

(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
2019年9月12日(12.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/171997 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 3/155 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/006980

(22) 国際出願日: 2019年2月25日(25.02.2019)

(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 2018-041857 2018年3月8日(08.03.2018) JP

(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). 岩薮寛康(IWABUKI Hiroyasu); 〒1008310 東京都千

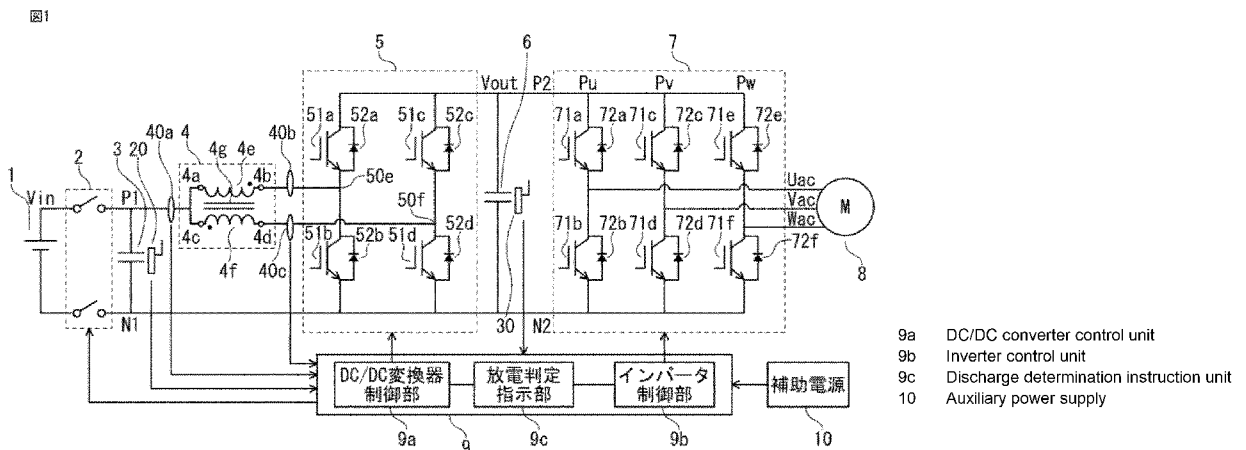
代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 竹島 由浩(TAKESHIMA Yoshihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 村上 啓吾, 外 (MURAKAMI Keigo 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



(57) Abstract: Provided is a power conversion device in which: a magnetically coupled reactor (4) and a DC/DC converter (5) are provided between a DC power supply (1) and an inverter (7); a first smoothing capacitor (3) and a second smoothing capacitor (6) are provided between the DC power supply (1) and the coupled reactor (4) and between the DC/DC converter (5) and the inverter (7), respectively; and a control unit (9) is provided that controls the switching operations of the inverter (7) and the DC/DC converter (5). The control unit (9) makes semiconductor switching elements (51a), (51b) and semiconductor switching elements (51c), (51d) each constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter (5) operate in a complementary manner so as to turn on/off alternately and operate by shifting the switching phases of right and left legs, thereby discharging the stored charge of the both smoothing capacitors (3), (6) by the energy losses of the coupled reactor (4) and the DC/DC converter (5).

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))

(57) 要約: 直流電源 (1) とインバータ (7) との間に磁気結合した結合リアクトル (4) と DC/DC 変換器 (5) が設けられ、直流電源 (1) と結合リアクトル (4) の間に第 1 平滑コンデンサ (3) が、DC/DC 変換器 (5) とインバータ (7) との間に第 2 平滑コンデンサ (6) が設けられ、かつインバータ (7) と DC/DC 変換器 (5) のスイッチング動作を制御する制御部 (9) を備え、制御部 (9) は DC/DC 変換器 (5) の上下アームを構成する半導体スイッチング素子 (51a) と (51b)、(51c) と (51d) が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ左右のレグのスイッチング位相をずらして動作させて結合リアクトル (4) と DC/DC 変換器 (5) のエネルギー損失により両平滑コンデンサ (3)、(6) の蓄積電荷を放電する。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本願は、例えば電動車両に搭載される電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、充放電可能な直流電源と、直流電源から供給される直流電圧を昇圧する昇圧コンバータと、直流電源と昇圧コンバータとの間の電圧を平滑化する第1平滑コンデンサと、昇圧コンバータから出力される高圧の直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、昇圧コンバータとインバータとの間の電圧を平滑化する第2平滑コンデンサと、インバータから出力される交流電圧が印加されることにより、車両の駆動力および制動力が制御される三相交流電動機を備えた電動車両が知られている。

[0003] このような電動車両では、車両の安全性を確保するために、車両の衝突時、あるいは動力の停止時に、平滑コンデンサに蓄えられた高電圧の電荷を速やかに放電し、感電を防止する必要がある。

[0004] また、放電時間を早くするために昇圧コンバータを放電制御するための動作電源となるバックアップ電源の容量を小さくして、電力変換装置を小型化することが必要とされている。

[0005] このため、従来は、例えば下記の特許文献1及び2に記載されるような技術が提案されている。

[0006] 特許文献1に示される電動車両では、2個の双方向DC/DCコンバータを備えているとともに、2個の双方向DC/DCコンバータの低電圧端と高電圧端にコンデンサが接続されている。制御装置は、走行時には、それぞれの双方向DC/DCコンバータの半導体スイッチング素子に対して、オンのタイミングが相互にずれているとともにオフのタイミングが相互にずれている駆動パルス信号を供給している。一方、コンデンサを放電する際は、その放電時間を早める技術として、夫々の双方向DC/DCコンバータの半導体

スイッチング素子に対して、オンのタイミングとオフのタイミングがそれぞれ一致している駆動パルス信号を供給することを特徴としている。

[0007] また、特許文献2に示される電力変換装置では、従来のインバータの上下アームを交互にオンオフさせて放電する方法では、インバータを構成するアームが短絡している場合、過電流等により放電できないことに対し、4アームを直列にしたDC/DC変換器を用い、アーム短絡の有無を検出し、入出力のコンデンサに蓄積された電荷を結合リアクトルとDC/DC変換器を介して放電させる技術が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2017-85696号公報

特許文献2：特開2015-33153号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、上記の特許文献1、2に記載されたいずれの従来技術の場合も、結合リアクトルに流れる電流がいずれもスイッチング周波数の三角波電流であり、その電流成分にDC/DCコンバータのスイッチング周波数成分しかなく、通流する際の銅損が小さいため、コンデンサのエネルギーを消費させる効果が少なく放電に時間を要し、放電時間を早くするためにDC/DCコンバータを放電制御するための動作電源となるバックアップ電源の電源容量が依然として大きいという課題がある。

[0010] 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、DC/DCコンバータの入力段に磁気結合した一対の結合型の結合リアクトルを設け、DC/DCコンバータの動作に伴ってコンデンサの放電時間を従来よりも早め、放電制御のためにDC/DCコンバータを駆動するためのバックアップ電源を小型化することが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

[0011] 本願に開示される電力変換装置は、
直流電源と電動機を駆動するインバータとの間に配置された、磁気結合した結合リアクトルおよび電圧変換用のDC/DC変換器と、
上記直流電源と上記結合リアクトルとの間に接続された第1平滑コンデンサと、
上記DC/DC変換器と上記インバータとの間に接続された第2平滑コンデンサと、
上記第1平滑コンデンサと上記直流電源との間に挿入された上記直流電源のオン/オフ用のスイッチと、
上記インバータおよび上記DC/DC変換器に含まれる半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御部とを備え、
上記DC/DC変換器は、上記半導体スイッチング素子を有する上下一対のアームを直列接続してなるレグの2つを並列に接続して構成されるフルブリッジ型のものであり、上記結合リアクトルは、上記結合リアクトルを構成する第1巻線と第2巻線の各一端側が共に上記直流電源の正極側に接続され、
上記第1巻線他端側は上記レグのうちの第1レグを構成する上下アームの接続点に接続され、また、上記第2巻線他端側は上記レグのうちの第2レグを構成する上下アームの接続点にそれぞれ接続されている電力変換装置であって、
上記制御部は、放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一対の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させるものである。

発明の効果

[0012] 本願に開示される電力変換装置によれば、第1平滑コンデンサと第2平滑コンデンサとの間にDC/DC変換器と結合リアクトルを介して循環電流を流すことができ、電流が流れる経路で生じる銅損、結合リアクトルのコアで生じる鉄損、DC/DC変換器で生じる損失により、第1平滑コンデンサと

第2平滑コンデンサに蓄積された電荷を速やかに放電させることができる。これにより、第1平滑コンデンサ及び第2平滑コンデンサの放電時間を従来よりも早め、放電制御のためにDC/DCコンバータを駆動するためのバックアップ電源を小型化することが可能となる。

- [0013] また、直流電流を流した場合に生じる直流磁束が互いに打ち消す方向に生じる差動型に結合した結合リアクトルを用いる場合には、通流する電流成分に周波数の2倍の成分を発生させることで銅損を大きくすることができる。また、直流電流を流した場合に生じる直流磁束が互いに強め合う方向に生じる和動型に結合した結合リアクトルを用いる場合には、通流する電流を還流電流により方形波状とすることで電流実効値を大きくして結合リアクトルの銅損を大きくすることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本願の実施の形態1による電力変換装置の全体を示す構成図である。
- [図2]本願の実施の形態1における差動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。
- [図3]本願の実施の形態1における差動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。
- [図4]本願の実施の形態1における差動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。
- [図5]本願の実施の形態1において、 $D < 0.5$ の場合に結合リアクトルに流れる電流傾きの時間変化を示す説明図である。
- [図6]本願の実施の形態1において、 $D > 0.5$ の場合に結合リアクトルに流れる電流傾きの時間変化を示す説明図である。
- [図7]本願の実施の形態1において、DC/DC変換器の動作タイミング、および結合リアクトルの巻線とDC/DC変換器の各部に流れる電流の時間変化を示す説明図である。
- [図8]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図9]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図10]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図11]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図12]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図13]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図14]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図15]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図16]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図17]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンを説明する図である。

[図18]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図19]本願の実施の形態1によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図20]本願の実施の形態1において、DC/DC変換器をスイッチング動作する場合のスイッチング周波数についての説明図である。

[図21]本願の実施の形態2における和動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。

[図22]本願の実施の形態2における和動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。

[図23]本願の実施の形態2における和動型の結合リアクトルの磁束発生状態の説明図である。

[図24]本願の実施の形態2において、DC/DC変換器の動作タイミング、および結合リアクトルの巻線とDC/DC変換器の各部に流れる電流の時間変化を示す説明図である。

[図25]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図26]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図27]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図28]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図29]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図30]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図31]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図32]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図33]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

[図34]本願の実施の形態2によるDC/DC変換器の動作パターンの説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] 実施の形態1.

図1は、本願の実施の形態1による電力変換装置を示す構成図である。

図 1 において、本実施の形態の電力変換装置は、直流電源 1、スイッチ 2（リレー並びに半導体スイッチング素子を含む概念）、第 1 平滑コンデンサ 3、第 1 電圧センサ 20、差動型の結合リアクトル 4、DC/DC 変換器 5、第 2 平滑コンデンサ 6、第 2 電圧センサ 30、インバータ 7、電動機 8、制御部 9、補助電源 10 を備えている。

[0016] 直流電源 1 は、充放電可能であり、インバータ 7 を介して電動機 8 と電力をやり取りする。DC/DC 変換器 5 は、直流電源 1 とインバータ 7 との間に設けられ、直流電源 1 から供給される直流電圧を昇圧する。第 1 平滑コンデンサ 3 は、直流電源 1 と DC/DC 変換器 5 との間に接続され、直流電源 1 と DC/DC 変換器 5 との間の電圧を平滑化する。第 1 電圧センサ 20 は、第 1 平滑コンデンサ 3 の高電圧ノードと低電圧ノードとの間の電圧を計測する。電流センサ 40a は差動型の結合リアクトル 4 から入力される電流を計測し、また、電流センサ 40b、40c は差動型の結合リアクトル 4 と DC/DC 変換器 5 の間に出力される電流を計測する。

[0017] インバータ 7 は、DC/DC 変換器 5 から出力される高圧の直流電圧を、DC/AC 変換により交流電圧に変換する。第 2 平滑コンデンサ 6 は、DC/DC 変換器 5 とインバータ 7 との間に接続され、DC/DC 変換器 5 とインバータ 7 との間の電圧を平滑化する。第 2 電圧センサ 30 は、第 2 平滑コンデンサ 6 の高電圧ノードと低電圧ノードとの間の電圧を計測する。

[0018] 電動機 8 は、インバータ 7 から出力される交流電圧が印加されることにより、車両の駆動力および制動力が制御される。スイッチ 2 は、車両の駆動時には、直流電源 1 と第 1 平滑コンデンサ 3 および DC/DC 変換器 5 とを閉状態で接続し、また、車両の使用が終了して動力の停止が検知された場合、あるいは図示しない加速度センサなどにより車両の衝突が検知された場合には、直流電源 1 と第 1 平滑コンデンサ 3 および差動型の結合リアクトル 4 を介した DC/DC 変換器 5 とを開状態で切断する。

[0019] 制御部 9 は、DC/DC 変換器制御部 9a、インバータ制御部 9b、および放電判定指示部 9c を有している。放電判定指示部 9c は、例えば図示し

ない加速度センサにより、車両の衝突を検知した場合、あるいは、車両の使用を終了し動力を停止状態とする場合に、DC/DC変換器制御部9aおよびインバータ制御部9bに対して、第1平滑コンデンサ3、第2平滑コンデンサ6に蓄えられた電荷を放電するように指示を出す。

[0020] DC/DC変換器制御部9aは、DC/DC変換器5に含まれるパワー半導体素子の構成要素である半導体スイッチング素子51a～51dのスイッチング動作を制御して、DC/DC変換器5でのDC/DC変換を行う。インバータ制御部9bは、インバータ7に含まれるスイッチングアームの高電圧側パワー半導体素子および低電圧側パワー半導体素子内の半導体スイッチング素子71a～71fのスイッチング動作を制御して、インバータ7でのDC/AC変換を行う。

[0021] DC/DC変換器5において、パワー半導体素子は、半導体スイッチング素子51a～51dと半導体整流素子52a～52dとを相互に逆並列に接続したものを単位としてアームと称し、またそのアームを直列接続したものをレグと称する。同様に、インバータ7において、パワー半導体素子は、半導体スイッチング素子71a～71fと半導体整流素子72a～72fとを相互に逆並列に接続したものを単位としてアームと称し、またそのアームを直列接続したものをレグと称する。

[0022] ここで、DC/DC変換器5の構成について詳細に説明する。

DC/DC変換器5は、4つの半導体スイッチング素子51a～51dを有するフルブリッジ型であり、上下のアームを直列接続してなるレグの2つ（第1レグと第2レグ）を並列に接続して構成されている。なお、図1では半導体スイッチング素子にIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を用いて記載しているがMOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect Transistor）等を使用してもよい。

[0023] 続いて、インバータ7の詳細な構成について説明する。

インバータ7は、駆動する電動機の相数に対応するレグ数が設けられてお

り、図1に示されるように、電動機8が三相の電動機である場合、インバータ7は、U相、V相、W相の3つのlegで構成される。

[0024] インバータ制御部9bは、インバータ7を制御して、電動機8との接続ノードUac、Vac、Wacの電位を調整することで、電動機8に流れる電流量を制御する。この結果、電動機8が車両の駆動力および制動力を制御することとなる。また、インバータ制御部9bは、電動機8の回転情報を併せて取得する。

[0025] 次に、図2～図4を用いて結合リアクトル4の構成について説明する。

ここに、結合リアクトルは、上下2つのU字型の鉄心からなるコア4gに第1巻線4eと第2巻線4fを巻いて互いに磁気結合させたものである。特に、本実施の形態の差動型の結合リアクトル4とは、図2に示すように、第1巻線4eと第2巻線4fに直流を流した場合、両巻線4e、4fによりコア4gに生じる直流磁束の向きが互いに打ち消し合う方向に生じるように、第1巻線4eと第2巻線4fを巻線することをいう。

[0026] そして、この差動型の結合リアクトル4を構成する両巻線4e、4fの一端側4a、4cは共に直流電源1の正極側に接続され、また、第1巻線4eの他端側4bは2つの半導体スイッチング素子51a、51bを有する上下アームの接続点50e（第1leg）に接続され、また、第2巻線4fの他端側4dは2つの半導体スイッチング素子51c、51dを有する上下アームの接続点50f（第2leg）に接続されている。

[0027] この差動型の結合リアクトル4に接続された、DC/DC変換器5の上下アームが交互にオン/オフするように相補動作させるとともに、各legの位相をずらして動作させて第1巻線4e、第2巻線4fを交互に励磁すると、図2の白抜き矢印で示すように、第1巻線4eと第2巻線4fに同方向に電流が流れることにより生じるコア4gを循環しない磁束成分、および図3及び図4の太い矢印で示すように、スイッチング状態によって向きを変えてコア4g内を循環する磁束成分の2つの磁束成分が同時に生じる。この場合、磁束と電流とは比例関係にあるため、この2つの磁束成分の変化に対応した

電流リプルが第1巻線4 eと第2巻線4 fにそれぞれ生じることになる。

[0028] ここで、差動型の結合リアクトル4に生じる電流リプルの傾きを数式にて示す。第1巻線4 eの両端電圧を V_{1e} 、第1巻線4 eに流れる電流を i_1 、この電流 i_1 を構成する循環磁束による電流成分を i_{1ac} 、循環しない磁束による電流成分を i_{1dc} とする。また、第2巻線4 fの両端電圧を V_{2e} 、第2巻線4 fに流れる電流を i_2 、この電流 i_2 を構成する循環磁束による電流成分を i_{2ac} 、循環しない磁束による電流成分を i_{2dc} として表わし、ここでは簡単のため、電流 i_1 と電流 i_2 のそれぞれの成分の大きさは等しいものとする。

[0029] 第1巻線4 eおよび第2巻線4 fが生じさせる自己インダクタンスを L 、相互インダクタンスを M とすると、第1巻線4 e、第2巻線4 fに生じる電圧 V_{1e} 、 V_{2e} はファラデーの法則を用いて(式1)(式2)で表わされる。

[0030] [数1]

数1

$$V_{1e} = L \cdot \frac{d}{dt} i_1 - M \cdot \frac{d}{dt} i_2 \quad \dots (式1)$$

[0031] [数2]

数2

$$V_{2e} = L \cdot \frac{d}{dt} i_2 - M \cdot \frac{d}{dt} i_1 \quad \dots (式2)$$

[0032] 電流 i_1 および電流 i_2 は、循環磁束による電流成分 i_{1ac} 、循環しない磁束による電流成分 i_{1dc} から構成されているため、(式3)(式4)で表わされる。

[0033] [数3]

数3

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{di_{1dc}}{dt} + \frac{di_{1ac}}{dt} \quad \dots (式3)$$

[0034] [数4]

数4

$$\frac{di_2}{dt} = \frac{di_{1dc}}{dt} - \frac{di_{1ac}}{dt} \quad \dots (式4)$$

[0035] また電流 i_1 と電流 i_2 を合計した電流は、次の（式5）で表わされるように、循環する電流成分（ i_{1ac} ）は打ち消されて、各巻線の循環しない磁束成分で生じる電流成分（ i_{1dc} ）の2倍の傾きとなる。

[0036] [数5]

数5

$$\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt} = 2 \frac{di_{1dc}}{dt} \quad \dots (式5)$$

[0037] （式1）～（式4）より電流 i_1 、電流 i_2 を構成する電流成分 i_{1ac} 、 i_{1dc} を求めると（式6）（式7）で表わすことができる。

[0038] [数6]

数6

$$\frac{di_{1ac}}{dt} = \frac{1}{(L+M)} \frac{(V_{1e} - V_{2e})}{2} \quad \dots (式6)$$

[0039] [数7]

数7

$$\frac{di_{1dc}}{dt} = \frac{1}{(L-M)} \frac{(V_{1e} + V_{2e})}{2} \quad \dots (式7)$$

[0040] 差動型の結合リアクトル4の入力電圧を V_{in} 、DC/DC変換器5の出力電圧を V_{out} とし、DC/DC変換器5の下アームの半導体スイッチング素子51b、51dのスイッチング状態によって、変化する結合リアクトル4の両端電圧を表1に記す。

[0041]

[表1]

表1

スイッチング状態によるリアクトル両端電圧

51b	51d	V1e	V2e	V1e+V2e	V1e-V2e
ON	OFF	Vin	Vin-Vout	2Vin-Vout	Vout
OFF	ON	Vin-Vout	Vin	2Vin-Vout	-Vout
ON	ON	Vin	Vin	2Vin	0
OFF	OFF	Vin-Vout	Vin-Vout	2Vin-2Vout	0

[0042] この電圧を（式6）（式7）に代入すると、スイッチング状態に応じて変化する電流の傾きを求めることができる。

[0043] 次に、車両の通常駆動時、すなわちスイッチ2がオンされた状態において、DC/DC変換器5の2組の各レグを、位相をずらして交互に動作させて第1巻線4e、第2巻線4fを交互に励磁する通常の電力変換動作時の場合に、上記（式3）～（式7）で求めた電流の傾きから、第1巻線4e、第2巻線4fに生じる電流リップルについて図5および図6を用いて説明する。

[0044] 図5は、D（デューティ比）＜0.5の場合であり、図6は、D（デューティ比）＞0.5の場合である。

また、図5及び図6において、第1巻線4e及び第2巻線4fの電流リップルに含まれる電流成分が $i_{dc} < i_{ac}$ の時のものを示す。デューティ比Dは、周期Tに対するオン時間の比率を表す。

[0045] 動作モードとしては、DC/DC変換器5の下アームである半導体スイッチング素子51b、51dの動作状態により状態（T1）、状態（T2）、状態（T3）、状態（T4）の4モードを順次繰り返す動きとなる。なお、半導体スイッチング素子51a、51cはMOSFET等であれば同期整流用としてそれぞれ半導体スイッチング素子51b、51dと相補的に動作する。

[0046] [A] まず、図5に示すように、D＜0.5の場合に第1巻線4e及び第2巻線4fに生じる電流リップルについて説明する。

[0047] (1) 状態 (T1) の期間は、半導体スイッチング素子 51b がオン、半導体スイッチング素子 51d がオフであり、直流電源 1 から第 1 巻線 4e を通って直流電源 1 に戻る電流 i_1 の電流ループと、第 2 巻線 4f、半導体整流素子 52c を通り、第 2 平滑コンデンサ 6 を経て直流電源 1 に戻る電流 i_2 との 2 つの電流ループが形成される。

[0048] この時、第 1 巻線 4e と第 2 巻線 4f が磁氣的に結合した差動型の結合リアクトル 4 を形成しているため、第 1 巻線 4e には、図 4 に示すような循環する磁束により生じる電流リップル i_{1ac} と、図 2 に示すような循環しない磁束成分により生じる電流リップル i_{1dc} とが生じる。

[0049] 第 2 巻線 4f には、図 3 に示すような循環する磁束により生じる電流リップル i_{2ac} (この場合、 i_{1ac} とは逆向きとなる方向で生じる) と、図 2 に示すような循環しない磁束成分により生じる電流リップル i_{2dc} とが生じる。

[0050] ここで説明を簡単にするため、仮に、循環磁束により生じる電流成分の傾きを 4、循環しない磁束により生じる電流成分の傾きを 6 とし、DC/DC 変換器 5 のスイッチング状態により変化する、第 1 巻線 4e、第 2 巻線 4f に生じる電流リップル波形の変化をこの数値例を用いて説明する。

[0051] この期間では i_{1ac} の電流傾き 4、 i_{1dc} の電流傾き 6 となり、第 1 巻線 4e の電流傾きは 10 となる。また、第 1 巻線 4e と第 2 巻線 4f の合計電流の傾きは、 i_{1ac} と i_{2ac} がキャンセルされ、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで 12 となる。

[0052] (2) 状態 (T2) の期間は、半導体スイッチング素子 51b がオフ、半導体スイッチング素子 51d がオフであり、直流電源 1 から第 1 巻線 4e、半導体整流素子 52a、第 2 平滑コンデンサ 6 を経て直流電源 1 へ戻る電流 i_1 の電流ループと、直流電源 1 から第 2 巻線 4f、半導体整流素子 52c、第 2 平滑コンデンサ 6 を経て直流電源 1 へ戻る電流 i_2 の電流ループが形成される。

[0053] この期間は、第 1 巻線 4e と第 2 巻線 4f の励磁がリセットされる期間で

あり、 i_{1ac} 、 i_{2ac} は変化せず、 i_{1dc} 、 i_{2dc} 成分が減少する。 i_{1ac} の電流傾きが0、 i_{1dc} の電流の傾きが -6 となり、第1巻線4eの電流傾きは -6 となる。第1巻線4eと第2巻線4fの合計電流の傾きは、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで -12 となる。

[0054] (3) 状態(T3)の期間は、半導体スイッチング素子51bがオフ、半導体スイッチング素子51dがオンであり、直流電源1から第1巻線4e、半導体整流素子52a、第2平滑コンデンサ6を経て直流電源1へ戻る電流 i_1 の電流ループと、直流電源1から第2巻線4f、半導体スイッチング素子51dを経て直流電源1に戻る電流 i_2 の電流ループが形成される。

[0055] この時、第1巻線4eと第2巻線4fが磁氣的に結合した差動型の結合リアクトル4を形成しているため、第1巻線4eには、図3に示すような循環する磁束により生じる電流リップル i_{1ac} と、図2に示すような循環しない磁束成分により生じる電流リップル i_{1dc} とが生じる。

[0056] 第2巻線4fには、図4に示すような循環する磁束により生じる電流リップル i_{2ac} （この場合、 i_{1ac} とは逆向きとなる方向で生じる）と、図2に示すような循環しない磁束成分により生じる電流リップル i_{2dc} とが生じる。

[0057] この時、第2巻線4fからの磁束が、第1巻線4eの磁束を減じる方向に磁気結合するため、 i_{1ac} はマイナスの傾きとなる。同様に、 i_{1ac} の電流傾きが -4 、 i_{1dc} の電流の傾きが 6 となり、第1巻線4eの電流傾きは 2 となる。第1巻線4eと第2巻線4fの合計電流の傾きは、 i_{1ac} と i_{2ac} がキャンセルされ、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで 12 となる。

[0058] (4) 状態(T4)の期間は、状態(T2)の場合と同様、半導体スイッチング素子51bがオフ、半導体スイッチング素子51dがオフであり、直流電源1から第1巻線4e、半導体整流素子52a、第2平滑コンデンサ6を経て直流電源1へ戻る電流 i_1 の電流ループと、直流電源1から第2巻線4f、半導体整流素子52c、第2平滑コンデンサ6を経て直流電源1へ戻る

電流 i_2 の電流ループが形成される。

[0059] この期間は、第1巻線4eと第2巻線4fの励磁がリセットされる期間であり、 i_{1ac} 、 i_{2ac} は変化せず、 i_{1dc} 、 i_{2dc} 成分が減少する。 i_{1ac} の電流傾きが0、 i_{1dc} の電流の傾きが -6 となり、第1巻線4eの電流傾きは -6 となる。第1巻線4eと第2巻線4fの合計電流の傾きは、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計の傾き -12 となる。

[0060] 以上説明したように、 $D < 0.5$ の場合、第1巻線4eの場合、状態(T3)の期間で電流 i_1 の傾きがプラスとなり、電流成分として、DC/DC変換器5をスイッチするスイッチング周波数の2倍の電流成分が含まれることになる。

[0061] [B] 次に、図6に示すように、 $D > 0.5$ の場合に第1巻線4e及び第2巻線4fに生じる電流リップルについて説明する。

[0062] (1) 状態(T1)の期間は、半導体スイッチング素子51bがオン、半導体スイッチング素子51dがオンであり、直流電源1から第1巻線4eを通過して直流電源1に戻る電流 i_1 の電流ループと、第2巻線4fを通過して直流電源1に戻る電流 i_2 の電流ループが形成される。

[0063] この期間、第1巻線4eと第2巻線4fには循環する磁束成分による電流 i_{1ac} 、 i_{2ac} はゼロとなり、循環しない磁束成分により生じる電流リップル i_{1dc} 、 i_{2dc} が増加する。

[0064] したがって、この期間では、上記の $D < 0.5$ の場合と同様に、説明を簡単にするため仮に、 i_{1ac} の電流傾きを0、 i_{1dc} の電流傾きを6とすると、第1巻線4eの電流傾きは6となる。第1巻線4eと第2巻線4fの合計電流の傾きは、 i_{1ac} と i_{2ac} 成分が無い場合、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで12となる。

[0065] (2) 状態(T2)の期間は、半導体スイッチング素子51bがオン、半導体スイッチング素子51dがオフであり、直流電源1から第1巻線4eを通過して直流電源1に戻る電流 i_1 の電流ループと、第2巻線4f、半導体整流素子52c、第2平滑コンデンサ6を経て直流電源1に戻る電流 i_2 の電流

ループが形成される。

[0066] この期間、第1巻線4 eと第2巻線4 fには循環する磁束が生じ、 i_{1ac} が増加、 i_{2ac} は減少し、循環しない成分により生じる i_{1dc} 、 i_{2dc} は減少する。したがって、 i_{1ac} の電流傾きを4、 i_{1dc} の電流傾きを-6とすると、第1巻線4 eの電流傾きは-2となる。第1巻線4 eと第2巻線4 fの合計電流の傾きは、 i_{1ac} と i_{2ac} 成分がキャンセルされ、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで-12となる。

[0067] (3) 状態(T3)の期間は、半導体スイッチング素子51 bがオン、半導体スイッチング素子51 dがオンであり、状態(T1)と同様である。

[0068] (4) 状態(T4)の期間は、半導体スイッチング素子51 bがオフ、半導体スイッチング素子51 dがオンであり、直流電源1から第1巻線4 e、半導体整流素子52 a、第2平滑コンデンサ6を経て直流電源1に戻る電流 i_1 の電流ループと、第2巻線4 fを通して直流電源1に戻る電流 i_2 の電流ループが形成される。

[0069] この期間、第1巻線4 eと第2巻線4 fには循環する磁束が生じ、 i_{1ac} が減少、 i_{2ac} は増加し、循環しない成分により生じる i_{1dc} 、 i_{2dc} は減少する。したがって、 i_{1ac} の電流傾き-4、 i_{1dc} の電流傾き-6となり、第1巻線4 eの電流傾きは-10となる。第1巻線4 eと第2巻線4 fの合計電流の傾きは、 i_{1ac} と i_{2ac} 成分がキャンセルされ、 i_{1dc} と i_{2dc} の合計傾きで-12となる。

[0070] 以上説明したように、 $D > 0.5$ の時、第1巻線4 eであれば状態(T2)の期間で電流 i_1 の傾きがマイナスとなるため、電流成分として、DC/DC変換器5をスイッチするスイッチング周波数の2倍の電流成分が含まれることになる。

[0071] 電流成分に、DC/DC変換器5をスイッチングするスイッチング周波数の2倍の電流成分を多く含ませるためには、 $D < 0.5$ の時には、状態(T3)の期間において次の(式8)を、また $D > 0.5$ の時には、状態(T2)の期間において次の(式9)を、それぞれ満たす必要がある。

[0072] [数8]

数8

$$\frac{di1dc}{dt} + \frac{di1ac}{dt} > 0 \quad \dots (式8)$$

[0073] [数9]

数9

$$\frac{di1dc}{dt} + \frac{di1ac}{dt} < 0 \quad \dots (式9)$$

[0074] (式6) (式7) と表1を用いて (式8) (式9) の関係式をL (自己インダクタンス)、M (相互インダクタンス)、D (デューティ比) を用いて整理すると、次の (式10) (式11) で表わされる。

[0075] $D < 0.5$ の場合、

[0076] [数10]

数10

$$\frac{M}{L} > \frac{D}{1-D} \quad \dots (式10)$$

[0077] $D > 0.5$ の場合、

[0078] [数11]

数11

$$\frac{M}{L} > \frac{1-D}{D} \quad \dots (式11)$$

[0079] 上記関係式を満たす条件において、DC/DC変換器5を用い、下アームを $D > 0.5$ の条件で第1平滑コンデンサ3と第2平滑コンデンサ6を放電動作させた場合、差動型の結合リアクトル4の巻線に流れる電流波形、DC/DC変換器5の動作タイミング、および、DC/DC変換器5を構成する半導体スイッチング素子51a～51dに流れる電流波形を図7に示す。また、この時のDC/DC変換器5の通流箇所と動作パターンを図8～図19

に示す。なお、図 8～図 19 において、通流箇所は太線で示しており、DC/DC 変換器 5 の通流箇所と動作パターンは、時間変化とともに図 8～図 19 の各状態を順次変遷して行き、図 19 の状態が終われば図 8 の状態に戻る。

[0080] 以上より、第 1 巻線 4 e 及び第 2 巻線 4 f には、DC/DC 変換器 5 の半導体スイッチング素子をスイッチングする場合のスイッチング周波数の 2 倍の周波数成分を含む電流 i_1 、 i_2 が流れることが分かる。

[0081] 次に、車両の衝突を検知した場合、あるいは車両の使用が終了して動力の停止が検知された場合において、DC/DC 変換器制御部 9 a により、DC/DC 変換器 5 に含まれるパワー半導体素子の構成要素である半導体スイッチング素子 5 1 a～5 1 d をスイッチング動作させ、第 1 平滑コンデンサ 3、第 2 平滑コンデンサ 6 の電荷を放電する放電動作について説明する。

[0082] 車両の衝突を検知した場合、あるいは車両の使用が終了して動力の停止が検知された場合、スイッチ 2 がオフされるとともに、制御部 9 のインバータ制御部 9 b によりインバータ 7 を停止し、かつ放電判定指示部 9 c からの指示により、DC/DC 変換器制御部 9 a は DC/DC 変換器 5 の放電動作を実行する。

[0083] この場合の DC/DC 変換器制御部 9 a における DC/DC 変換器 5 に対する制御動作は、上述したスイッチ 2 がオン状態にある通常駆動時の場合と基本的に同じである。すなわち、第 1 平滑コンデンサ 3 および第 2 平滑コンデンサ 6 に蓄積されたエネルギーは、第 1 平滑コンデンサ 3 と第 2 平滑コンデンサ 6 の間に存在する、DC/DC 変換器 5、差動型の結合リアクトル 4 を経由して電流が流れることにより生じる銅損および鉄損によりエネルギー消費され放電される。

[0084] ただし、この場合の放電動作時は、通常の電力変換動作時と比べて、DC/DC 変換器 5 のスイッチング周波数を低くし、DC/DC 変換器 5 が許容される電流範囲内において電流リップルを大きくなるようにする。このようにすると、損失が増加するので、スイッチ 2 がオフした場合の放電時間を早く

することができる。

[0085] このような放電動作をする場合、第1平滑コンデンサ3、第2平滑コンデンサ6と差動型の結合リアクトル4においてLC共振が生じるため、DC/DC変換器5のスイッチング周波数を下げ過ぎると、DC/DC変換器5、第1平滑コンデンサ3、および、第2平滑コンデンサ6の許容値を超える共振電圧、共振電流が生じる可能性がある。

[0086] そこで、図20に示すように、第1平滑コンデンサ3、第2平滑コンデンサ6の放電開始時から放電が進むにつれてDC/DC変換器5のスイッチング周波数が、通常の電力変換動作時の周波数から次第に低くなるような制御を行うと、構成する部品の保護と放電時間の短縮の両立が可能となる。図20は、DC/DC変換器5をスイッチング動作する場合のスイッチング周波数についての説明図である。

[0087] このようにして第1平滑コンデンサ3、第2平滑コンデンサ6の放電時間が早くなると、放電動作を行うDC/DC変換器5を駆動制御する制御部9に対して電力供給するための補助電源10の電源容量を小さくすることができ、電力変換装置全体の小型化が図れる。

[0088] 実施の形態2.

本願の実施の形態2の電力変換装置の特徴は、実施の形態1に用いた結合リアクトル4の結合構成を和動型にしたものであり、その他の構成は実施の形態1の場合と同じであるので、詳しい構成の説明は省略する。

[0089] ここに、和動型の結合リアクトル4とは、図21に示すように、第1巻線4eと第2巻線4fに直流を流した場合、第1巻線4e及び第2巻線4fによりコア4gに生じる直流磁束の向きが互いに強め合う方向に生じるように、第1巻線4eと第2巻線4fを巻線することをいう。

[0090] 図24は、この和動型の結合リアクトル4を用いて、DC/DC変換器5を位相シフト動作させた場合の、DC/DC変換器5のスイッチングタイミング、および各部の電流と結合リアクトル4の巻線電流の時間変化を示したものである。また、図25～図34には、DC/DC変換器5の電流経路と

動作パターンを示す。なお、DC/DC変換器5の通流箇所と動作パターンは、時間変化とともに図25～図34の各状態を順次変遷して行き、図34の状態が終われば図25の状態に戻る。

[0091] この和動型の結合リアクトル4を用いて、DC/DC変換器5を位相シフト動作させると、図24、図25～図34から分かるように、DC/DC変換器5が還流動作となるため、和動型の結合リアクトル4の第1巻線4e、第2巻線4fに実効値の高い方形波状の電流が流れて銅損が増え、実施の形態1の場合と同様にスイッチ2がオフした場合の放電時間を早くすることができる。

[0092] 以上、本願の開示は、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

[0093] 1 直流電源、2 スイッチ、3 第1平滑コンデンサ、4 結合リアクトル、4e 第1巻線、4f 第2巻線、4g コア、40a、40b、40c 電流センサ、5 DC/DC変換器、51a～51d 半導体スイッチング素子、6 第2平滑コンデンサ、7 インバータ、71a～71f 半導体スイッチング素子、8 電動機、9 制御部、9a DC/DC変換器制御部、9b インバータ制御部、9c 放電判定指示部、10 補助電源、20 第1電圧センサ、30 第2電圧センサ。

請求の範囲

- [請求項1] 直流電源と電動機を駆動するインバータとの間に配置された、磁気結合した結合リアクトルおよび電圧変換用のDC/DC変換器と、
上記直流電源と上記結合リアクトルとの間に接続された第1平滑コンデンサと、
上記DC/DC変換器と上記インバータとの間に接続された第2平滑コンデンサと、
上記第1平滑コンデンサと上記直流電源との間に挿入された上記直流電源のオン/オフ用のスイッチと、
上記インバータおよび上記DC/DC変換器に含まれる半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御部とを備え、
上記DC/DC変換器は、上記半導体スイッチング素子を有する上下一対のアームを直列接続してなるレグの2つを並列に接続して構成されるフルブリッジ型のものであり、上記結合リアクトルは、上記結合リアクトルを構成する第1巻線と第2巻線の各一端側が共に上記直流電源の正極側に接続され、上記第1巻線他端側は上記レグのうちの第1レグを構成する上下アームの接続点に接続され、また、上記第2巻線他端側は上記レグのうちの第2レグを構成する上下アームの接続点にそれぞれ接続されている電力変換装置であって、
上記制御部は、放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一対の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させる電力変換装置。
- [請求項2] 上記制御部は、上記第1平滑コンデンサと上記第2平滑コンデンサとの間に上記結合リアクトルと上記DC/DC変換器を介して交流電流を循環させて、上記結合リアクトルおよび上記DC/DC変換器によるエネルギー損失により上記第1平滑コンデンサおよび上記第2平滑コンデンサに蓄積された電荷を放電させるように上記DC/DC変換器

を制御する請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項3] 上記結合リアクトルは、上記第 1 巻線と上記第 2 巻線に直流を流した場合、上記第 1 巻線及び上記第 2 巻線により生じる直流磁束の向きが互いに打ち消し合う方向に生じる差動型のものである請求項 1 又は請求項 2 に記載の電力変換装置。

[請求項4] 上記 DC / DC 変換器の上記半導体スイッチング素子をオン / オフするデューティ比を D、上記結合リアクトルの自己インダクタンスを L、相互インダクタンスを M とすると、

$$D < 0.5 \text{ の場合には、 } M / L > D / (1 - D)$$

$$D > 0.5 \text{ の場合には、 } M / L > (1 - D) / D$$

の各々の関係を満たすように設定することにより、上記結合リアクトルに上記 DC / DC 変換器のスイッチング周波数の 2 倍の成分を含む交流電流を流す請求項 3 に記載の電力変換装置。

[請求項5] 上記制御部は、上記スイッチがオフした場合、上記第 1 平滑コンデンサと上記第 2 平滑コンデンサの電圧もしくは電圧差に応じて上記 DC / DC 変換器の上記半導体スイッチング素子をオン / オフするデューティ比を可変し、予め設定した一定の許容値を超えない範囲で上記結合リアクトルに流れるリップル電流を最大化させる請求項 4 に記載の電力変換装置。

[請求項6] 上記結合リアクトルは、上記第 1 巻線と上記第 2 巻線に直流を流した場合、上記第 1 巻線及び上記第 2 巻線により生じる直流磁束の向きが互いに強め合う方向に生じる和動型のものである請求項 1 又は請求項 2 に記載の電力変換装置。

[請求項7] 上記制御部は、上記スイッチがオフした場合、上記第 1 平滑コンデンサと上記第 2 平滑コンデンサの電圧もしくは電圧差に応じて上記 DC / DC 変換器の位相をシフトして予め設定した一定の許容値を超えない範囲で上記結合リアクトルに流れるリップル電流を最大化させる請求項 6 に記載の電力変換装置。

- [請求項8] 上記制御部は、上記スイッチがオフした場合には、上記DC／DC変換器の上記半導体スイッチング素子を上記スイッチがオン時の場合よりも低いスイッチング周波数にて動作させて、上記結合リアクトルおよび上記DC／DC変換器によるエネルギー損失により上記第1平滑コンデンサと上記第2平滑コンデンサを放電する請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の電力変換装置。
- [請求項9] 上記制御部は、上記スイッチがオフした場合の上記半導体スイッチング素子に対するスイッチング周波数が時間経過とともに次第に低下するように制御することで放電時の電流ピークを抑える請求項8に記載の電力変換装置。
- [請求項10] 上記DC／DC変換器から出力される直流電圧を交流電圧に変換するインバータをさらに備える請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[図1]

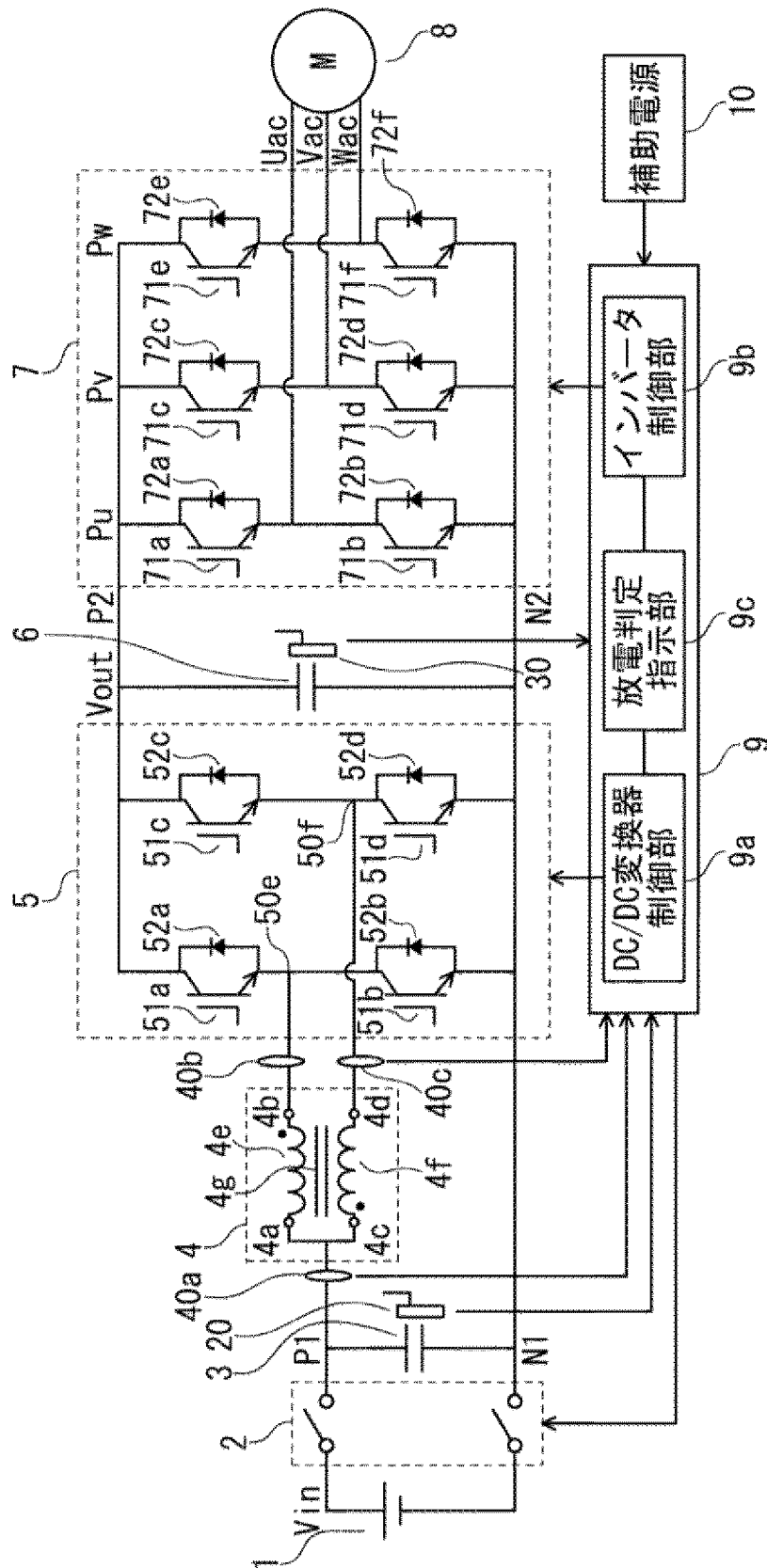
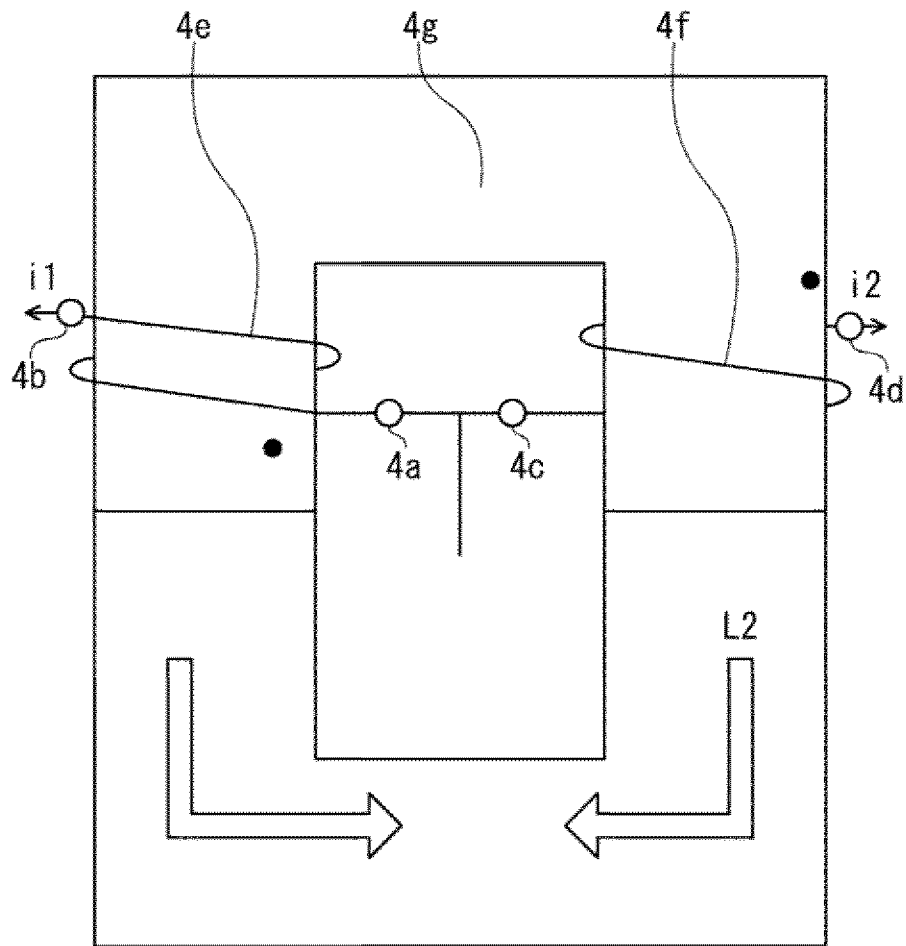


図1

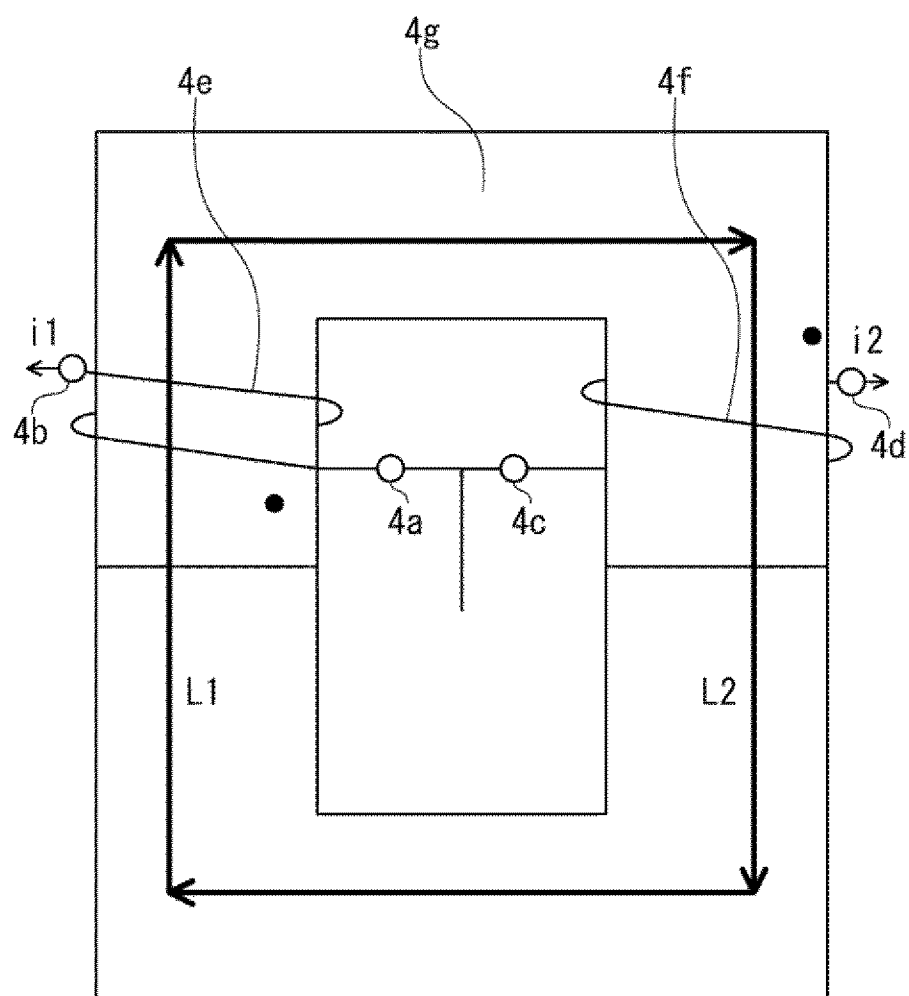
[図2]

図2



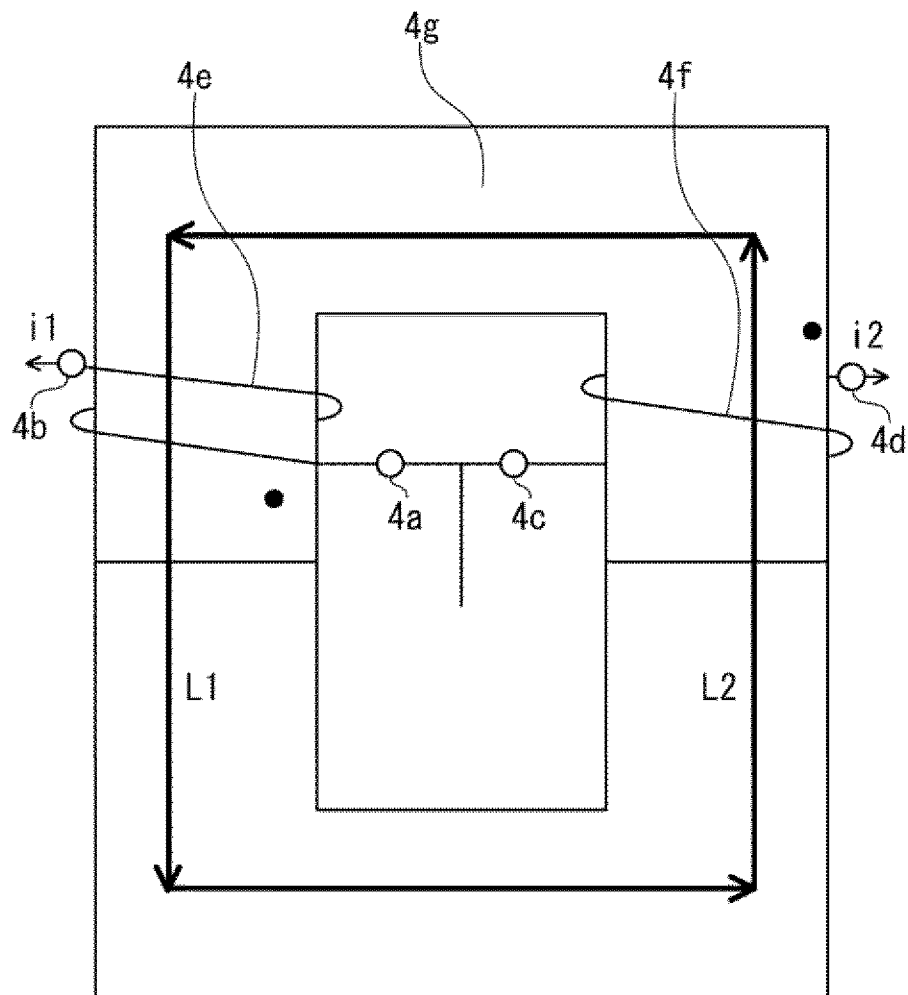
[図3]

図3



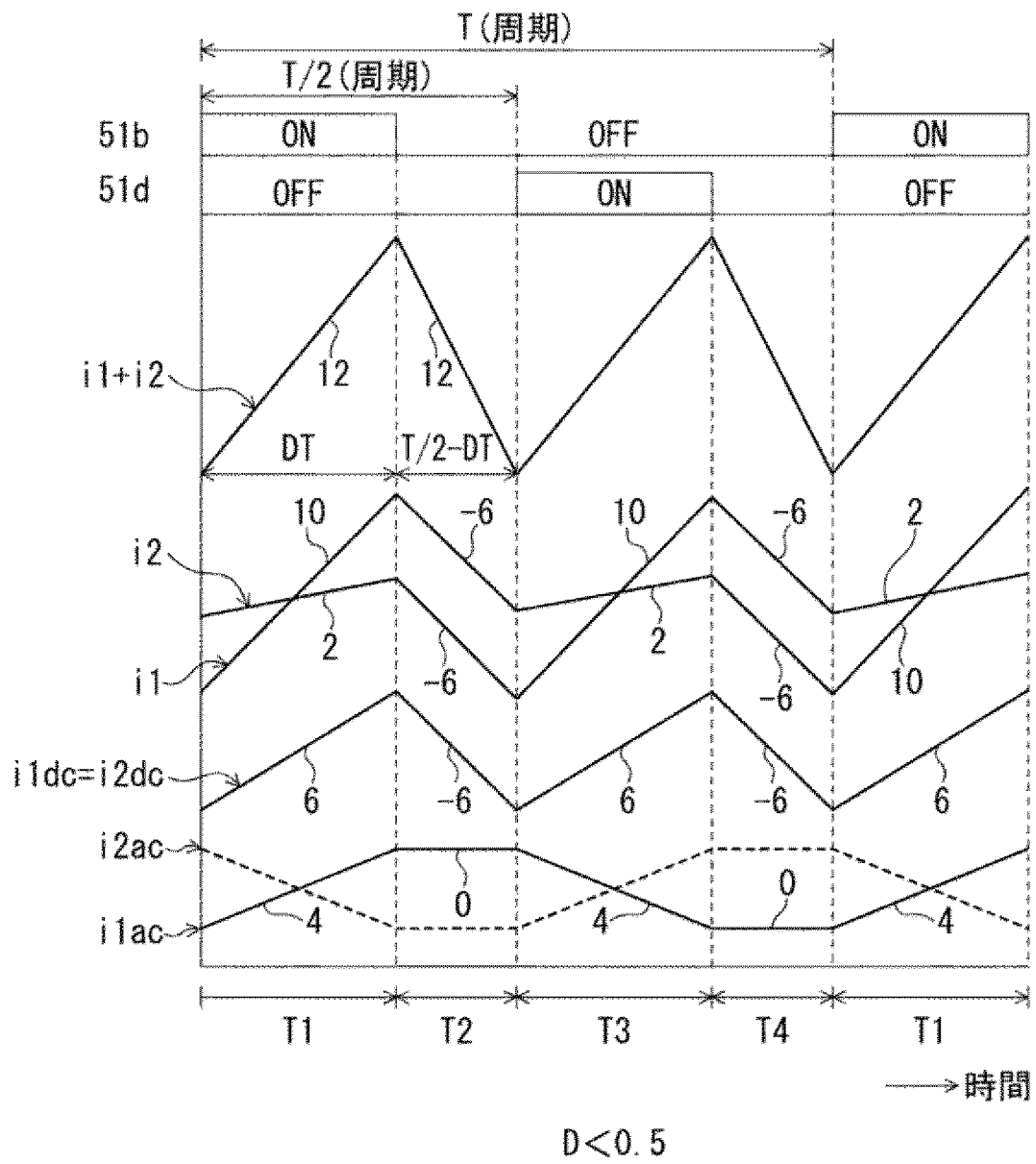
[図4]

図4



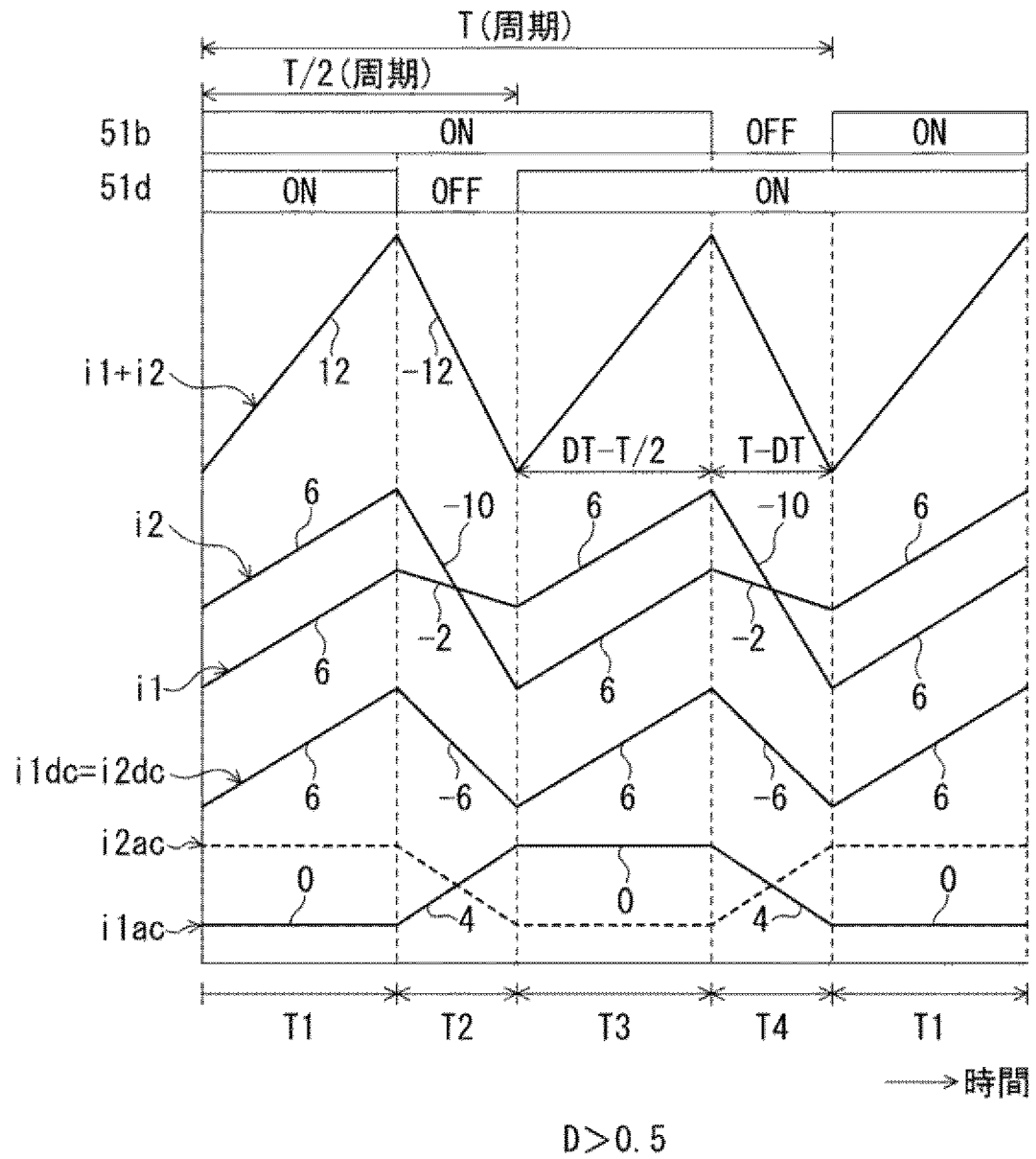
[図5]

図5



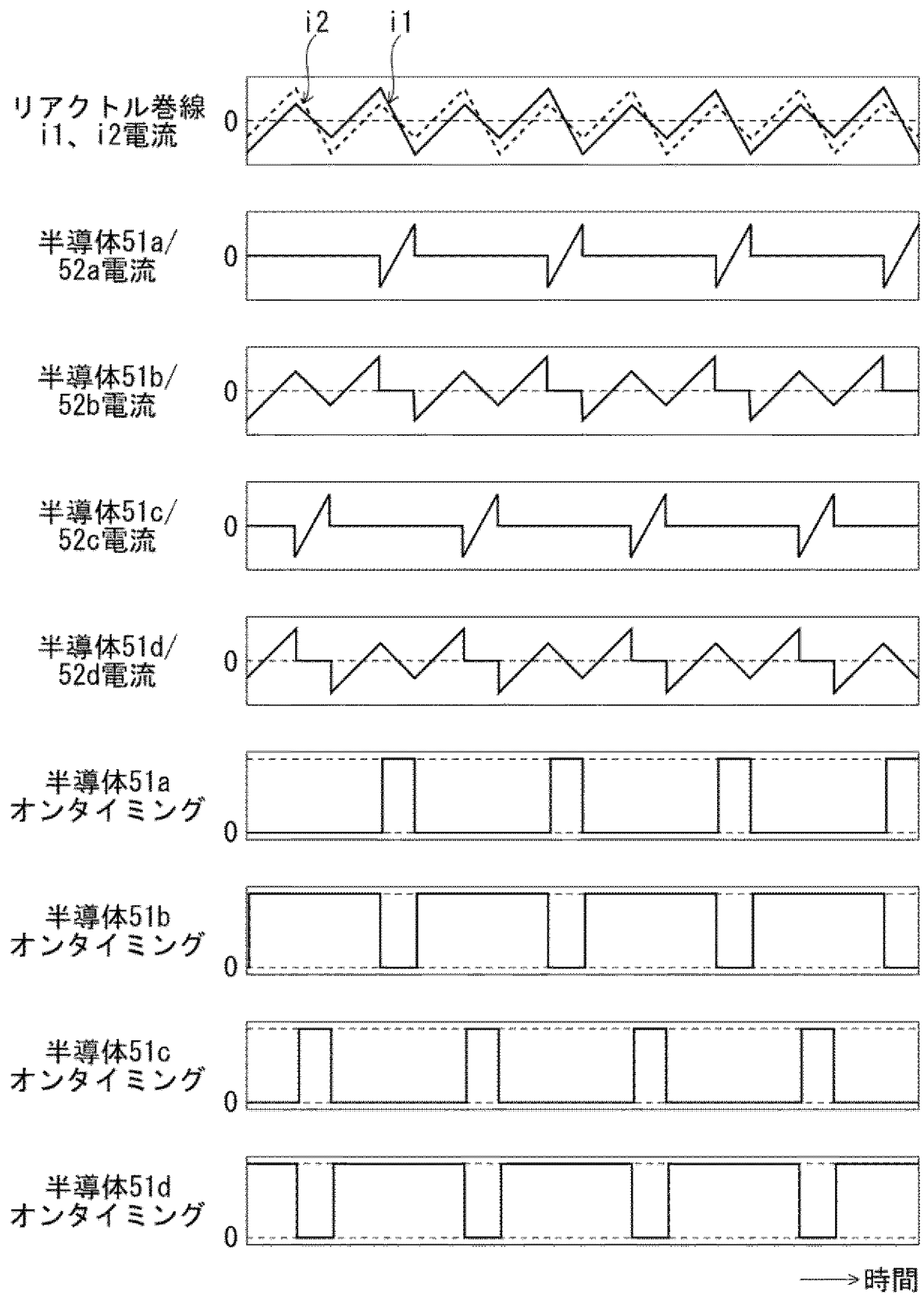
[図6]

図6



[図7]

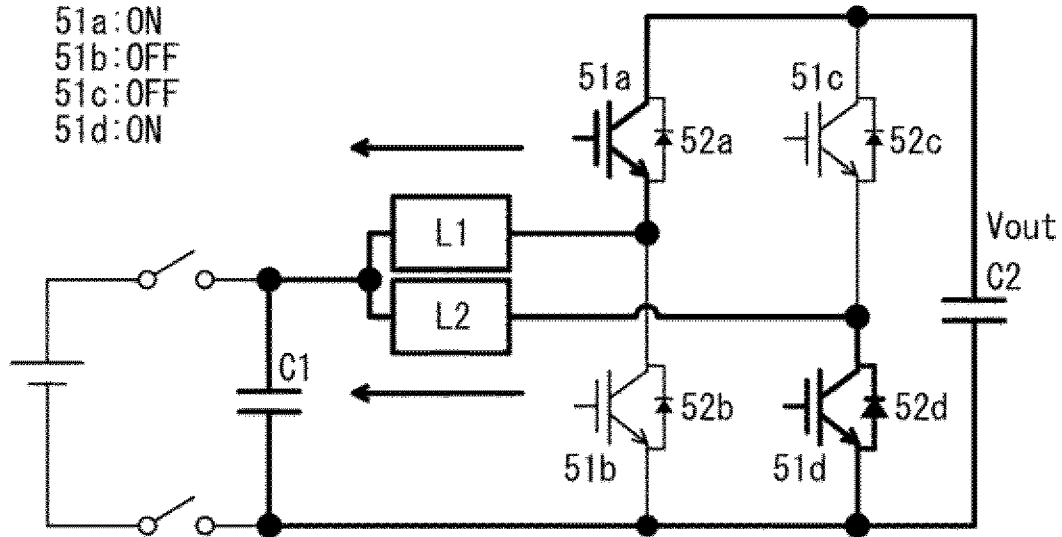
図7



[図8]

図8

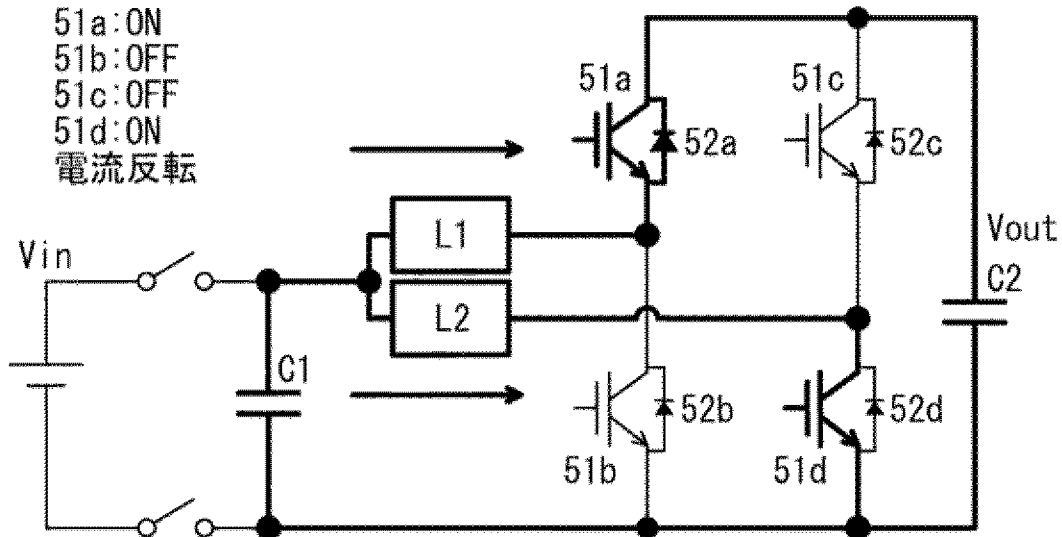
51a:ON
51b:OFF
51c:OFF
51d:ON



[図9]

図9

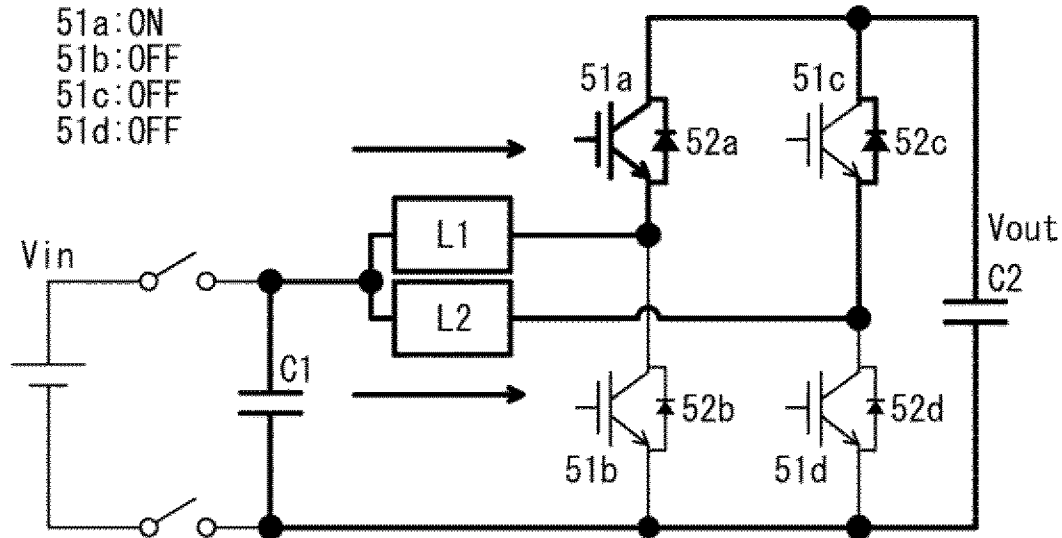
51a:ON
51b:OFF
51c:OFF
51d:ON
電流反転



[図10]

図10

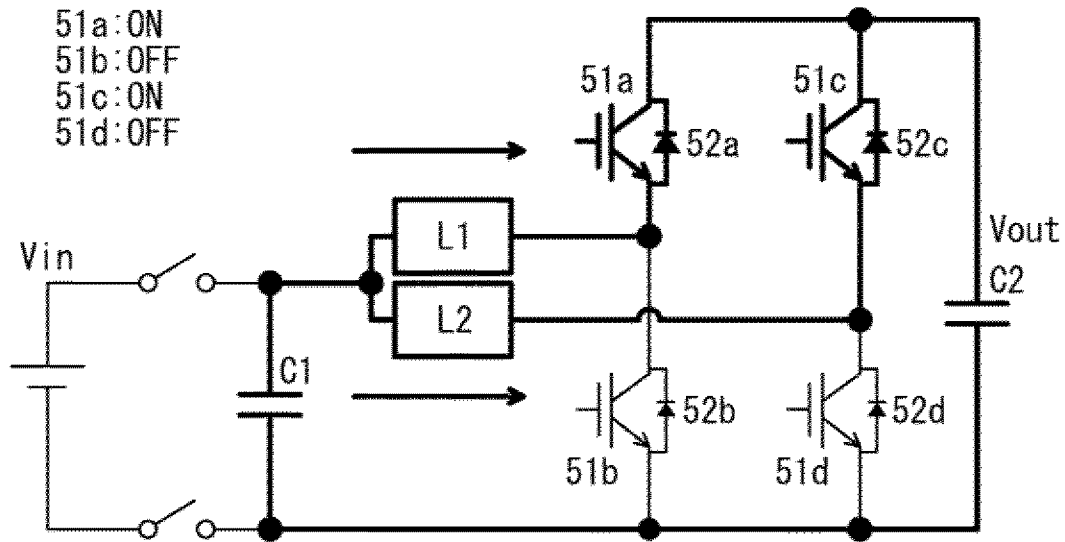
51a:ON
51b:OFF
51c:OFF
51d:OFF



[図11]

図11

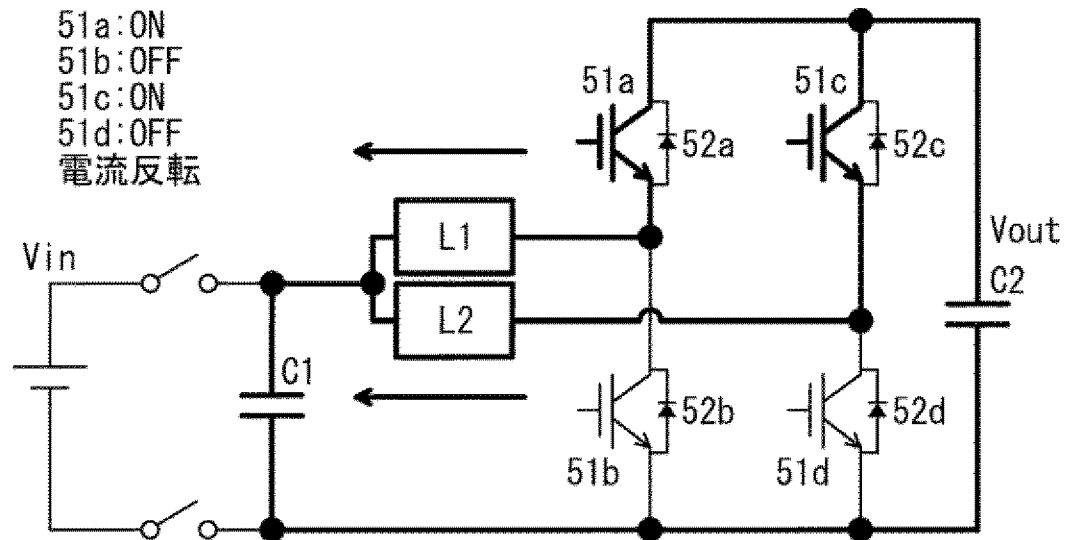
51a:ON
51b:OFF
51c:ON
51d:OFF



[図12]

図12

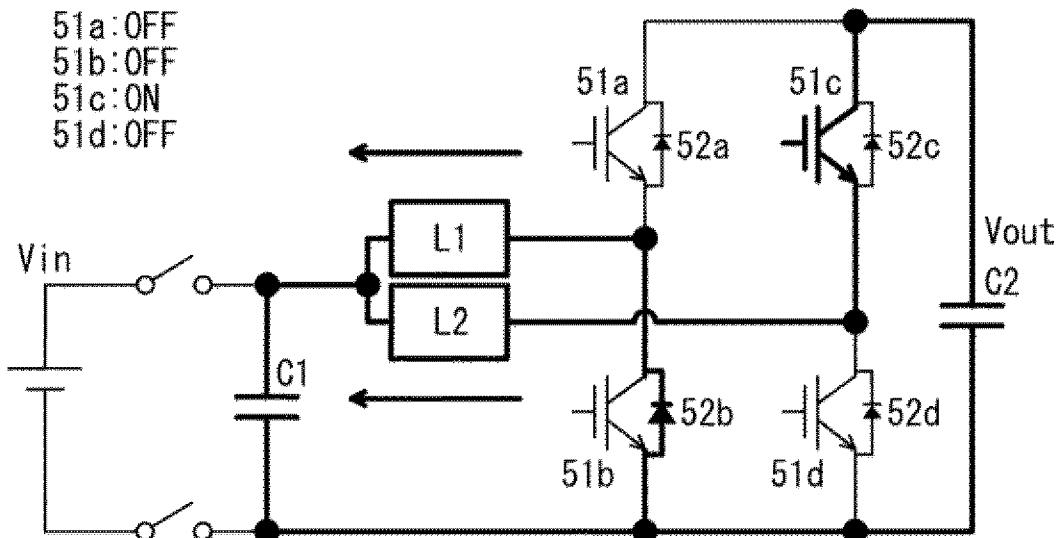
51a:ON
51b:OFF
51c:ON
51d:OFF
電流反転



[図13]

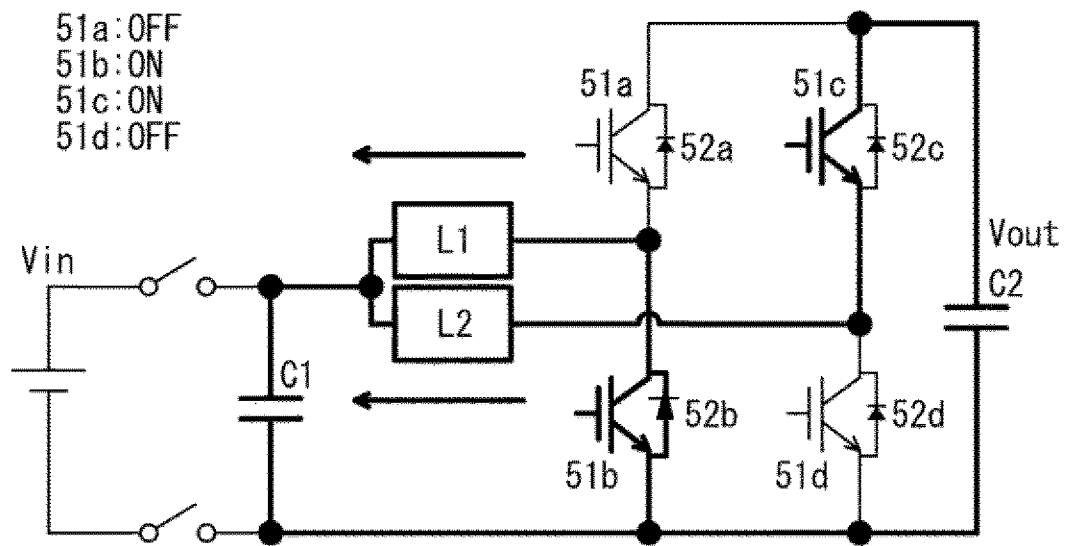
図13

51a:OFF
51b:OFF
51c:ON
51d:OFF



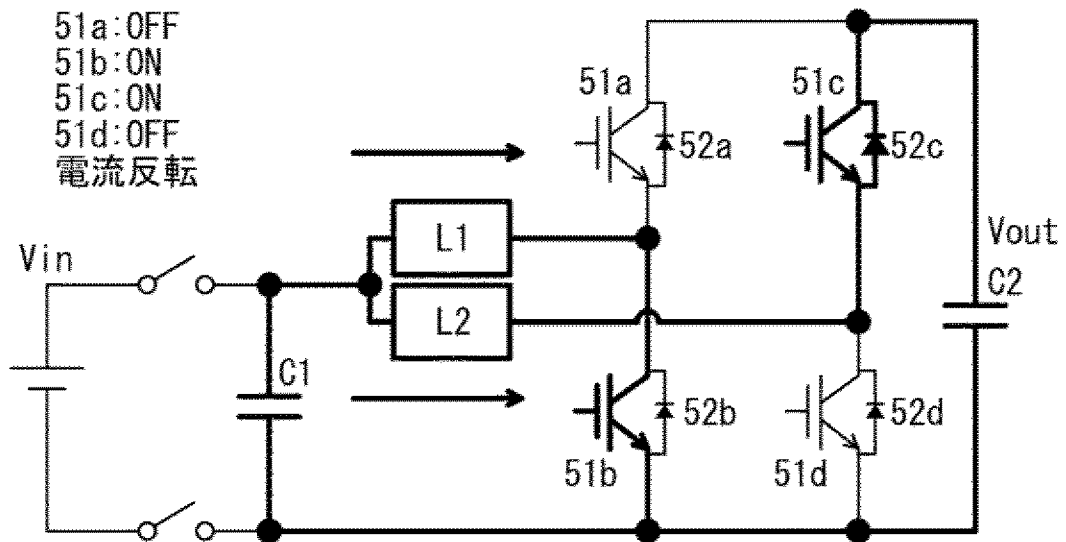
[図14]

図14



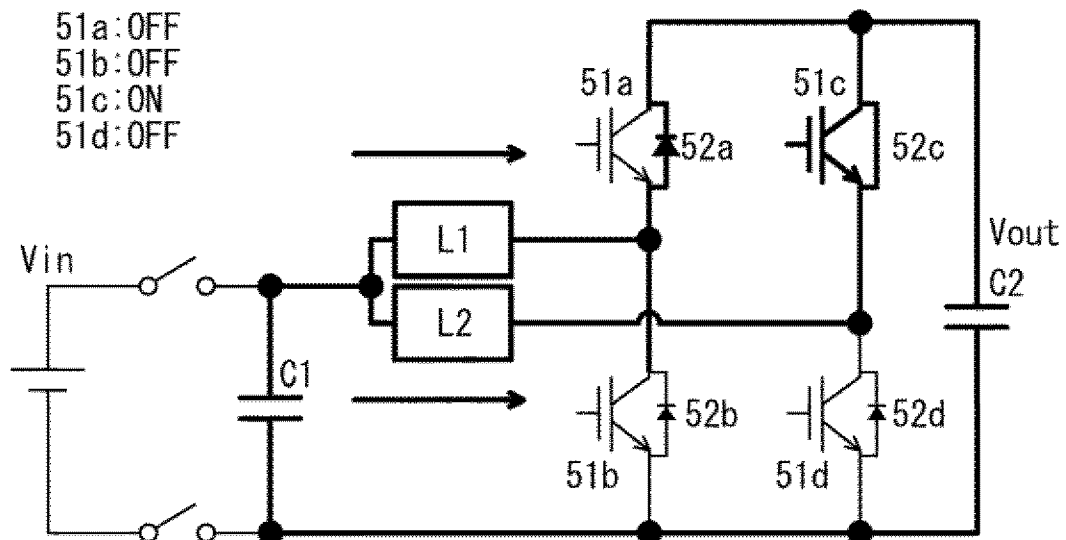
[図15]

図15



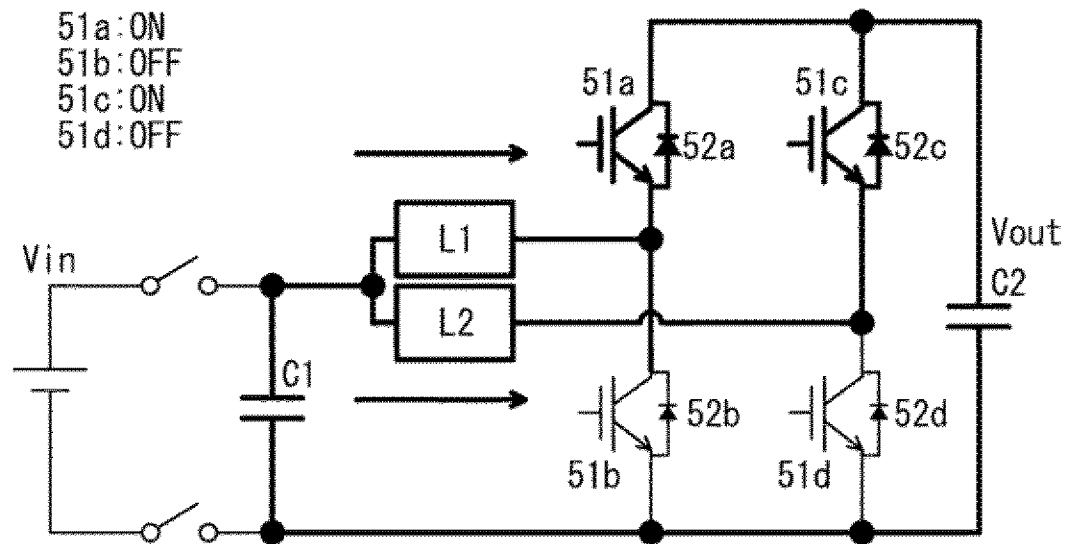
[図16]

図16



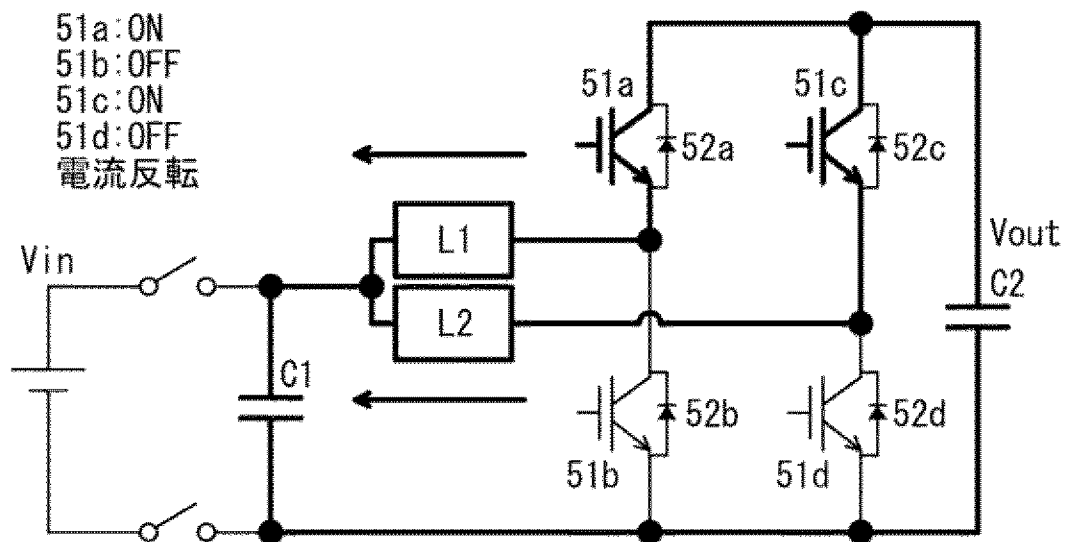
[図17]

図17



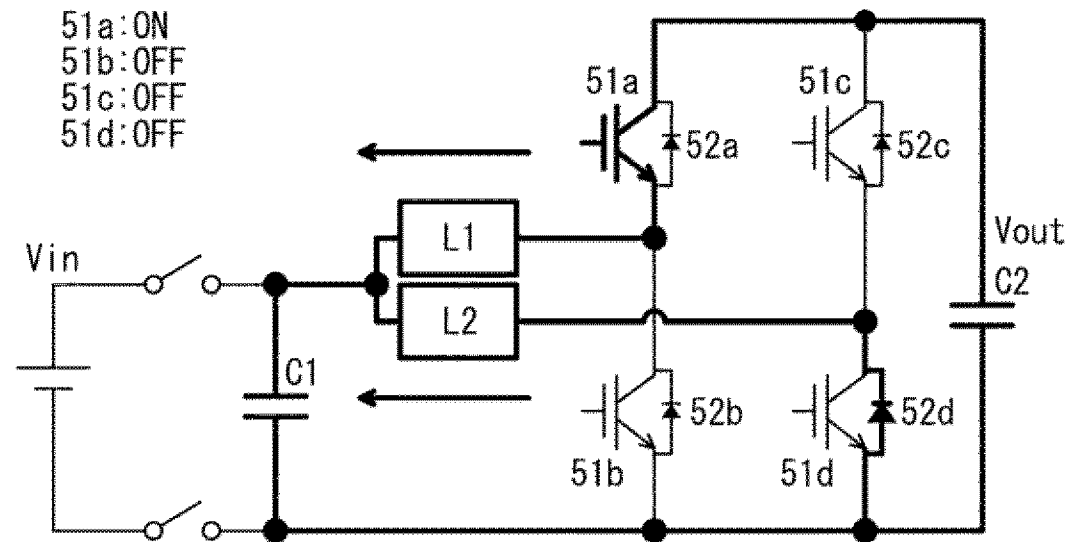
[図18]

図18



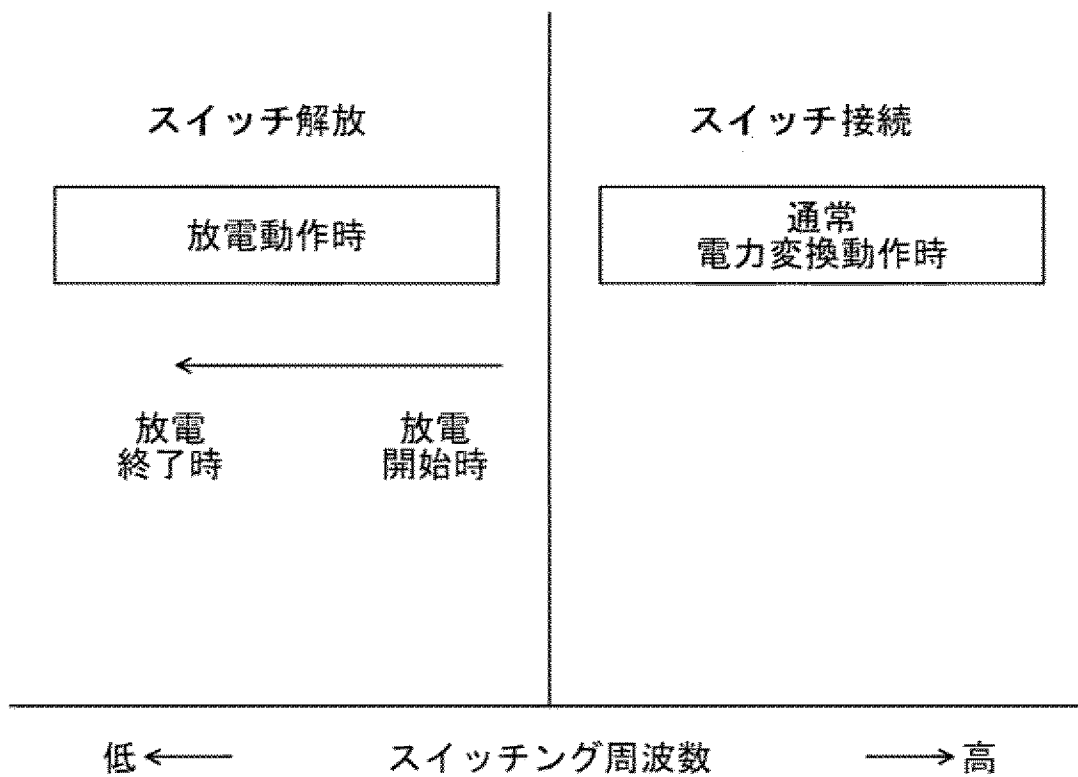
[図19]

図19



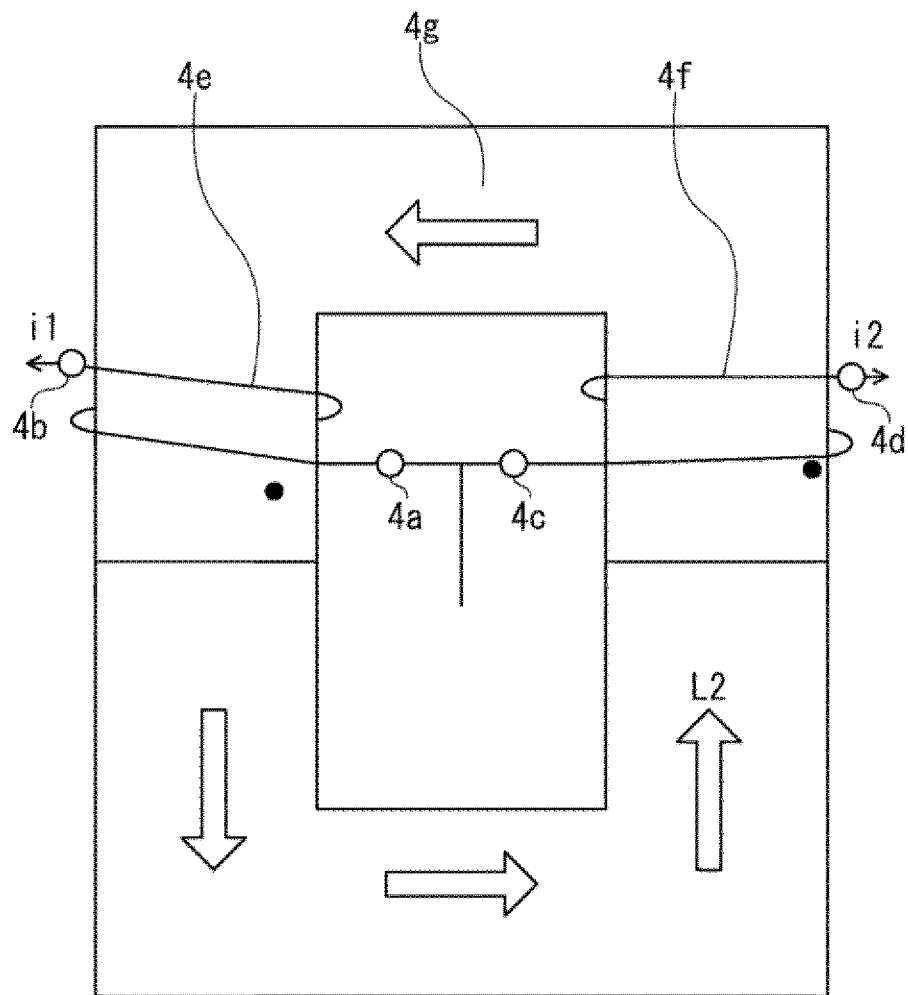
[図20]

図20



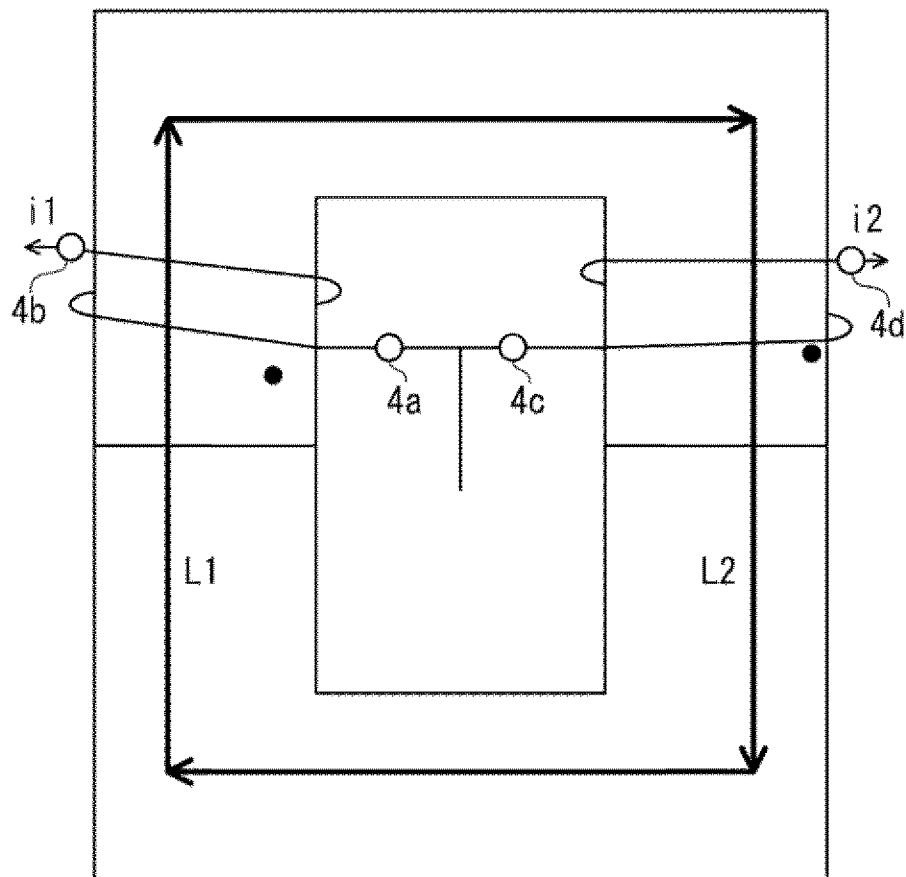
[図21]

図21



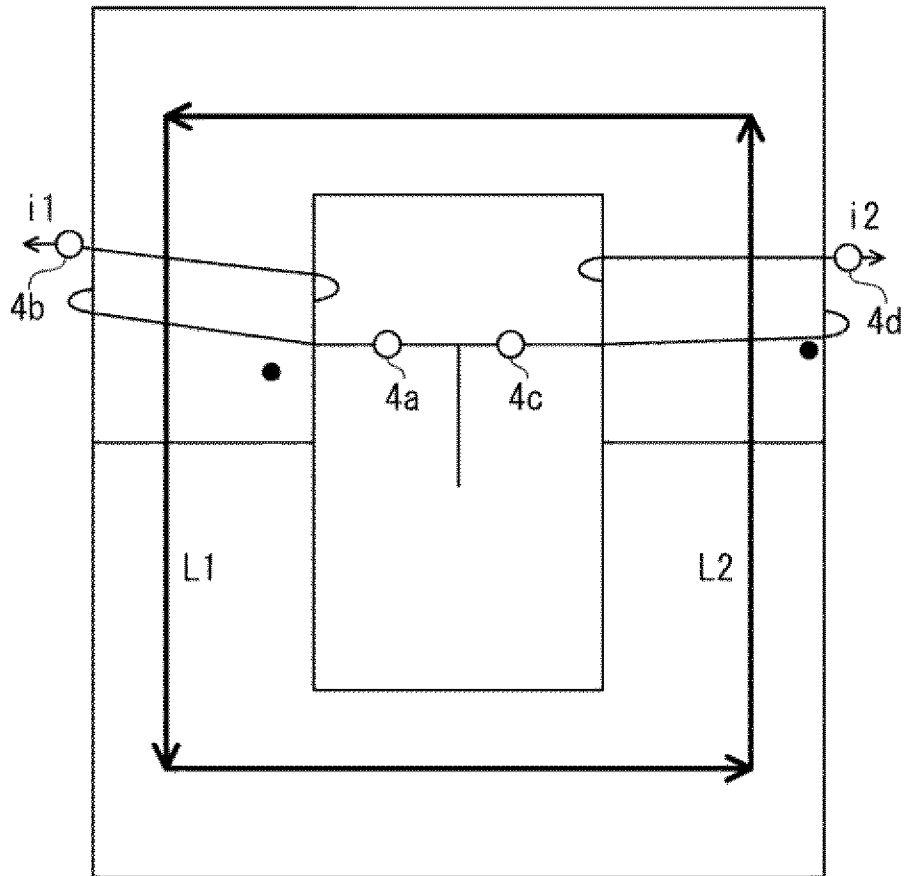
[図22]

図22



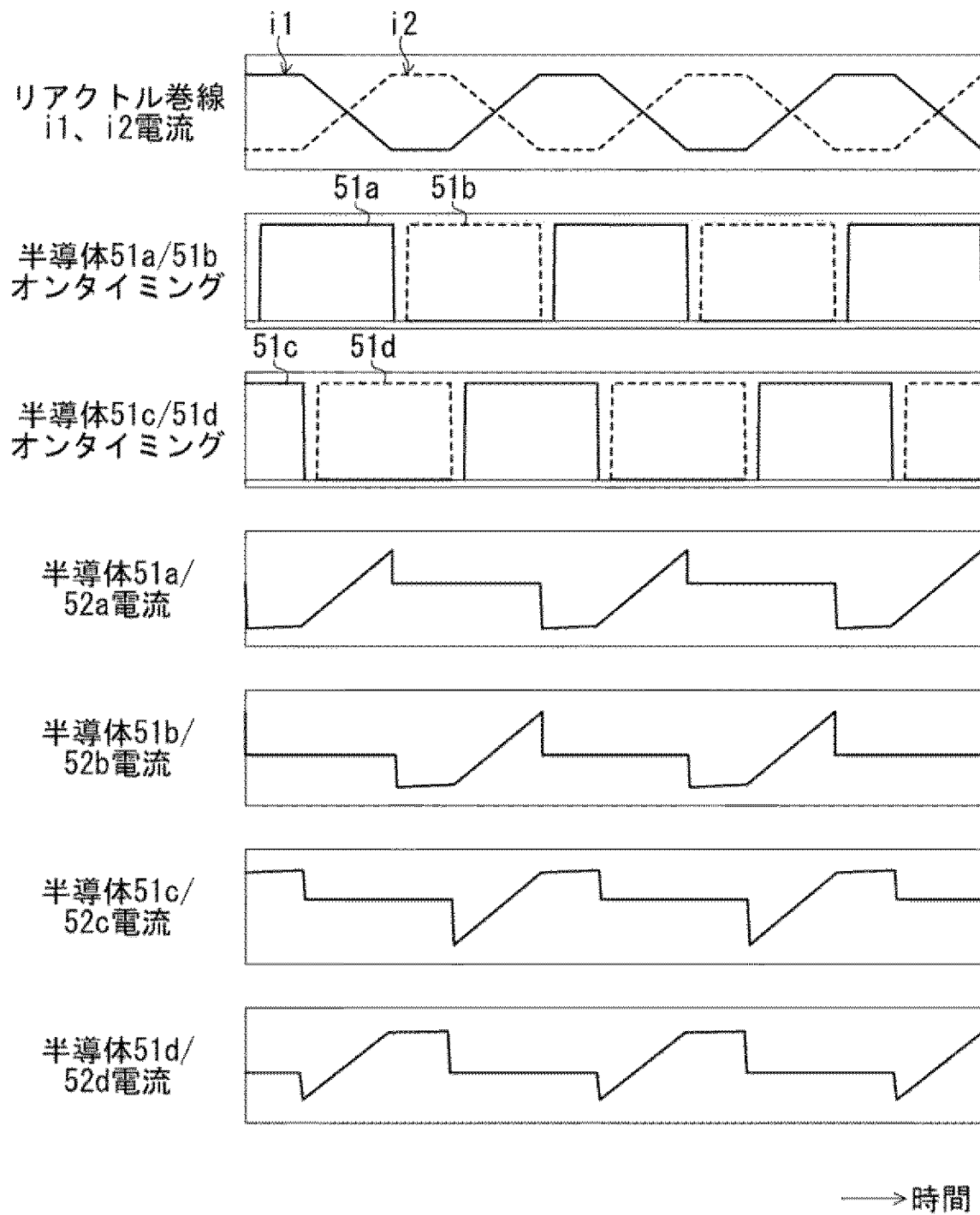
[図23]

図23



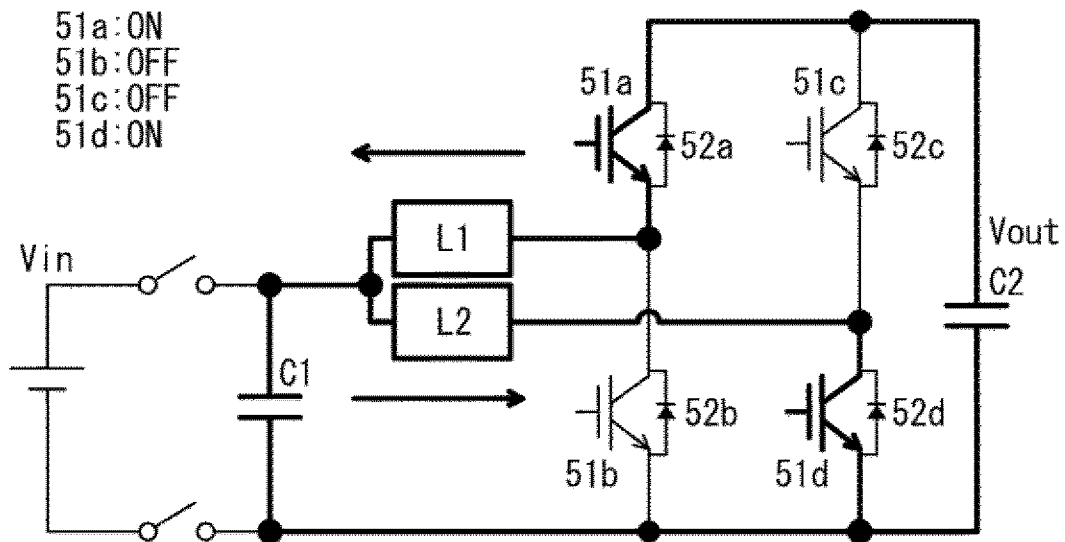
[図24]

図24



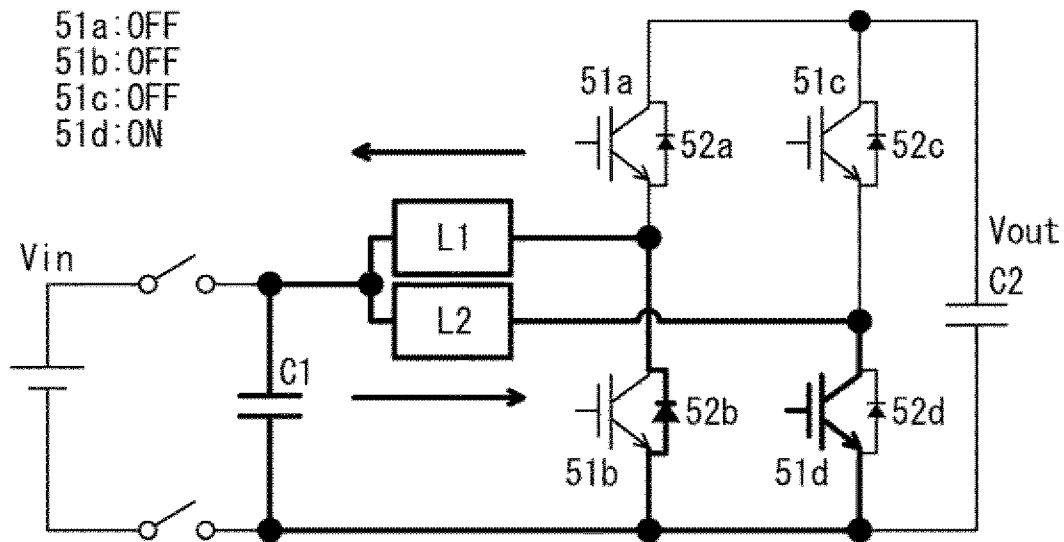
[図25]

図25



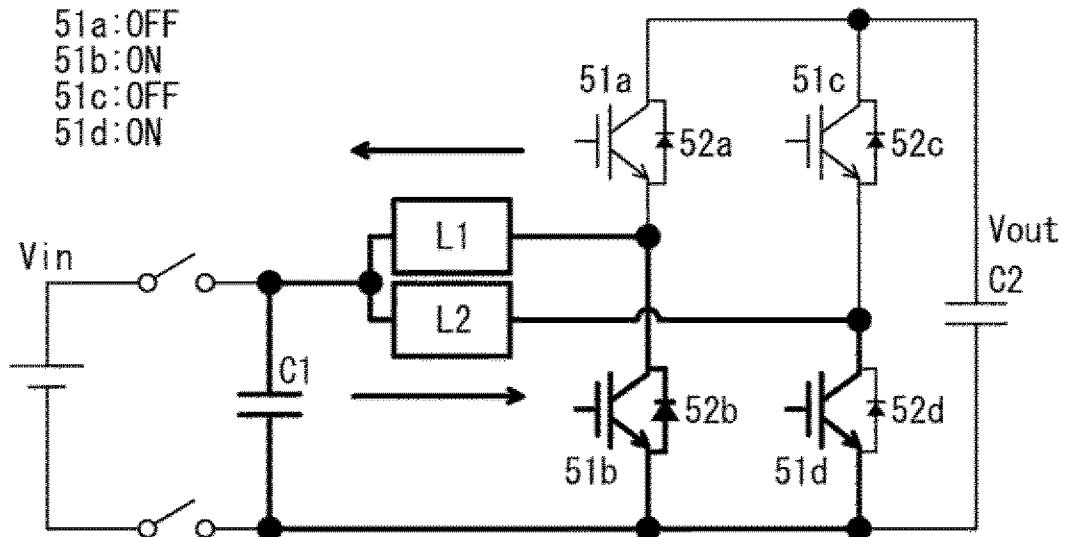
[図26]

図26



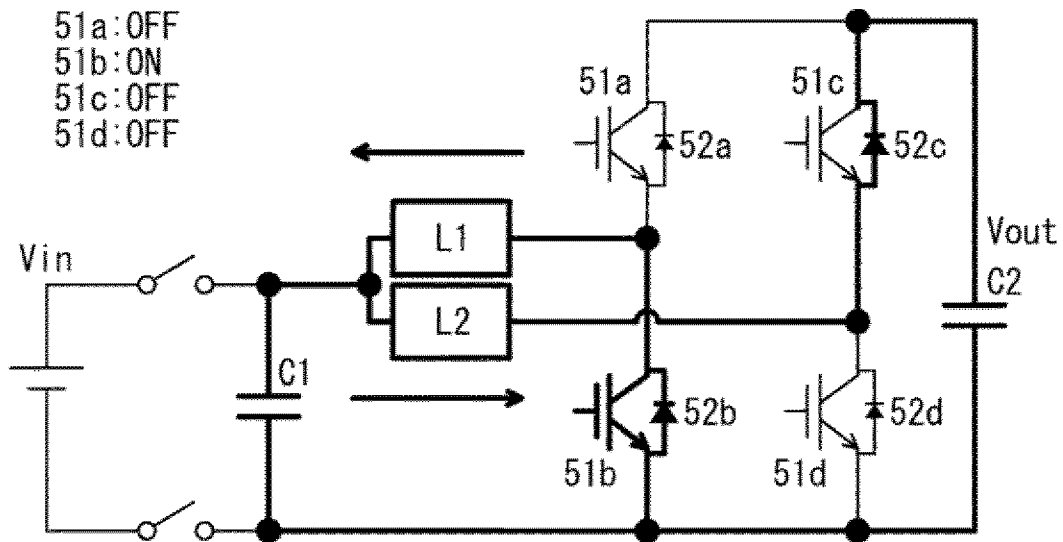
[図27]

図27



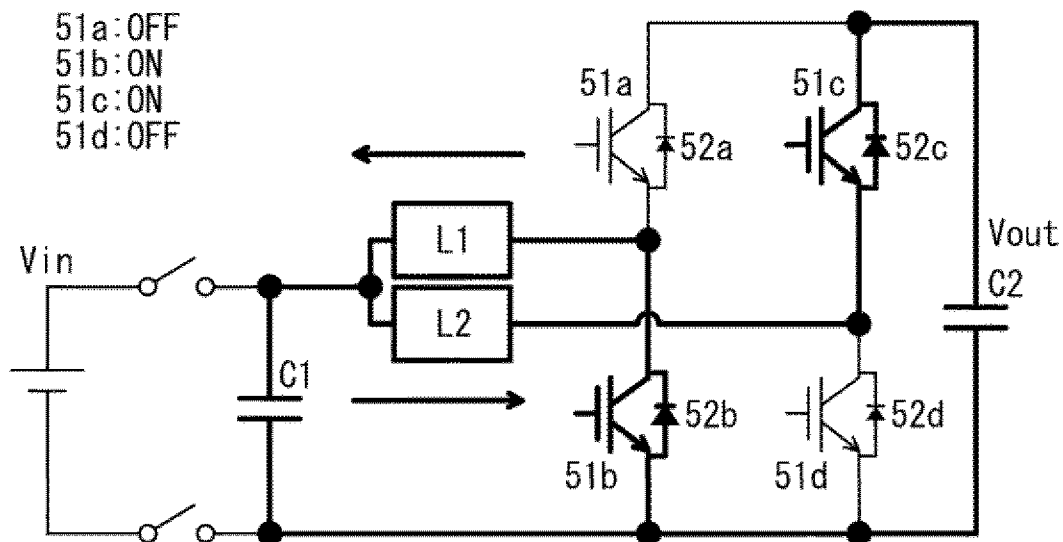
[図28]

図28



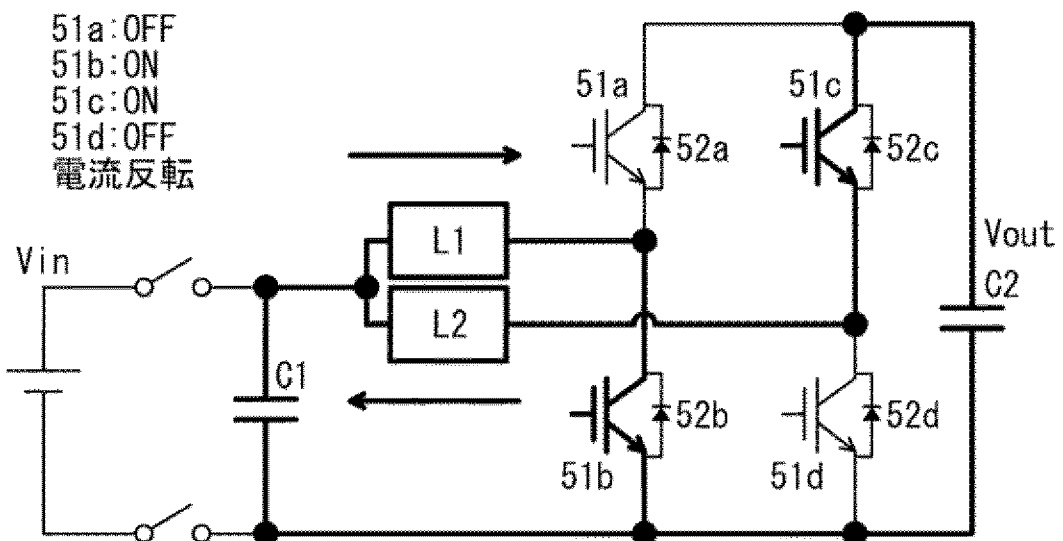
[図29]

図29



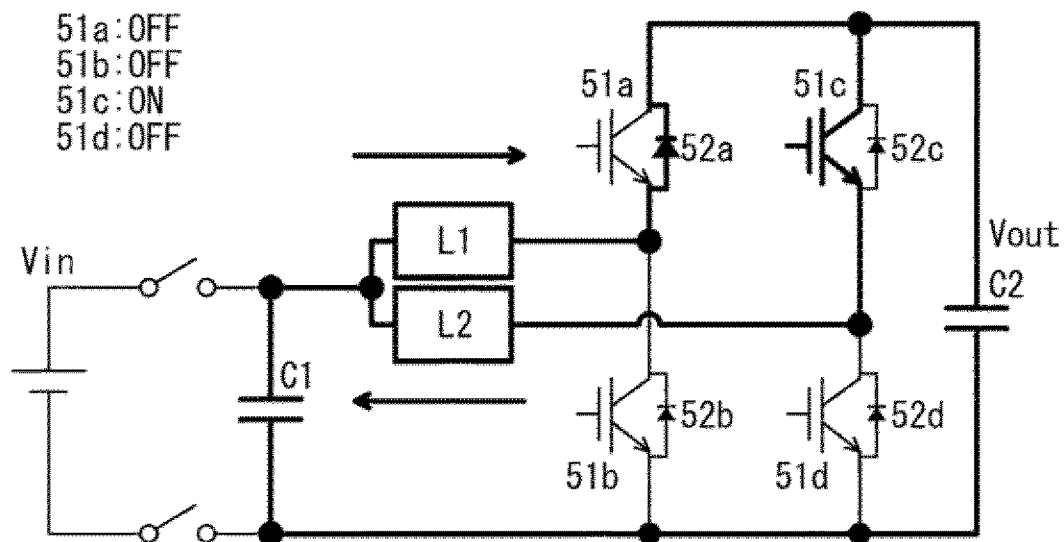
[図30]

図30



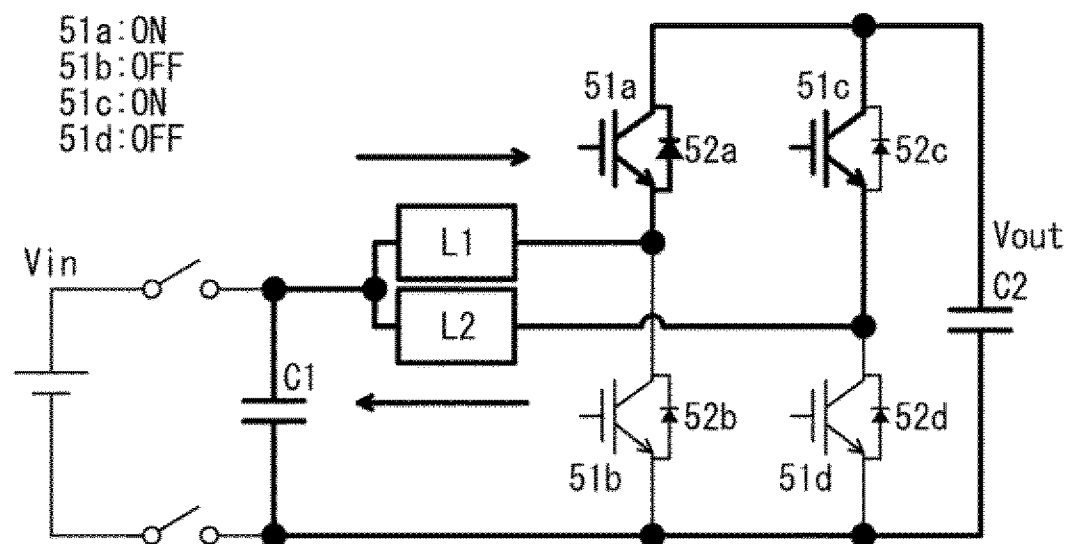
[図31]

図31



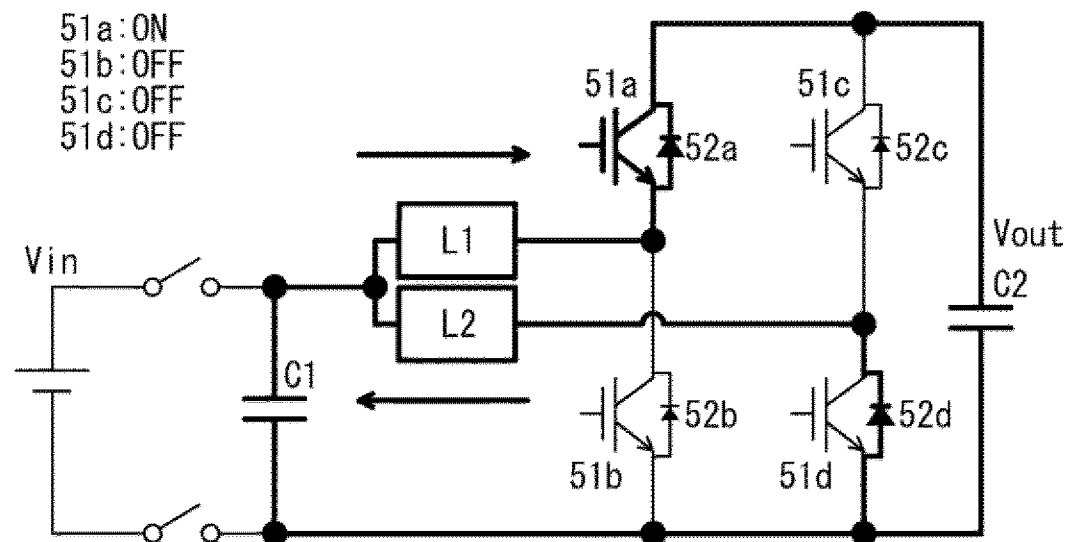
[図32]

図32



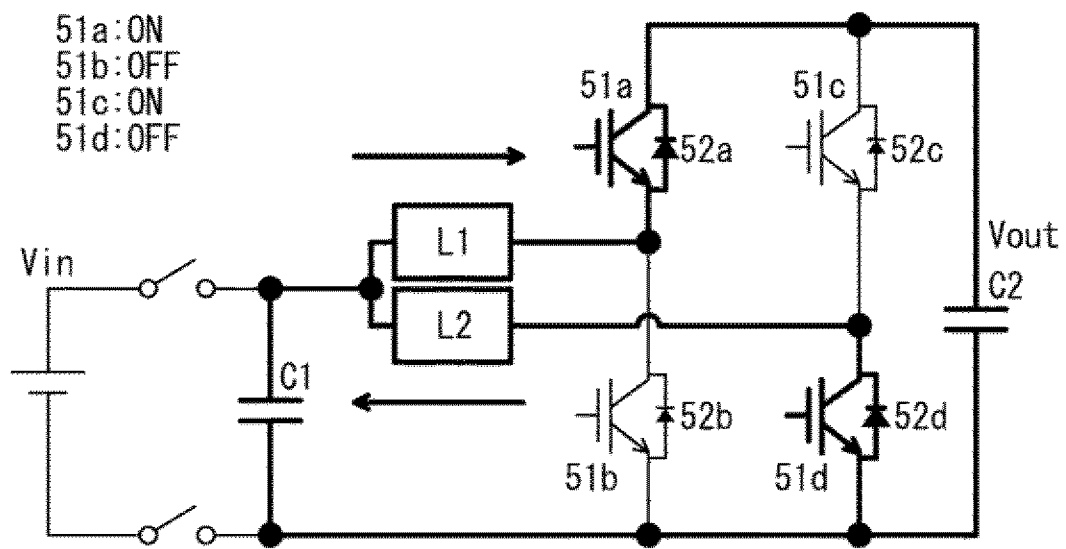
[図33]

図33



[図34]

図34



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/006980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 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)

Int. Cl. H02M3/155

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.
A	JP 2009-273280 A (HITACHI, LTD.) 19 November 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-119289 A (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 27 May 2010, entire text, all drawings & US 2010/0123441 A1, entire text, all drawings & CN 101741245 A	1-10
A	JP 2009-170620 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 30 July 2009, entire text, all drawings & US 2009/0180305 A1, entire text, all drawings & EP 2081287 A1	1-10
A	JP 2017-85696 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 18 May 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-10



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

08.03.2019

Date of mailing of the international search report

19.03.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigasaka, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/006980

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 2010-200542 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 September 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

Subject of Examination

Claim 1 indicates that the control unit releases the switch in accordance with a discharge command, causes the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately, and causes the pair of the legs to operate with staggered switching phases.

In the aforementioned claim, the target of the discharge command is unclear, and the timing at which the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter are caused to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately and the pair of the legs are caused to operate with staggered switching phases is also unclear. Therefore, the scope of the invention of claim 1 also includes, for example, a configuration in which the discharge of the capacitor is performed by a resistor etc., rather than the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter being caused to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately and the pair of the legs being caused to operate with staggered switching phases.

However, the invention supported by the specification in terms of PCT Article 6 is an invention in which the switch is released in accordance with a discharge command of a smoothing capacitor, the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter are caused to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately, and the pair of the legs are caused to operate with staggered switching phases, thereby discharging the smoothing capacitor.

Accordingly, the invention disclosed in terms of PCT Article 5, within the scope of the invention as in claim 1, is an invention in which the switch is released in accordance with a discharge command of a smoothing capacitor, the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter are caused to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately, and the pair of the legs are caused to operate with staggered switching phases, thereby discharging the smoothing capacitor.

Therefore, any invention as in claim 1 with a scope other than the aforementioned invention is considered to lack support in the specification in terms of PCT Article 6. Such invention also does not comply with the requirement regarding clarity defined in PCT Article 6.

Accordingly, a meaningful examination cannot be performed and was not performed for any invention other than a "power conversion device" "where the switch is released in accordance with a discharge command of a smoothing capacitor, the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter are caused to operate in a complementary

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/006980

manner so as to turn ON/OFF alternately, and the pair of the legs are caused to operate with staggered switching phases, thereby discharging the smoothing capacitor."

Furthermore, in regard to claims 3-10 not citing claim 2, meaningful examination cannot be performed and was not performed for any invention other than a "power conversion device" "where the switch is released in accordance with a discharge command of a smoothing capacitor, the semiconductor switching elements constituting the upper and lower arms of the DC/DC converter are caused to operate in a complementary manner so as to turn ON/OFF alternately, and the pair of the legs are caused operate with staggered switching phases, thereby discharging the smoothing capacitor." Complete examination was performed for claim 2, and claims 3-10 citing claim 2.

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. H02M3/155

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
A	JP 2009-273280 A（株式会社日立製作所） 2009.11.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-119289 A（フォード グローバル テクノロジーズ、リミ テッド ライアビリティ カンパニー） 2010.05.27, 全文、全図 & US 2010/0123441 A1, 全文、全図 & CN 101741245 A	1-10

☒ 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	「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

08.03.2019

国際調査報告の発送日

19.03.2019

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）

小林 秀和

5G

1159

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
A	JP 2009-170620 A (本田技研工業株式会社) 2009.07.30, 全文、全図 & US 2009/0180305 A1, 全文、全図 & EP 2081287 A1	1-10
A	JP 2017-85696 A (トヨタ自動車株式会社) 2017.05.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-200542 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.09.09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10

〈調査の対象について〉

請求項1には、上記制御部は、放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させる、と記載されている。

当該請求項の記載では、放電指令の対象が不明瞭であり、DC/DC変換器の上下のアームを構成する半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させるタイミングも不明瞭である。そのため、例えば、DC/DC変換器の上下のアームを構成する半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させることなく、抵抗等によってコンデンサの放電を行うものも請求項1に係る発明の範囲に含まれる。

しかし、PCT第6条の意味において明細書の開示により裏付けられているのは、平滑コンデンサの放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させて当該平滑コンデンサを放電させる発明である。

よって、PCT第5条の意味において開示されているのは、請求項1に係る発明の範囲のうち、平滑コンデンサの放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させて当該平滑コンデンサを放電させる発明である。

したがって、上記発明以外の範囲の請求項1に係る発明は、PCT第6条の意味での明細書の開示による裏付けを欠くものと認められる。そして、PCT第6条に規定される明確性に関する要件も満たしていない。

よって、「平滑コンデンサの放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させて当該平滑コンデンサを放電させる」「電力変換装置」以外については、有意義な調査を行うことができないため、調査を行わなかった。

また、請求項2を引用しない請求項3-10については、「平滑コンデンサの放電指令に応じて上記スイッチを解放し、上記DC/DC変換器の上下のアームを構成する上記半導体スイッチング素子が交互にオン/オフするように相補動作させ、かつ一對の上記レグのスイッチング位相をずらして動作させて当該平滑コンデンサを放電させる」「電力変換装置」以外については、調査を行わなかった。また、請求項2及び請求項2を引用する請求項3-10については、完全な調査を行った。