

(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
2011 年 1 月 13 日(13.01.2011)

PCT

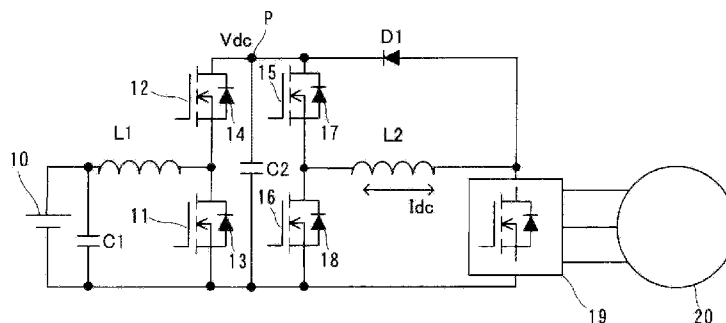
(10) 国際公開番号
WO 2011/004870 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 3/155 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061636
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 8 日(08.07.2010)
- (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 2009-162020 2009 年 7 月 8 日(08.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社明電舎(MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山口 崇(YAMAGUCHI, Takashi). 只野 裕吾(TADANO, Yugo). 掛林 徹(KAKEBAYASHI, Toru).
- (74) 代理人: 橋本 剛, 外(HASHIMOTO, Takeshi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町 1 番 2 9 号 掖済会ビル S H I G A 内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ELECTRICAL POWER CONTROL DEVICE AND ELECTRICAL POWER CALCULATION METHOD IN ELECTRICAL POWER CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電力制御装置および電力制御装置における電力算出方法

[図3]



(57) Abstract: Provided is an electrical power calculation method in an electrical power control device which is capable of obtaining an input/output power value without using a current detector of an input unit and a voltage detector of an output unit. In a motor drive device including a battery (10), switching elements (15, 16), a reactor (L2), and an inverter (19) for driving a PM motor (20), based on a P-point voltage (V_{dc}) on the positive side of a capacitor (C2), a current (I_{dc}) that is flown into the reactor (L2), and a switching duty (d_1) of the switching element (15) which satisfies the condition of $0 \leq d_1 \leq 1$, $V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc}$ is calculated, thereby obtaining an electric power (W). The switching elements (15, 16) are directly connected to the capacitor (C2) in which the voltage (V_{dc}) obtained by increasing a battery voltage is charged and are subjected to chopper control. One terminal of the reactor (L2) is connected to a common connection point of the switching elements (15, 16). The inverter (19) is connected between the other terminal of the reactor (L2) and the negative terminal of the battery (10).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/004870 A1



【課題】入力部の電流検出器、出力部の電圧検出器を用いることなく入／出力電力値を求めることができる電力制御装置における電力算出方法を提供する。【解決手段】バッテリー10と、バッテリー電圧を昇圧した電圧 V_{dc} が充電されるコンデンサC2に直列接続され、チョッパ制御がなされるスイッチング素子15、16と、該スイッチング素子15、16の共通接続点に一端が接続されたリアクトルL2と、リアクトルL2の他端と前記バッテリー10の負極端間に接続されたPMモータ20駆動用のインバータ19とを有したモータ駆動装置において、コンデンサC2の正側のP点電圧 V_{dc} と、リアクトルL2に流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記スイッチング素子15のスイッチングデューティ d_1 とに基づいて、 $V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求める。

明 細 書

発明の名称：

電力制御装置および電力制御装置における電力算出方法

技術分野

[0001] 本発明は、チョッパ回路を有し、例えばモータ制御を行うパワエレクトロニクス製品一般において、駆動時および回生時における入／出力電力の演算手法に関する。

背景技術

[0002] 従来、チョッパ回路を用いて、直流電源の電力を負荷に供給し、負荷の電力を直流電源へ回生する装置として、例えば非特許文献 1、特許文献 1、2 に記載のモータ駆動装置が提案されている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献 1：「ターボチャージャ用 220000 r/min-2 kW PM モータ駆動システム」、電気学会論文誌 D Vol. 125 (2005)、No. 9、pp. 854-861

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 3278188 号公報

特許文献 2：特開 2008-295280 号公報

図 3 は直流電源、チョッパ回路およびインバータを備えた従来のモータ駆動装置の一例を示している。

[0005] 図 3 において、10 はバッテリーであり、C1 はバッテリー 10 に並列接続されたコンデンサである。11 はバッテリー 10 に対してリアクトル L1 を介して並列に接続されたスイッチング素子、12 はスイッチング素子 11 に直列に接続されたスイッチング素子である。

[0006] スwitchング素子 11 には還流ダイオード 13 が逆並列接続され、スイッチング素子 12 には還流ダイオード 14 が逆並列接続されている。スイッチ

ング素子 11, 12 の直列体にはコンデンサ C2 が並列に接続されている。コンデンサ C2 には、スイッチング素子 15 およびスイッチング素子 16 を直列接続した直列体が並列に接続されている。スイッチング素子 15 には還流ダイオード 17 が逆並列接続され、スイッチング素子 16 には還流ダイオード 18 が逆並列接続されている。

[0007] スwitchング素子 15、16 の共通接続点にはリアクトル L2 の一端が接続され、リアクトル L2 の他端とバッテリー 10 の負極端との間には三相ブリッジ構成のインバータ 19 が接続され、該インバータ 19 の三相出力は PM モータ 20 に供給される。

[0008] インバータ 19 およびリアクトル L2 の共通接続点はダイオード D1 のアノード、カソードを介して、前記スイッチング素子 12 およびコンデンサ C2 の共通接続点である P 点に接続されている。

[0009] インバータ 19 は 120 度通流形の電流形インバータであり、三相ブリッジ接続されたスイッチング素子とそれらに各々逆並列接続された還流用のダイオードとで構成されている。

[0010] 尚、インバータ 19 のゲートドライブ回路や、前記 P 点の電圧 V_{dc} 、リアクトル L2 に流れる電流 I_{dc} を各々検出する検出器は図示省略している。

[0011] 上記のように構成された装置の動作を説明する。まず、駆動時には、スイッチング素子 11 をオンすることにより、コンデンサ C1 により平滑化されたバッテリー 10 からの直流電圧によってリアクトル L1 に電流を流し、リアクトル L1 にエネルギーを蓄える。その後にスイッチング素子 11 をオフすると、リアクトル L1 に蓄えられたエネルギーが、環流ダイオード 14 を介してコンデンサ C2 に充電され、昇圧される。

[0012] これによってコンデンサ C2 側の電圧が高くても充電は可能である。従って、リアクトル L1、スイッチング素子 11、ダイオード 14 及びコンデンサ C2 により第 1 の昇圧チョッパ回路を構成している。そして、コンデンサ C2 の電圧 V_{dc} が一定になるようにスイッチング素子 11 をオンオフする

が、このコンデンサC2の電圧制御（AVR）の目標値を可変とすることにより損失低減が可能となる。

[0013] 又、スイッチング素子15をオンしてリアクトルL2に電流を流し、リアクトルL2にエネルギーを蓄える。この場合は、コンデンサC2側の電圧V_{dc}がリアクトルL2側の電圧よりも高くないと駆動できない。次に、スイッチング素子15をオフ、スイッチング素子16をオンすると、リアクトルL2に蓄えられたエネルギーによりスイッチング素子16及びインバータ19の導通している何れか二つのスイッチング素子を介してリアクトルL2に一定電流が流れる。この電流を図示省略の電流検出器により検出し、あるいはPMモータ20の回転速度を検出または回転速度をゲート信号に基づく波形から推定し、この電流又は回転速度が目標値になるようにスイッチング素子15、16をオンオフ制御し、電流制御（ACR）又は速度制御（ASR）する。又、スイッチング素子15、16のオンオフ制御により、バッテリー電圧より低い電圧でのモータ20の回転が可能となる。

[0014] 次に、回生時の動作について説明する。回生時には、PMモータ20は回転数に比例した誘起電圧を発生する。インバータ19においては、モータ誘起電圧がリアクトルL2側の電圧より高くなったとき、図示省略の環流ダイオードの何れかを通してリアクトルL2側へ電流が流れる。スイッチング素子16をオンすると、リアクトルL2に電流が流れ、リアクトルL2にエネルギーが蓄えられる。次に、スイッチング素子16をオフすると、リアクトルL2のエネルギーによって、まず最初にダイオード17を介して電流が流れ、次にデッドタイム時間の経過後にスイッチング素子15をオンし、該スイッチング素子15を介して電流を流すことによりコンデンサC2に充電され、昇圧される。

[0015] PMモータ20の誘起電圧が低くてもコンデンサC2への充電は可能である。従って、スイッチング素子15、16、リアクトルL2及びコンデンサC2により第2の昇圧チョッパ回路が構成される。この第2の昇圧チョッパ部においては、電流が一定となるように電流制御（ACR）、PMモータ20

0の速度制御（ASR）、又は電力が一定となるように電力制御（APR）が行われる。この時、第2の昇圧チョッパ回路からの回生電力により、コンデンサC2の電圧が上昇した分だけバッテリー10へ電力が回生される。

[0016] そしてこのバッテリー10へ電力が回生される時は、スイッチング素子12をオンしてリアクトルL1に電流を流し、リアクトルL1にエネルギーを蓄え、スイッチング素子12をオフすると、リアクトルL1のエネルギーにより環流ダイオード13を介してリアクトルL1に電流が流れる。

[0017] 尚、インバータ19のゲート遮断時に、インバータ19の正側電圧はダイオードD1を介してコンデンサC2の図示P点にバイパスされるため、インバータ19の電圧上昇を抑制することができ、インバータ19を構成する各スイッチング素子の損傷を防止することができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 図3の装置において、前述したようにP点の電圧 V_{dc} の電圧制御およびリアクトルL2に流れる電流 I_{dc} の電流制御を行っているので、該電圧 V_{dc} および電流 I_{dc} は既知である。

[0019] しかし、直流電力の入力部のP点（電圧 V_{dc} が生じる部位）に流れる電流値は不明であり、直流電力の出力部の、リアクトルL2（ I_{dc} 部）およびインバータ19の共通接続点とバッテリー10の負極端との間の電圧値は不明であるため、入／出力電力値を求めることはできない。

[0020] このため、出力電力制御または回生電力制御を行う場合、精度の良い制御を行うためには前記 V_{dc} 部に電流検出装置、もしくは前記 I_{dc} 部に電圧検出装置を設置し電力値を測定する必要があった。

[0021] 本発明は上記課題を解決するものであり、その目的は、入力部の電流検出器、出力部の電圧検出器を用いることなく入／出力電力を求めめることができる電力制御装置および電力制御装置における電力算出方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、前記チョッパ回路を制御して、直流電源の直流電力を負荷に供給し、負荷の直流電力を直流電源へ回生する電力制御装置において、前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 と、 $0 \leq d_2 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第2のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_2 と、 $0 \leq DT \leq 1$ なる条件を満たす前記第1および第2のスイッチング素子間のデッドタイム DT は、通常の電圧制御、電流制御を行う上では既知である。この時、 $1 = d_1 + d_2 + DT$ である。

[0023] そこで本発明は、これら既知の V_{dc} 、 I_{dc} 、 d_1 、 d_2 および DT を利用して次のようにして電力 W を求める。

[0024] すなわち、

(1) 負荷の駆動のみを行い、且つ前記 d_1 が既知の場合、

$$W = V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc} \cdots (1)$$

を演算して電力 W を求める。

(2) 負荷からの電力回生のみを行い、且つ前記 d_2 が既知の場合、

$$W = V_{dc} \cdot (1 - d_2) \cdot I_{dc} \cdots (2)$$

を演算して電力 W を求める。

(3) 負荷の駆動を行い、且つ前記 d_2 が既知の場合、

$$W = V_{dc} \cdot (1 - d_2 - DT) \cdot I_{dc} \cdots (3)$$

を演算して電力 W を求める。

(4) 負荷からの電力を回生し、且つ前記 d_1 が既知の場合、

$$W = V_{dc} \cdot (d_1 + DT) \cdot I_{dc} \cdots (4)$$

を演算して電力 W を求める。

(5) 負荷の駆動と回生を行い、且つ前記 d_1 , d_2 が既知の場合、
前記式(1)～式(4)のいずれかを演算して電力 W を求める。

(6) さらに、前記チョッパ回路による内部損失を算出し、該内部損失に基づくチョッパ回路の入力と出力の電力比率 n と、前記式(1)～式(4)のいずれかにより求めた電力 W から、

$$W' = n \cdot W \cdots (5)$$

を演算して、機器効率を考慮した電力 W' を求める。

[0025] 上記構成によれば、前記直流電源（前記電圧 V_{dc} が生じる部位）に流れる電流を検出する電流検出器、およびリアクトルの他端に生じる電圧（前記電流 I_{dc} が生じる部位の電圧）を検出する電圧検出器を設置せずに電力値を算出することができる。

発明の効果

[0026] (1) 請求項1～8に記載の発明によれば、直流電源に流れる電流を検出する電流検出器、およびリアクトルの他端に生じる電圧を検出する電圧検出器を設置せずに電力値を算出することができる。

(2) また、前記算出した電力値を用いることによって、前記電流検出器、電圧検出器を設けることなく力行／回生電力制御を精度良く行うことができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1] 本発明が適用される電力制御装置の構成図。

[図2] 本発明の実施例7～9を示す要部回路図。

[図3] 本発明が適用されるモータ駆動装置の一例を示す回路図。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明するが、本発明は下記の実施形態例に限定されるものではない。図1は本発明が適用される電力制御装置の構成を示し、1は、例えば図3における電圧 V_{dc} が生じるP点からバッテリー10側の回路（バッテリー10、コンデンサ C_1 , C_2 、リアク

トル L 1、スイッチング素子 1 1、1 2 および還流ダイオード 1 3、1 4) で構成される直流電源である。

[0029] この直流電源 1 は、前記図 3 の回路に限定されず、サイリスタ整流ブリッジ回路や V_{dc} の電圧値を持つバッテリーなどの直流電源であれば良い。

[0030] 2 は、例えば図 3 における、スイッチング素子 1 5、1 6、還流ダイオード 1 7、1 8 およびリアクトル L 2 を備えたチョッパ回路である。

[0031] 3 は、例えば図 3 の P 点電圧 V_{dc} と、前記リアクトル L 2 に流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路 2 の第 1 のスイッチング素子 (図 3 のスイッチング素子 1 5) のスイッチングデューティ d_1 と、 $0 \leq d_2 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路 2 の第 2 のスイッチング素子 (図 3 のスイッチング素子 1 6) のスイッチングデューティ d_2 と、 $0 \leq DT \leq 1$ なる条件を満たす前記第 1 および第 2 のスイッチング素子間のデッドタイム DT とに基づいて、前記式 (1) ~ 式 (4) を演算して電力 W を求める機能を備えた制御部である。

[0032] また制御部 3 は、チョッパ回路 2 による内部損失を算出し、該内部損失に基づくチョッパ回路の入力と出力の電力比率 η と前記電力 W から、前記式 (5) を演算して機器効率を考慮した電力 W' を求める機能を備えている。

[0033] さらに制御部 3 は、チョッパ回路 2 を制御して直流電源 1 の直流電力を直流負荷 4 に供給し、直流負荷 4 の直流電力を直流電源 1 へ回生する制御を行う機能を備えている。

[0034] 直流負荷 4 は、直流電力を交流に変換する例えば図 3 のインバータ 1 9 および該インバータ 1 9 の交流側に接続された PM モータ 2 0 とを備えて構成されている。

[0035] 尚、前記電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} 、スイッチングデューティ d_1 、 d_2 およびデッドタイム DT は、通常の電圧制御、電流制御を行う上では既知 ($1 = d_1 + d_2 + DT$) であり、これらを検出する手段は図 1 においては図示省略している。

[0036] 次に、本発明を図 3 のモータ駆動装置に適用した具体的な実施例を説明す

る。尚、以下の実施例において、PMモータ20の駆動時およびPMモータ20の電力を回生する時のスイッチング素子11, 12, 15, 16の動作は、基本的には前述したとおりである。

実施例 1

[0037] 本実施例1は、図3の回路においてPMモータ20の駆動のみを行い、且つスイッチング素子15のスイッチングデューティ d_1 （スイッチング素子のオン時をA、オンオフの1周期をBとすると $duty = A/B$ で表される）が既知である場合に適用したものである。

[0038] このとき、回生動作時にオン、オフ制御していたスイッチング素子16、12は不要であるので、これらを前記ダイオード18、14のみに各々置き換えてもよい。

[0039] 図3のP点（電圧 V_{dc} が生じる部位）に流れる電流値は $d_1 \cdot I_{dc}$ であり、図1の制御部3は、電力値 W を以下の式（1）を演算して求める。

[0040] $W = V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc} \cdots (1)$

実施例 2

[0041] 本実施例2は、図3の回路においてPMモータ20の電力の回生のみを行い、且つスイッチング素子16のスイッチングデューティ d_2 が既知である場合に適用したものである。

[0042] このとき、駆動動作時にオン、オフ制御していたスイッチング素子15、11は不要であるので、これらを前記ダイオード17、13のみに各々置き換えてもよい。

[0043] 電力回生時、P点（電圧 V_{dc} が生じる部位）には、スイッチング素子16のオフ時にスイッチング素子15又はダイオード17を介して回生電流が流れるので、その電流値は、スイッチング素子16のオフ時間である $(1 - d_2)$ と I_{dc} の積となる。

[0044] したがって図1の制御部3は、電力値 W を以下の式（2）を演算して求める。

[0045] $W = V_{dc} \cdot (1 - d_2) \cdot I_{dc} \cdots (2)$

実施例 3

[0046] 本実施例 3 は、図 3 の回路において PM モータ 20 の駆動を行い、且つスイッチング素子 16 のスイッチングデューティ d_2 が既知である場合に適用したものである。

[0047] 駆動時はスイッチング素子 15 のオン時に P 点から電流が流れるが、このスイッチング素子 15 のオン時間は、スイッチング素子 16 のオフ時間 $(1 - d_2)$ とデッドタイム DT から $(1 - d_2 - DT)$ で表される。このため前記 P 点に流れる電流値は $(1 - d_2 - DT) \cdot I_{dc}$ となる。したがって図 1 の制御部 3 は、電力値 W を以下の式 (3) を演算して求める。

[0048]
$$W = V_{dc} \cdot (1 - d_2 - DT) \cdot I_{dc} \cdots (3)$$

実施例 4

[0049] 本実施例 4 は、図 3 の回路において PM モータ 20 の電力の回生を行い、且つスイッチング素子 15 のスイッチングデューティ d_1 が既知である場合に適用したものである。

[0050] 電力回生時、P 点には、スイッチング素子 16 のオフ時にオンされるスイッチング素子 15 を介して回生電流が流れるが、そのスイッチング素子 16 のオフ時間は、スイッチング素子 15 のスイッチングデューティ d_1 とデッドタイム DT の和 $(d_1 + DT)$ で表される。このため前記 P 点に流れる回生電流値は、スイッチング素子 16 のオフ時間である $(d_1 + DT)$ と I_{dc} の積となる。

[0051] したがって図 1 の制御部 3 は、電力値 W を以下の式 (4) を演算して求める。

[0052]
$$W = V_{dc} \cdot (d_1 + DT) \cdot I_{dc} \cdots (4)$$

実施例 5

[0053] 本実施例 5 は、図 3 の回路において PM モータ 20 の駆動および電力の回生を行い、且つスイッチング素子 15 のスイッチングデューティ d_1 およびスイッチング素子 16 のスイッチングデューティ d_2 が既知である場合に適用したものである。

[0054] 図1の制御部3は、電力値 W を前記実施例1～4の式(1)～式(4)のいずれかを演算して求める。

実施例 6

[0055] 前記実施例1～5で求められる電力は図3のP点（電圧 V_{dc} が生じる部位）の電力値であるため、実際の機器においてチョッパ回路の入出力部の電力値とは内部損失からずれが生じる。そこでこの内部損失を算出し、図3のP点に対する入出力部電力の比率が n として既知でるとすると、実施例1～5で求められる電力 W に対し、以下の式(5)を演算することで正確な入出力部の電力 W' が求められる。

[0056] $W' = n \cdot W \cdots (5)$

尚この比率 n としては、機器の効率 η を用いることができる。

実施例 7

[0057] 本実施例7では、あらかじめ電流制御（ACR）を行っている前記図3のスイッチング素子15、16に、実施例1～6で算出した電力値 W （ W' ）をもとに図2に示す制御ループをもつ電力制御（APR）を行う。これにより、電流／電圧検出機器を増設することなく力行／回生電力制御を行うことができる。

[0058] 図2は図3の要部を引用しており、図3と同一部分は同一符号をもって示している。図2において、30は、電力指令値 W^{cmd} と前記実施例1～6で算出した電力値 W （ W' ）とに基づいて電力制御（APR）を行う電力制御部である。

[0059] 40は、電流指令値 I_{dc}^{cmd} と電流検出値 I_{dc} とに基づいて電流制御（ACR）を行う電流制御部である。

実施例 8

[0060] 実施例7において、実施例3と同様の状況（図3において駆動を行い、且つスイッチング素子16のスイッチングデューティ d_2 のみが既知である）の場合、制御対象の電力値 W を、

$$W = V_{dc} \cdot (1 - d_2) \cdot I_{dc} \cdots (6)$$

とし、式（３）のデッドタイム D_T を無視する。このときデッドタイム分、制御に誤差が生じるが、電力指令値 W^{cmd} を以下の式（７）のように W'^{cmd} に補正する。これによりデッドタイム分の補正がかかり精度良く出力電力制御を行うことができる。

$$[0061] \quad W'^{cmd} = W^{cmd} + D_T \cdot V_{dc} \cdot I_{dc} \cdots (7)$$

実施例 9

[0062] 実施例 7 において、実施例 4 と同様の状況（図 3 において回生を行い、且つスイッチング素子 15 のスイッチングデューティ d_1 のみが既知である）の場合、制御対象の電力値 W を、

$$W = V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc} \cdots (8)$$

とし、式（４）のデッドタイム D_T を無視する。このときデッドタイム分、制御に誤差が生じるが、電力指令値 W^{cmd} を以下の式（９）のように W'^{cmd} に補正する。これによりデッドタイム分の補正がかかり精度良く出力電力制御を行うことができる。

$$[0063] \quad W'^{cmd} = W^{cmd} - D_T \cdot V_{dc} \cdot I_{dc} \cdots (9)$$

符号の説明

- [0064] 1…直流電源
 2…チョッパ回路
 3…制御部
 4…直流負荷
 10…バッテリー
 11, 12, 15, 16…スイッチング素子
 13, 14, 17, 18…還流ダイオード
 19…インバータ
 20…PMモータ
 30…電流制御部
 40…電力制御部
 C1、C2…コンデンサ

L 1, L 2…リアクトル

D 1…ダイオード

請求の範囲

[請求項1] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、直流電源の直流電力を負荷に供給する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 とを検出する手段と、

前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} および d_1 から、 $V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求める制御手段と、を備えたことを特徴とする電力制御装置。

[請求項2] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、直流電源の直流電力を負荷に供給する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のス

スイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 とを検出する手段を備え、

制御手段が、前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} および d_1 から、 $V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求めることを特徴とする電力制御装置における電力算出方法。

[請求項3] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、負荷の直流電力を直流電源へ回生する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_2 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第2のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_2 とを検出する手段を備え、

制御手段が、前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} および d_2 から、 $V_{dc} \cdot (1 - d_2) \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求めることを特徴とする電力制御装置における電力算出方法。

[請求項4] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、直流電源の直流電力を負荷に供給する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_2 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第2のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_2 と、 $0 \leq DT \leq 1$ なる条件を満たす前記第1および第2のスイッチング素子間のデッドタイム DT を検出する手段を備え、

制御手段が、前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} 、 d_2 および DT から、 $V_{dc} \cdot (1 - d_2 - DT) \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求めることを特徴とする電力制御装置における電力算出方法。

[請求項5] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、負荷の直流電力を直流電源へ回生する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 と、 $0 \leq DT \leq 1$ なる条件を満たす前記第1および第2のスイッチング素子間のデッドタイム DT を検出する手段と、

前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} 、 d_1 および DT から、 $V_{dc} \cdot (d_1 + DT) \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求める制御手段と、を備えたことを特徴とする電力制御装置。

[請求項6] 直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流

電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、負荷の直流電力を直流電源へ回生する電力制御装置において、

前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 と、 $0 \leq D_T \leq 1$ なる条件を満たす前記第1および第2のスイッチング素子間のデッドタイム D_T を検出する手段を備え、

制御手段が、前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} 、 d_1 および D_T から、 $V_{dc} \cdot (d_1 + D_T) \cdot I_{dc}$ を演算して電力 W を求めることを特徴とする電力制御装置における電力算出方法。

[請求項7]

直流電源と、前記直流電源の正負極端間に直列に接続され、前記直流電源の正極端側に一端が接続された第1のスイッチング素子および負極端側に他端が接続された第2のスイッチング素子と、前記第1のスイッチング素子の他端と第2のスイッチング素子の一端との間に位置する共通接続点に一端が接続されたリアクトルとを有したチョッパ回路と、前記リアクトルの他端と前記直流電源の負極端の間に接続された負荷とを有し、

前記チョッパ回路を制御して、直流電源の直流電力を負荷に供給し、負荷の直流電力を直流電源へ回生する電力制御装置において、

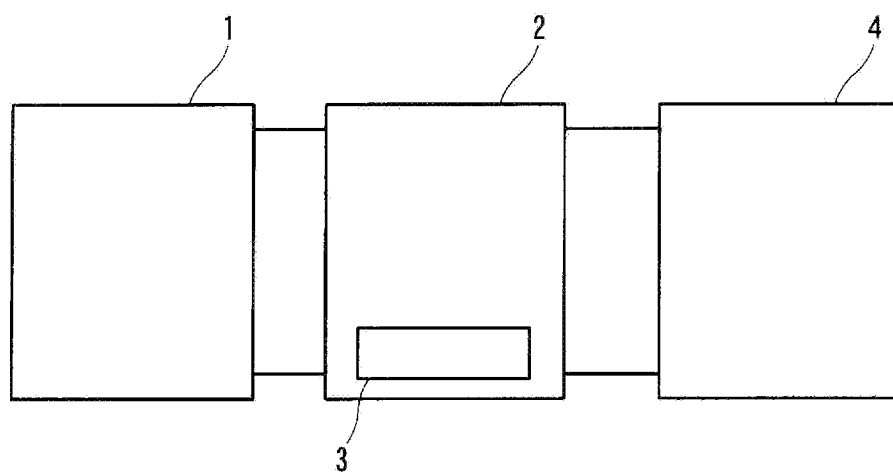
前記直流電源の出力電圧 V_{dc} と、前記リアクトルに流れる電流 I_{dc} と、 $0 \leq d_1 \leq 1$ なる条件を満たす前記チョッパ回路の第1のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_1 と、 $0 \leq d_2 \leq 1$ なる

条件を満たす前記チョッパ回路の第2のスイッチング素子のスイッチングデューティ d_2 と、 $0 \leq DT \leq 1$ なる条件を満たす前記第1および第2のスイッチング素子間のデッドタイム DT とを検出する手段を備え、

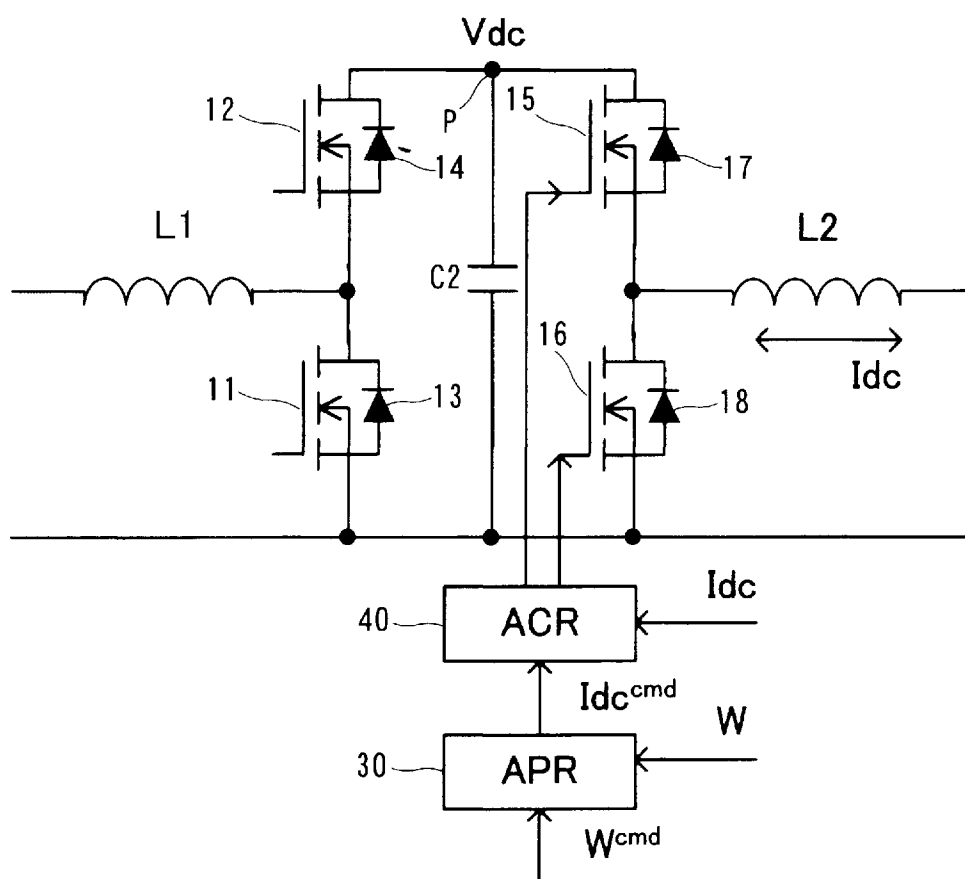
制御手段が、前記検出された V_{dc} 、 I_{dc} 、 d_1 、 d_2 および DT から、 $V_{dc} \cdot d_1 \cdot I_{dc}$ 又は $V_{dc} \cdot (1 - d_2) \cdot I_{dc}$ 又は $V_{dc} \cdot (1 - d_2 - DT) \cdot I_{dc}$ 又は $V_{dc} \cdot (d_1 + DT) \cdot I_{dc}$ のいずれかを演算して電力 W を求めることを特徴とする電力制御装置における電力算出方法。

[請求項8] 前記制御手段は、前記チョッパ回路による内部損失を算出し、該内部損失に基づくチョッパ回路の入力と出力の電力比率 n と前記電力 W から、 $n \cdot W$ を演算して機器効率を考慮した電力 W' を求めることを特徴とする請求項2又は3又は4又は6又は7に記載の電力制御装置における電力算出方法。

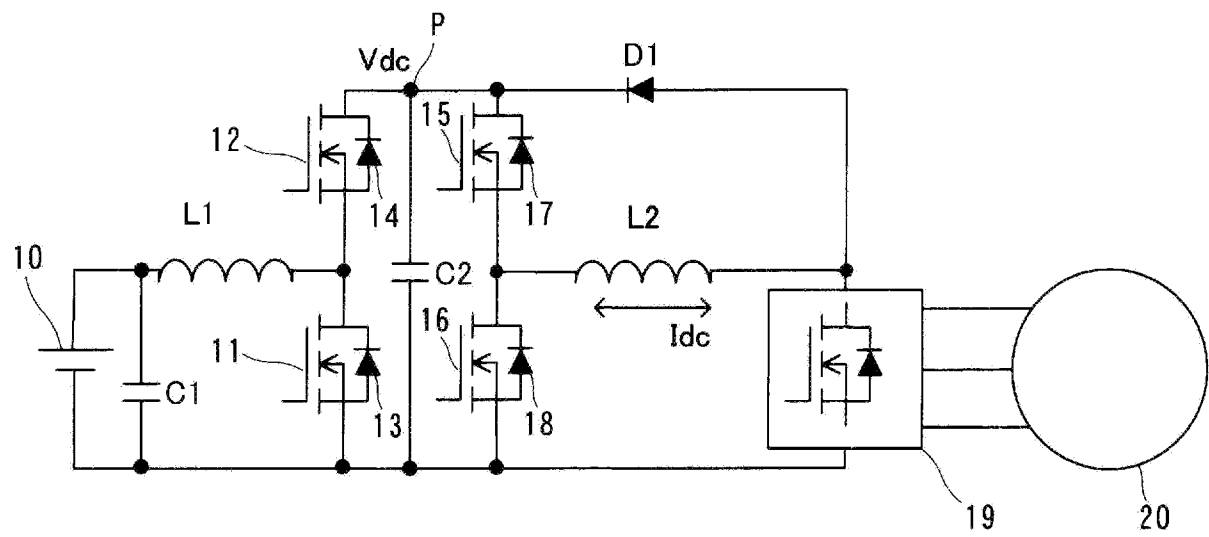
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061636

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)

H02M3/155

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	JP 2001-268900 A (Masayuki HATTORI), 28 September 2001 (28.09.2001), paragraphs [0042] to [0046]; fig. 4 (Family: none)	1-7 8
Y A	JP 2003-348828 A (Meiji National Industrial Co., Ltd.), 05 December 2003 (05.12.2003), paragraphs [0001] to [0005]; fig. 6 (Family: none)	1-7 8
Y A	JP 2007-288979 A (Toyota Industries Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraphs [0014] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-7 8



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
24 August, 2010 (24.08.10)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2010 (07.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 A	JP 2001-268900 A（服部正行）2001.09.28, [0042] - [0046]、[図4]（ファミリーなし）	1-7 8
Y A	JP 2003-348828 A（明治ナショナル工業株式会社）2003.12.05, [0001] - [0005]、[図6]（ファミリーなし）	1-7 8
Y A	JP 2007-288979 A（株式会社豊田自動織機）2007.11.01, [0014] - [0027]、[図1]（ファミリーなし）	1-7 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

「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

2 4 . 0 8 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 9 . 2 0 1 0

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）

塩 治 雅也

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3 V

3 6 3 0