧が低く、デューティを最大となるように開き、トランス4のコアが飽和しないVT積となる場合に、DC/AC変換器3を同相駆動した時の図である。この場合はトランス4の駆動周波数がインバータINV1、INV2のスイッチング周波数と同じとなり、インターリーブ駆動時より周波数が下がるため、鉄損を小さくすることができる。

[0049] 以上のように、直流電圧源1の電圧に応じて、DC/AC変換器3の動作を、インターリーブの駆動数の切り替え、またはインターリーブ駆動と同相駆動との切替えにより、トランス4の駆動周波数を可変とすることで、大電力、高出力電圧に対応した、トランスの小型化と低損失化が可能な電力変換器を得ることが出来る。

[0050] 本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

## 符号の説明

[0051] 1：直流電圧源、2：リンクコンデンサ、3：DC/AC変換器、INV1～INVn：インバータ、SW11～SWn4：半導体スイッチ、4：トランス、411～41n：一次巻線、421a、421b～42ma、42mb：二次巻線、5：整流回路、51a、51b～5ma、5mb：整流素子、6：フィルタ回路、61a～6ma：平滑リアクトル、61b～6mb：

平滑コンデンサ、 7 : 負荷、 8 : 入力電圧センサ、 9 : 出力電圧センサ、 1  
0 : 制御回路

## 請求の範囲

- [請求項1] 直流電源を交流変換するためのN個（Nは2以上の整数）のDC/A C変換部、
- 前記N個のDC/A C変換部のそれぞれに接続されるN個の一次巻線と前記N個の一次巻線と磁気的に結合するM個（Mは2以上の整数）の二次巻線とを有するトランス、
- 前記トランスに接続され、前記トランスからの出力を直流に整流して出力するM個の整流回路、
- 前記DC/A C変換部を制御する制御回路、
- を備え、
- 前記M個の整流回路の直流側端子は互いに接続されており、
- 前記制御回路は、前記N個のDC/A C変換部を、位相をずらしたインターリーブ駆動させること、を特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 前記M個の整流回路は、M個のフィルタ回路を介して接続されており、前記M個のフィルタ回路は互いに直列に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記M個の整流回路は、互いに直列に接続されており、前記直列に接続されたM個の整流回路の両端はフィルタ回路を介して負荷に接続されることを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記インターリーブ駆動は、前記直流電源の電圧に応じて、前記DC/A C変換部のインターリーブ駆動数を可変とすることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の電力変換装置。
- [請求項5] 前記トランスが飽和せず、かつ前記トランスの駆動周波数を下げると鉄損が下がる前記直流電源の電圧が低い場合に前記インターリーブ駆動数を小さくすることを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。
- [請求項6] 一つのコアにN個（Nは2以上の整数）の一次巻線とM個（Mは2以上の整数）の二次巻線を巻回して構成されるトランス、

N個の一次巻線に接続され、直流電源を交流変換するN個のDC/A変換部、

入力側は前記M個の二次巻線に接続され、前記トランスからの出力を直流に整流して出力するM個の整流回路、

前記DC/A変換部を制御する制御回路、  
を備え、

前記制御回路は、前記N個のDC/A変換部を、互いに位相をずらしたインターリーブ駆動と同相駆動とを前記直流電源の電圧に応じて切替えることを特徴とする電力変換装置。

[請求項7] 前記M個の整流回路は、M個のフィルタ回路を介して互いに接続されており、前記M個のフィルタ回路は互いに直列に接続されていること、を特徴とする請求項6に記載の電力変換装置。

[請求項8] 前記M個の整流回路は、互いに直列に接続されており、前記直列に接続されたM個の整流回路の両端はフィルタ回路を介して負荷に接続されることを特徴とする請求項6に記載の電力変換装置。

[請求項9] 前記トランスが飽和せず、かつ前記トランスの駆動周波数を下げると鉄損が下がる前記直流電源の電圧が低い場合に前記同相駆動に切替えることを特徴とする請求項6から8のいずれか一項に記載の電力変換装置。

[請求項10] 前記N個の一次巻線のそれぞれの巻線の巻数を同じとしたことを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の電力変換装置。

[図1]

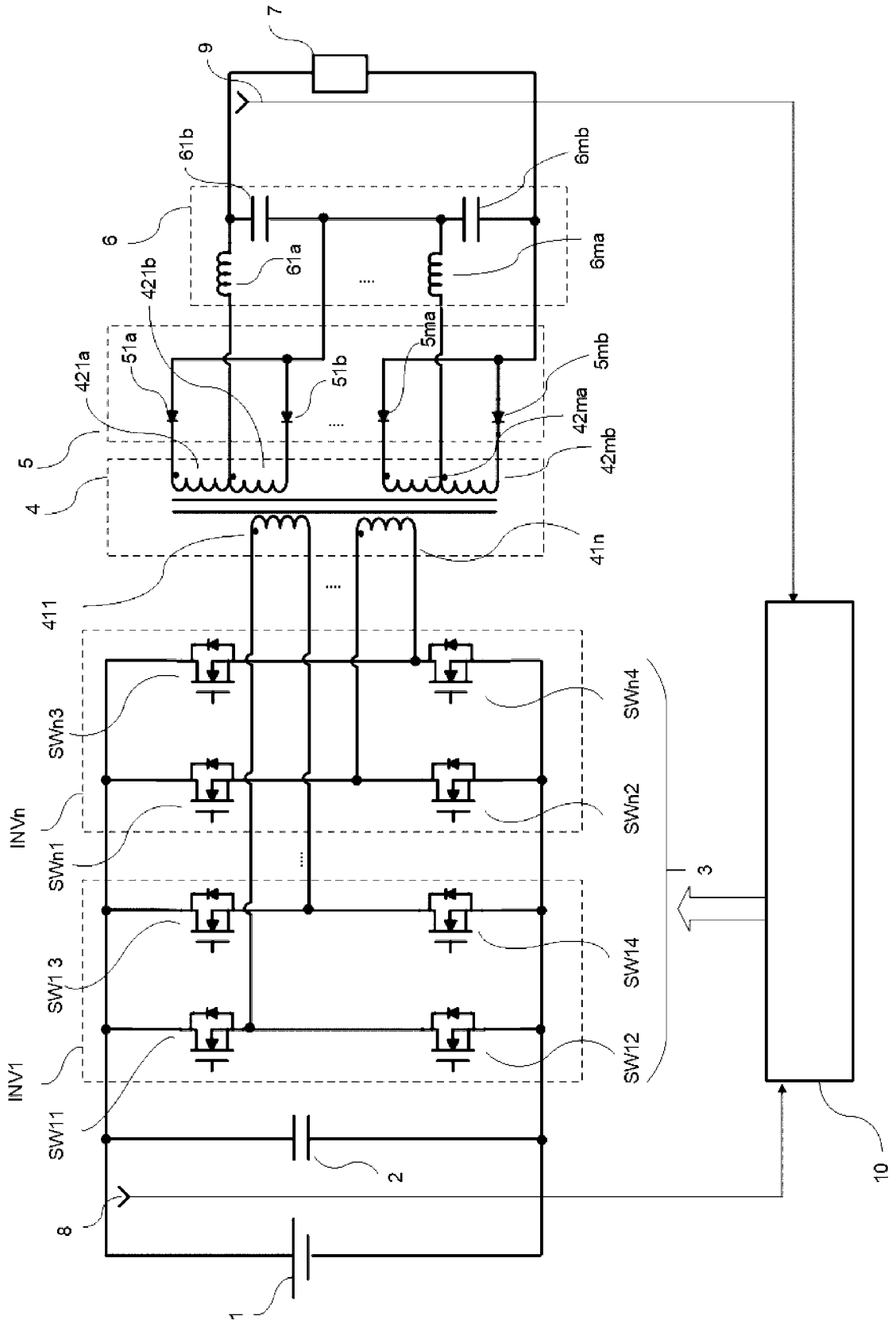
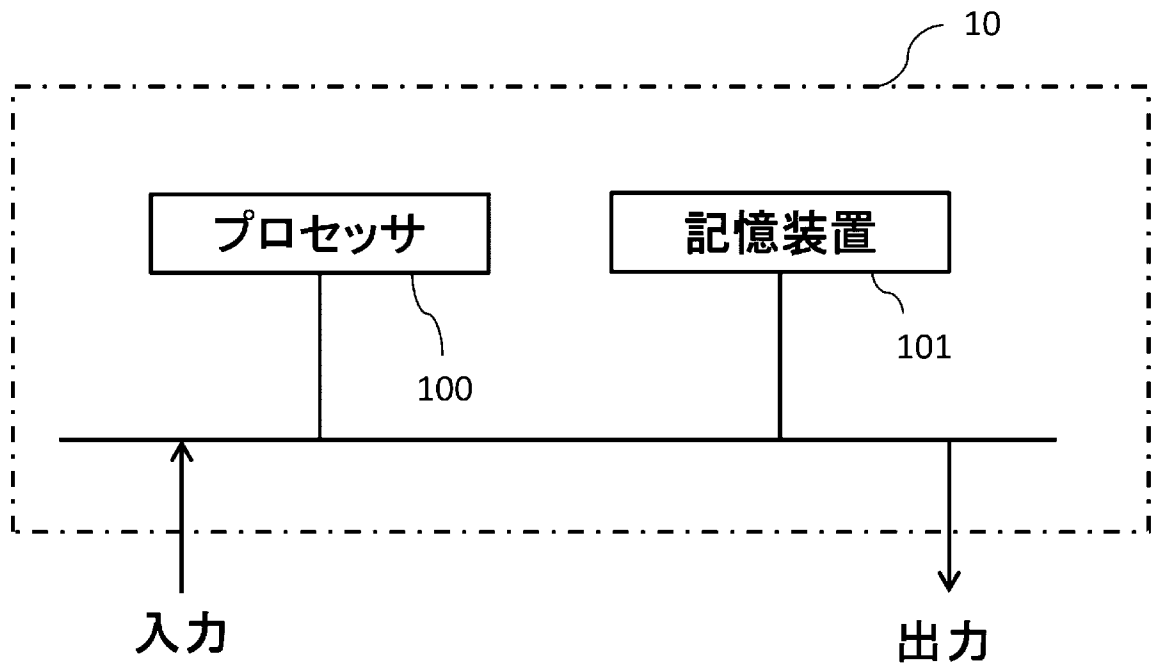


図1

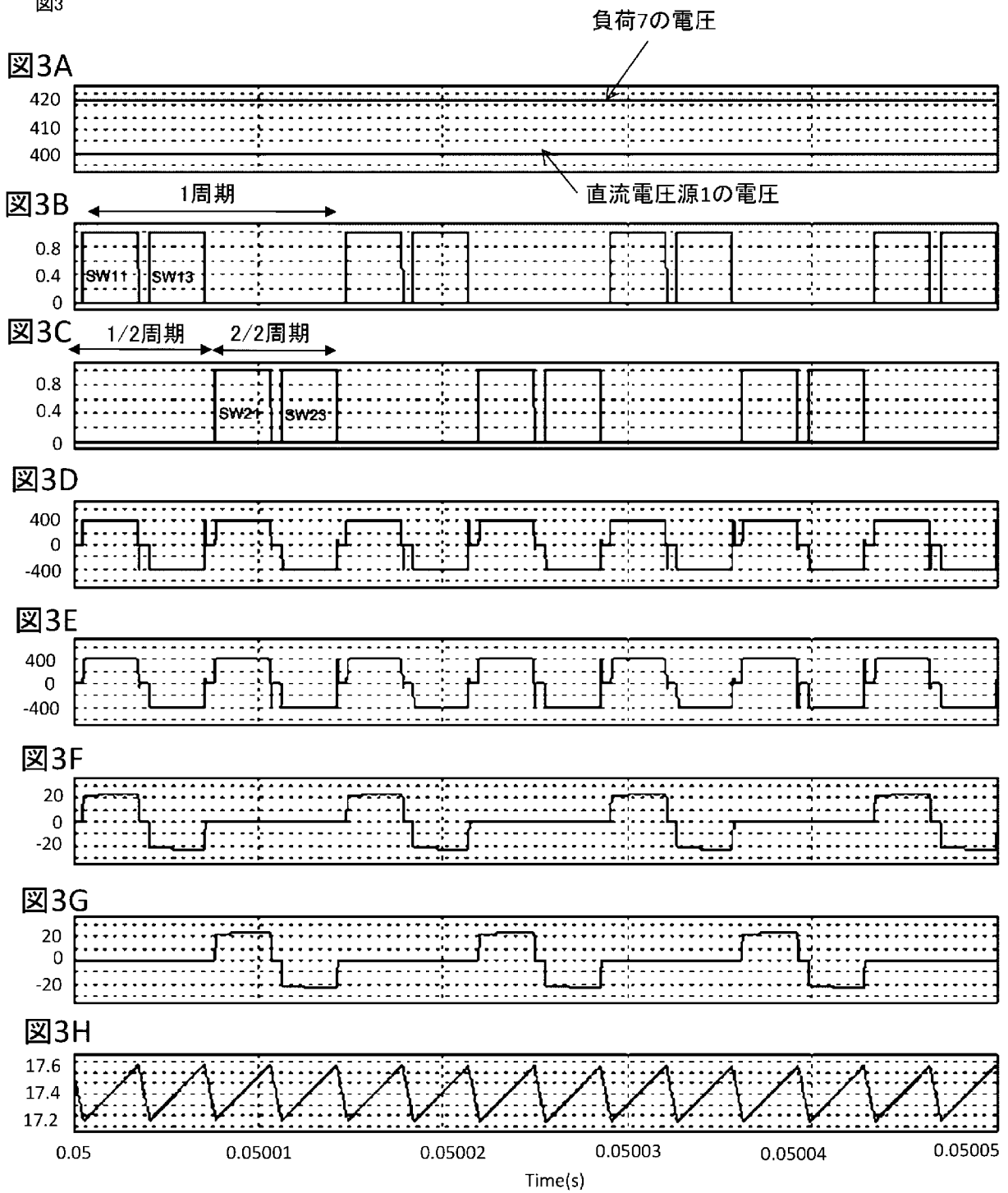
[図2]

図2

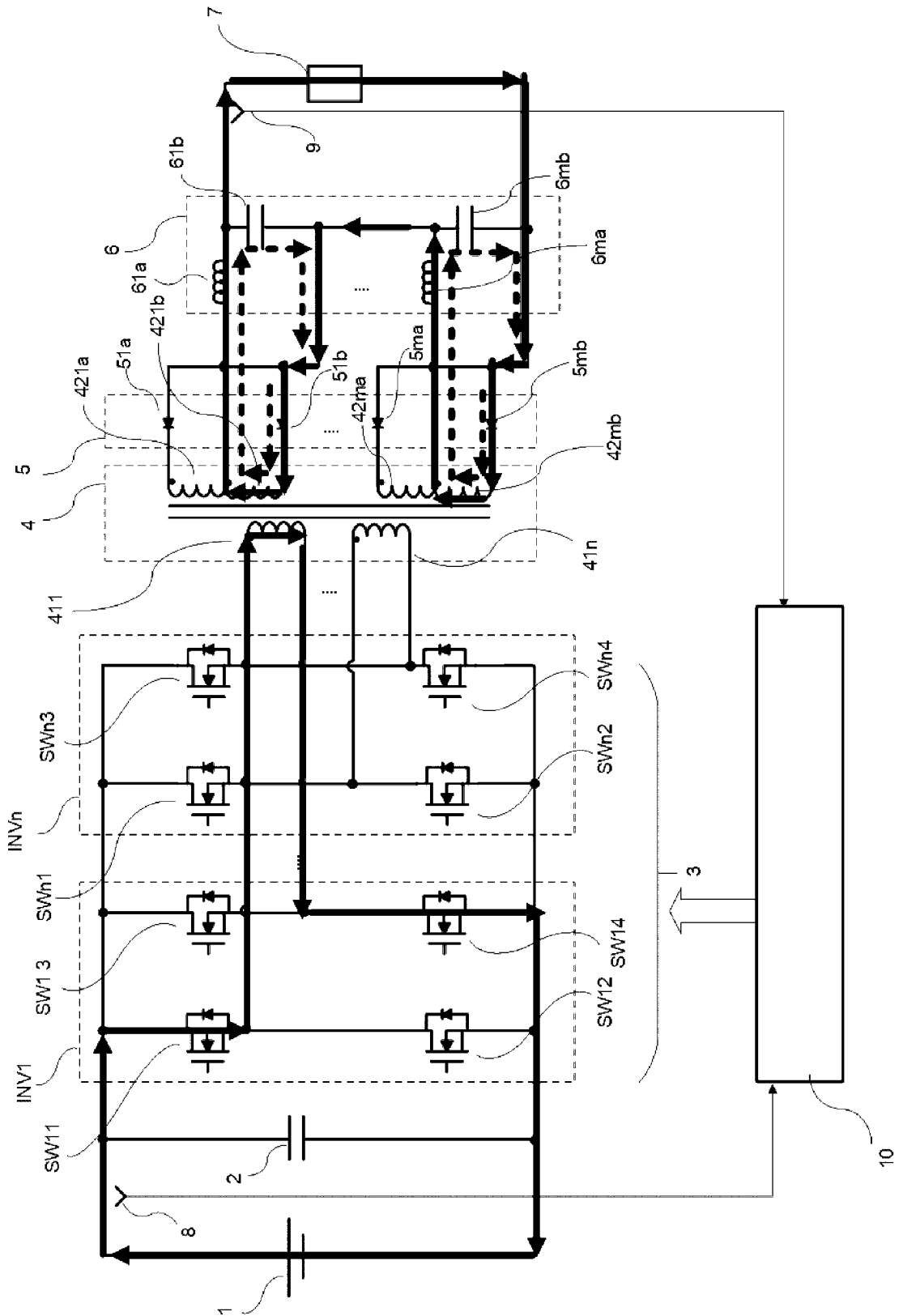


[図3]

図3



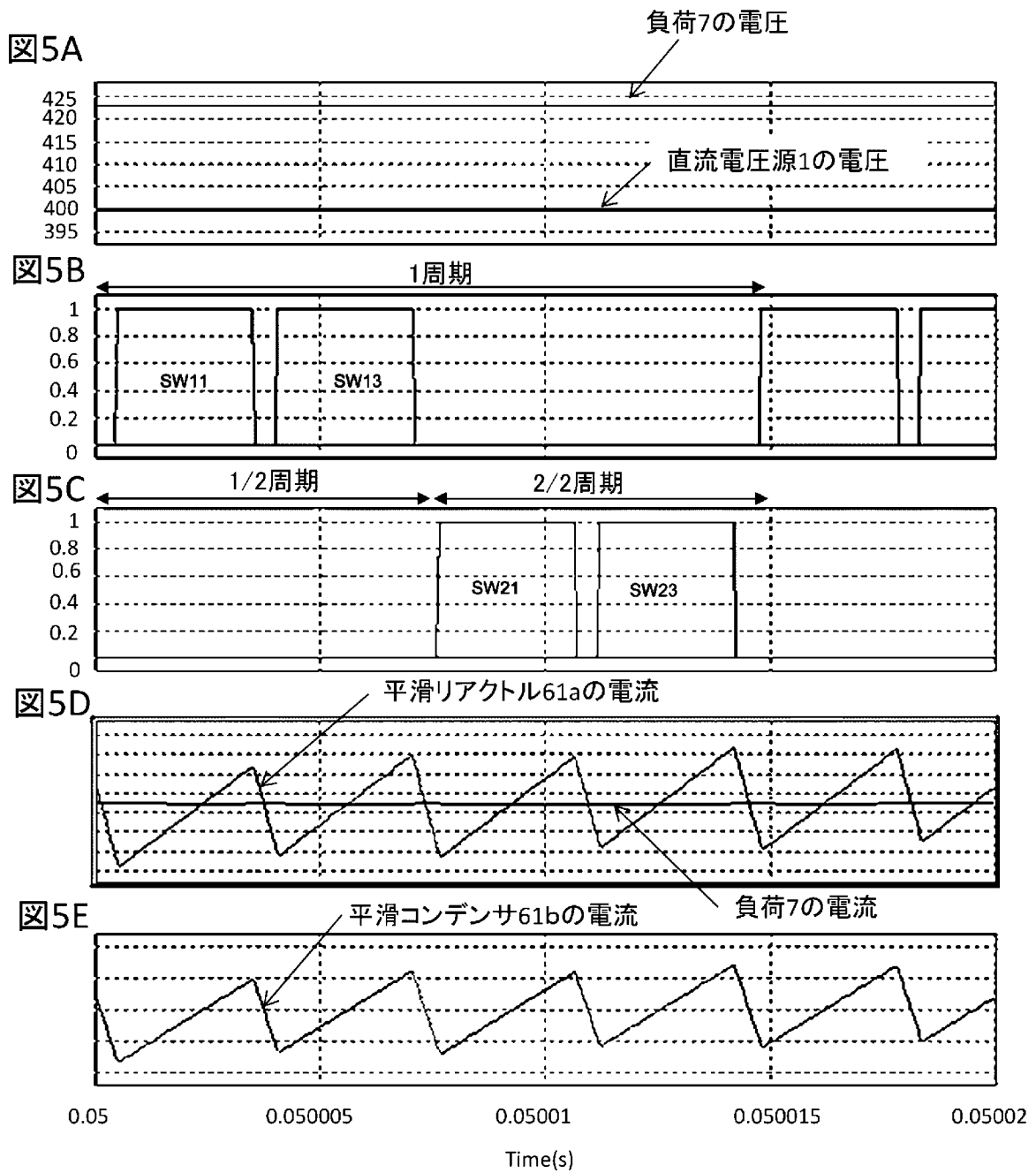
[図4]



[図4]

[図5]

図5



[図6]

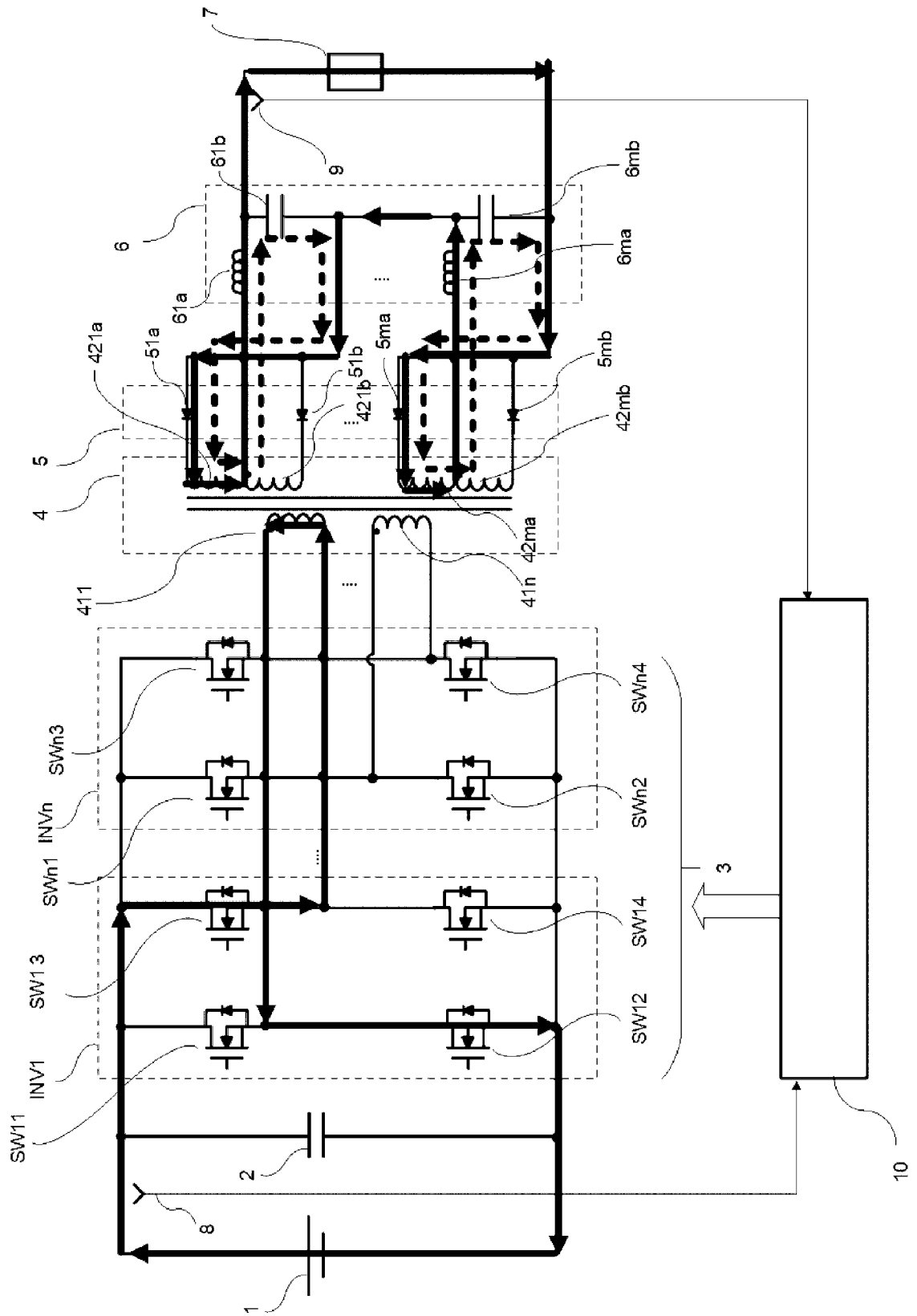


図6

[ 7 ]

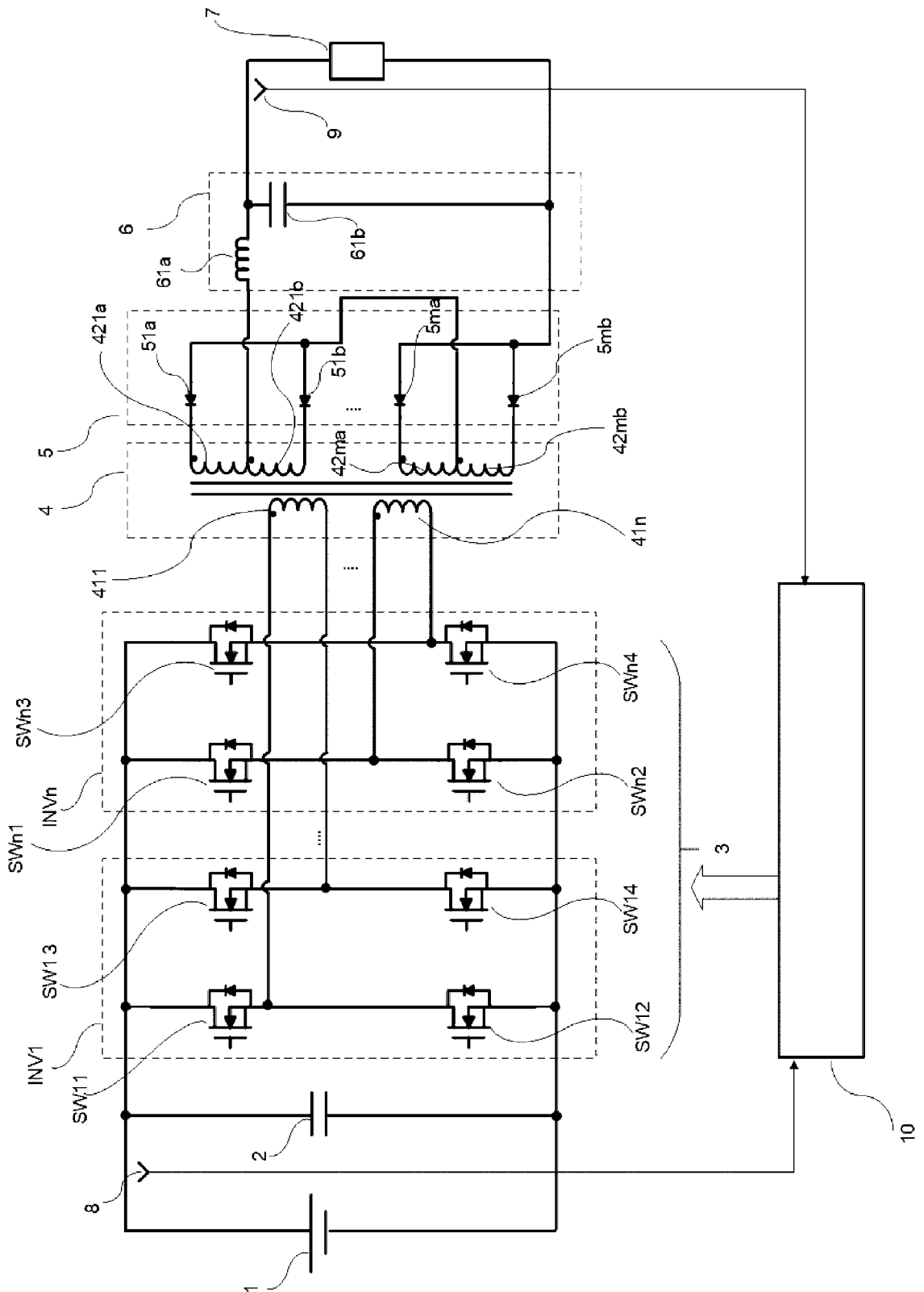
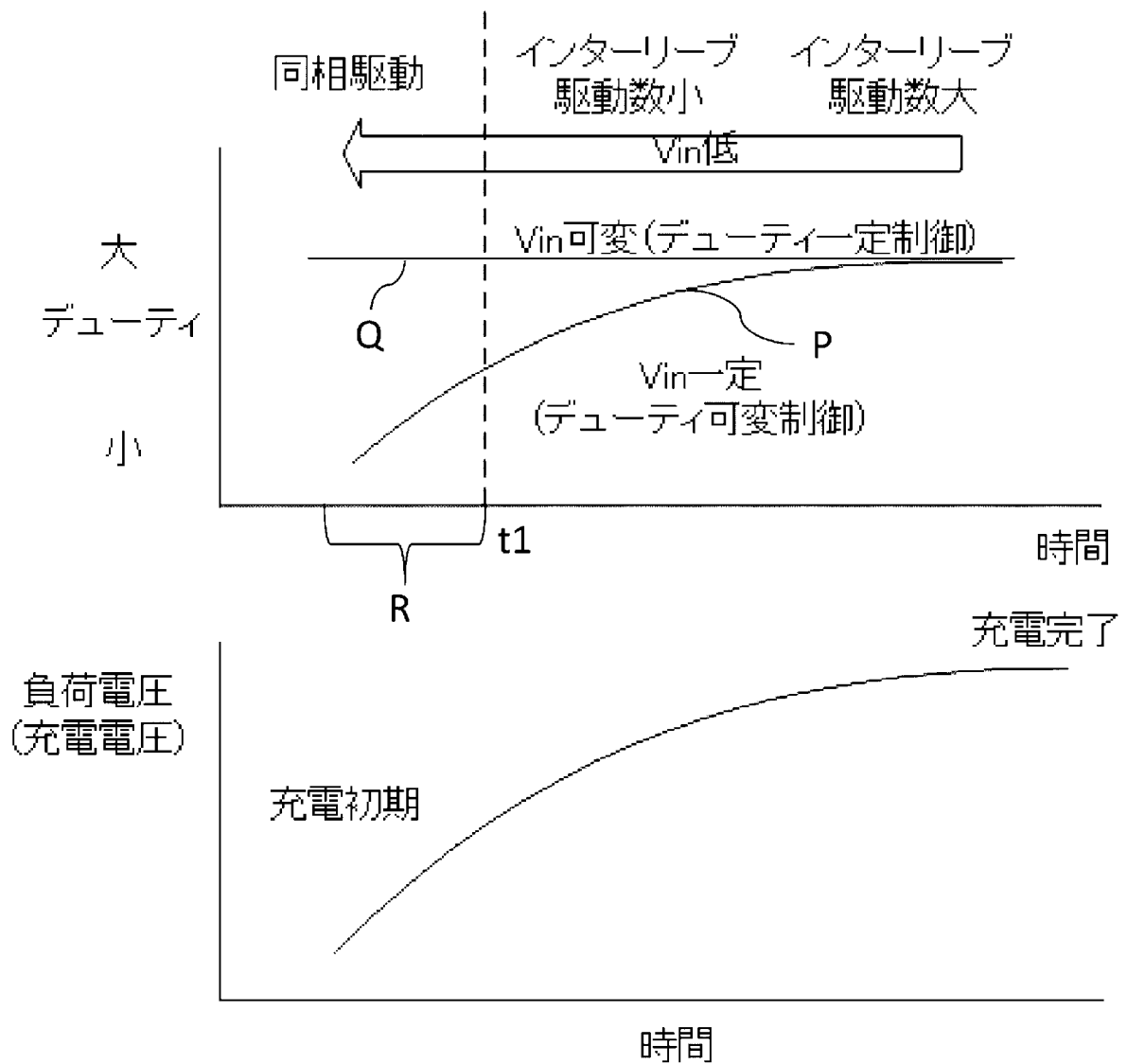


图7

[図8]

図8



[図9]

図9

図9A

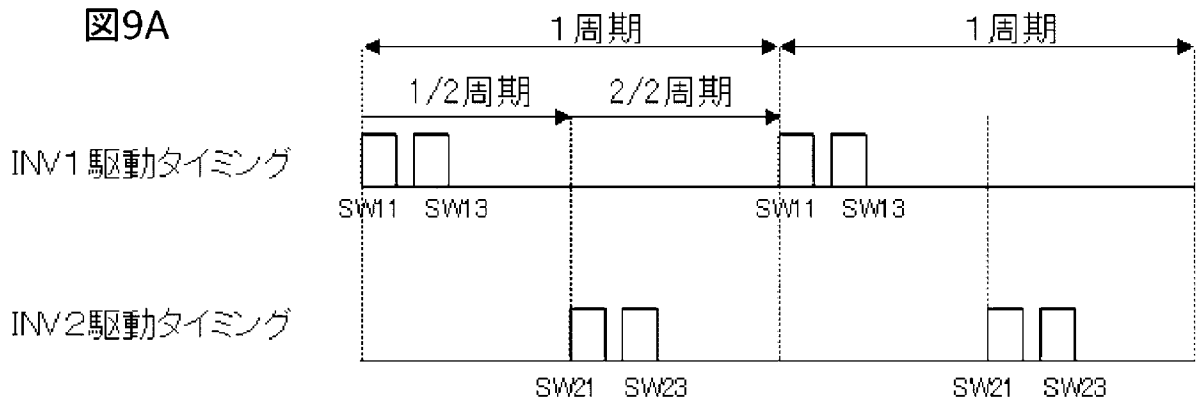


図9B

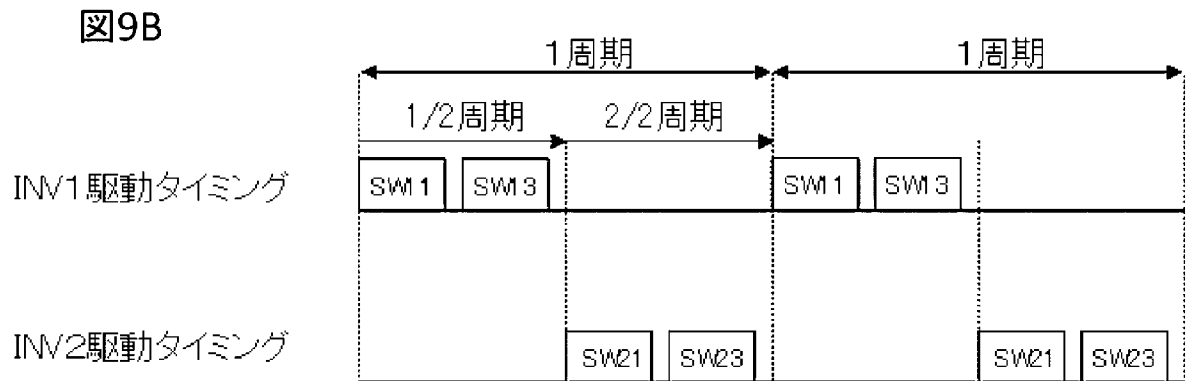
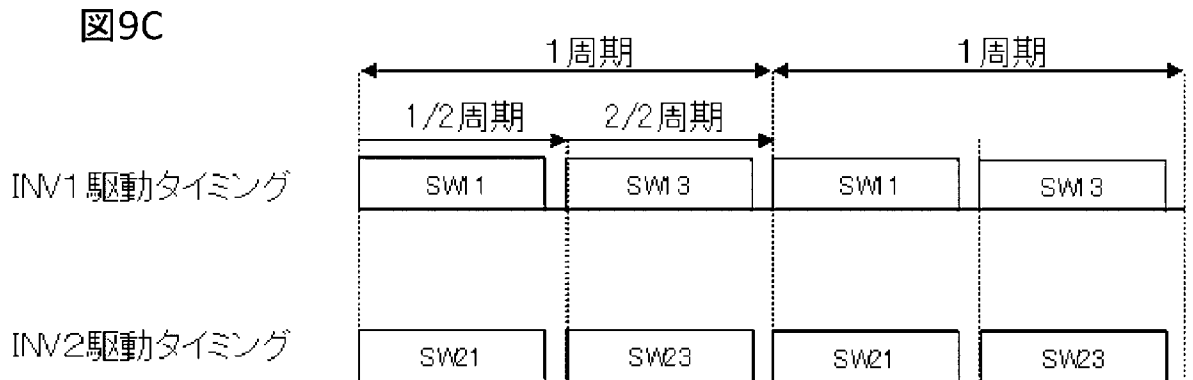


図9C



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/046481

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H02M3/28 (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)

Int. Cl. H02M3/28, H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
X	JP 3-55609 A (LINCOLN ELECTRIC CO.) 11 March 1991,	1, 10
Y	page 4, lower right column, line 13 to page 11,	2-3, 6-9
A	upper left column, line 6, fig. 1-9 & US 4897773	4-5
	A, column 5, line 10 to column 10, line 16, fig.	
	1-9	
Y	WO 2013/093963 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 27	2, 7
	June 2013, paragraph [0019], fig. 1 (Family: none)	
Y	JP 3-178558 A (TOKAI RYOKAKU TETSUDO KK) 02 August	3, 8
	1991, page 1, right column, line 11., to page 2,	
	upper right column, line 4, fig. 1 (Family: none)	

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  
04.03.2019

Date of mailing of the international search report  
12.03.2019

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/JP2018/046481

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 2012-222998 A (TABUCHI DENKI KK) 12 November 2012, paragraphs [0014]-[0028], fig. 1-4 (Family: none)	6-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/28(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. H02M3/28, H02M7/48

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y A	JP 3-55609 A（ザ リンカーン エレクトリック カンパニー） 1991.03.11, 4頁右下欄13行-11頁左上欄6行, 図1-9 & US 4897773 A, 5欄10行-10欄16行, 図1-9	1, 10 2-3, 6-9 4-5
Y	WO 2013/093963 A1（三菱電機株式会社）2013.06.27, 段落[0019], 図1（ファミリーなし）	2, 7
Y	JP 3-178558 A（東海旅客鉄道株式会社）1991.08.02, 1頁右欄11行-2頁右上欄4行, 図1（ファミリーなし）	3, 8

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

04.03.2019

国際調査報告の発送日

12.03.2019

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）

北嶋 賢二

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

5G

3792

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 2012-222998 A (田淵電機株式会社) 2012. 11. 12, 段落[0014]-[0028], 図 1-4 (ファミリーなし)	6-9