(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
2015 年 6 月 25 日(25.06.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/093213 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080409

(22) 国際出願日: 2014 年 11 月 18 日(18.11.2014)

(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 2013-264306 2013 年 12 月 20 日(20.12.2013) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 明田　淳(AKITA, Jun); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 藤田　考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい２－２－１　横浜ランドマークタワー３７Ｆ Kanagawa (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

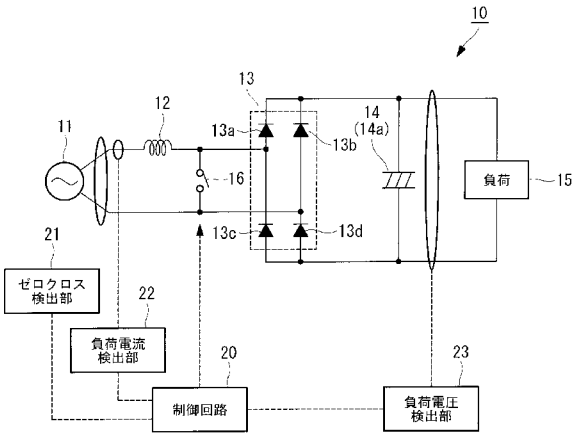
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: POWER SUPPLY DEVICE AND CONSUMED POWER ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称 : 電源装置及び消費電力推定方法

[図1]



15 Load
20 Control circuit
21 Zero crossing detector
22 Load current detector
23 Load voltage detector

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to easily and accurately estimate the power consumed by a load, without detecting the input voltage from an AC power supply. A control circuit (20), in accordance with an input current, determines whether a drive pulse for opening and closing a switching member (16) is to be ON or OFF, doing so in such a way that when the input voltage from the AC power supply (11) is constant, the DC voltage supplied to the load at a prescribed input current is constant. Then, on the basis of the input current and the DC voltage, the control circuit (20) estimates the input voltage, and calculates the power consumed by the load (15) from the input voltage, the input current, and the power factor.

(57) 要約: 交流電源からの入力電圧を検知することなく、簡易かつ精度高く負荷の消費電力を推定する。制御回路（２０）は、交流電源（１１）からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において前記負荷に供給する直流電圧が一定となるように、スイッチング部材（１６）を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを入力電流に応じて決定する。そして、制御回路（２０）は、入力電流と直流電圧とに基づいて入力電圧を推定し、該入力電圧、入力電流、及び力率から負荷（１５）の消費電力を算出する。

WO 2015/093213 A1

明　細　書

発明の名称 ： 電源装置及び消費電力推定方法

技術分野

[0001] 本発明は、電源装置及び消費電力推定方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、空気調和装置等に用いられるモータの制御として、ＰＡＭ（Pulse Amplitude Modulation）制御が行われている。

[0003] ＰＡＭ制御では、モータへの入力電流の高調波成分を低減するために、交流電力の周波数に応じたパルスを出力する。

特許文献１には、電源周波数の半周期に少なくとも２以上のＰＡＭパルスを生成することにより、力率改善および高調波電流をさらに低減させる電源装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００８－２５３０６０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に記載されているようなＰＡＭ制御をおこなう電源装置では、交流電源からの入力電圧（電源電圧ともいう。）を検知していないものがある。このため、整流回路（コンバータ）で整流され、負荷に供給される直流電圧から入力電圧を推定する。そして、交流電源からの入力電流を検知し、検知した入力電流と推定した入力電圧に基づいて、負荷の消費電力を推定していた。

ここで、高調波電流を抑制することを目的として入力電流に応じたパルス幅が設定される。一般的に直流電圧はパルス幅に応じて変化するため、入力電流に対して必ずしも一定の直流電圧とならず、直流電圧にばらつきが生じていた。それにもかかわらず、直流電圧から入力電圧が推定されると、精度

の高い消費電力の推定が行えない場合があった。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、交流電源からの入力電圧を検知することなく、簡易かつ精度高く負荷の消費電力を推定できる、電源装置及び消費電力推定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の電源装置及び消費電力推定方法は以下の手段を採用する。

[0008] 本発明の第一態様に係る電源装置は、交流電源より入力された交流電力を直流電力に変換して負荷に供給する整流手段と、交流電源入力端子と前記整流手段との間に直列に接続された誘導性素子と、前記誘導性素子を介して前記整流手段に加えられる交流電圧経路間に並列に接続され、開閉動作をするスイッチ手段と、前記整流手段に並列に前記整流手段の直流端子側に接続された平滑手段と、交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において前記負荷に供給する直流電圧が一定となるように、前記スイッチ手段を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを前記入力電流に応じて決定する制御手段と、を備えた電源装置であって、前記入力電流と前記直流電圧とに基づいて前記交流電源からの入力電圧を推定し、該入力電圧、前記入力電流、及び力率から前記負荷の消費電力を算出する。

[0009] 本構成によれば、整流手段によって、交流電源より入力された交流電力が直流電力に変換されて負荷に供給される。さらに、誘導性素子が、交流電源入力端子と整流手段との間に直列に接続され、開閉動作をするスイッチ手段が、誘導性素子を介して整流手段に加えられる交流電圧経路間に並列に接続され、平滑手段が、整流手段に並列に整流手段の直流端子側に接続される。

本構成は、交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において負荷に供給される直流電圧を一定とする。直流電圧を一定となるように、制御手段によって、スイッチ手段を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦが入力電流に応じて決定される。

[0010] そして、入力電流と直流電圧とに基づいて交流電源からの入力電圧が推定

される。上述のように、入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において負荷に供給する直流電圧が一定となるように制御される。このような制御が行われるため、入力電流と直流電圧とに基づいて入力電圧の推定が可能となる。推定された入力電圧、入力電流、及び力率から負荷の消費電力が算出される。力率は、入力電流の多項式で表され、力率と入力電流との関係が予め求められている。

従って、本構成によれば、交流電源からの入力電圧を検知することなく、簡易かつ精度高く負荷の消費電力を推定できる。

[0011] 本発明の第二態様に係る消費電力推定方法は、交流電源より入力された交流電力を直流電力に変換して負荷に供給する整流手段と、交流電源入力端子と前記整流手段との間に直列に接続された誘導性素子と、前記誘導性素子を介して前記整流手段に加えられる交流電圧経路間に並列に接続され、開閉動作をするスイッチ手段と、前記整流手段に並列に前記整流手段の直流端子側に接続された平滑手段と、を備えた電源装置の消費電力推定方法であって、交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において前記負荷に供給する直流電圧が一定となるように、前記スイッチ手段を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを前記入力電流に応じて決定し、前記入力電流と前記直流電圧とに基づいて前記交流電源からの入力電圧を推定し、該入力電圧、前記入力電流、及び力率から前記負荷の消費電力を算出する。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、交流電源からの入力電圧を検知することなく、簡易かつ精度高く負荷の消費電力を推定できる、という優れた効果を有する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係る電源装置の構成図である。

[図2]本発明の実施形態に係る各種波形を示し、（ａ）は交流電源の電源電圧波形を示し、（ｂ）は制御回路で発生させる駆動パルス信号の波形を示し、（ｃ）は入力電流の変化を示す。

[図3]本発明の実施形態に係る駆動パルス信号の生成方法を示す図である。

[図4]本発明の実施形態に係る消費電力推定処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本発明に係る、電源装置及び消費電力推定方法の一実施形態について、図面を参照して説明する。

[0015] 図１は、本実施の形態における空気調和機の圧縮機を制御するための電源装置１０の回路構成図である。

図１に示されるように、電源装置１０は、交流電源１１に直列に接続されたリアクトル１２と、交流電源１１とリアクトル１２とに接続されたダイオードブリッジ１３ａ～１３ｄにより構成された整流回路１３、整流回路１３と並列に接続されたコンデンサ１４ａで構成された平滑回路１４と、平滑回路１４に接続された負荷１５と、を備える。負荷１５は、例えば空気調和機の圧縮機を駆動させるモータである。

[0016] また、電源装置１０は、交流電源１１をリアクトル１２を介して短絡させるスイッチング部材１６と、スイッチング部材１６の断続を制御する、マイコン等からなる制御回路２０と、をさらに備えている。

そして、電源装置１０は、交流電源１１の両端には、交流電源１１の電圧を検出することで交流電源１１のゼロクロス点を検出するゼロクロス検出部２１と、リアクトル１２の上流側において、負荷１５に供給される電流（入力電流ともいう。）を検出する負荷電流検出部２２と、負荷１５の上流側で、負荷１５に供給される直流電圧を検出する負荷電圧検出部２３と、を備える。

[0017] 制御回路２０は、これらゼロクロス検出部２１、負荷電流検出部２２、負荷電圧検出部２３における検出結果に基づいて、交流電源１１の電源電圧（入力電圧ともいう。）の変化（正弦波）に同期して、スイッチング部材１６の断続を制御する。制御回路２０は、ゼロクロス検出部２１で検出されたゼロクロス点に同期させて、スイッチング部材１６を駆動（開閉動作）させる駆動信号を生成し、この駆動信号をスイッチング部材１６の駆動回路（図示

略）に伝達することで、スイッチング部材１６を断続させる。

制御回路２０は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体等から構成される。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記憶媒体等に記憶されており、このプログラムをＣＰＵがＲＡＭ等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。なお、プログラムは、ＲＯＭやその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等である。

[0018] 次に、電源装置１０の動作について説明する。

本実施形態に係る電源装置１０は、ＰＡＭ（Pulse Amplitude Modulation）制御の一種である簡易ＰＡＭ制御を行う。本実施形態に係る簡易ＰＡＭ制御は、電源電圧波形（電源周波数）の半周期で４回のパルス（詳細を後述するパルスＰ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４）を出力することで、入力電流の高調波成分の発生を抑制するものである。

[0019] 交流電源１１の電源電圧に同期して制御回路２０からオン信号が出力されると、スイッチング部材１６が閉じ、交流電源１１はリアクトル１２を介して短絡されて電流が流れ始め、この電流は次第に増加する。次に、電源電圧に同期して制御回路２０からオフ信号が出力されるとスイッチング部材１６は開き、それまでリアクトル１２を流れていた短絡電流は整流回路１３を介して平滑回路１４のコンデンサ１４ａの充電電流となって減少し始める。その後、交流電源１１の電源電圧がピーク電圧付近になると、前述の従来の直流電源装置の場合と同様に、ダイオードブリッジ１３ａ，１３ｄ（又は１３ｂ，１３ｃ）の働きによってリアクトル１２と整流回路１３を介してコンデンサ１４ａの充電電流が流れる。そして、負荷１５には、コンデンサ１４ａ

に充電されている電圧が印加されることになる。

[0020] このときの各部の動作波形を図に示したものが図２である。図２（ａ）は交流電源の電源電圧波形の半周期を示し、（ｂ）は制御回路２０で発生する駆動パルス信号の波形を示し、（ｃ）は入力電流の変化を示す。

[0021] ここで、制御回路２０においては、図２（ｂ）に示すような駆動パルス信号を生成して出力するが、その詳細について以下に説明する。

制御回路２０は、ゼロクロス検出部２１で検出されたゼロクロス点に同期させて、図３に示すような基準波形信号Ｓ１０を生成する。この基準波形信号Ｓ１０は、台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波（三角波）Ｓ１１ｂ、第２鋸波（三角波）Ｓ１１ｃ、第３鋸波（三角波）Ｓ１１ｄから構成される。

台形波Ｓ１１ａは、ゼロクロス検出部２１でゼロクロス点が検出されると（このときを時間Ｔ０とする）、信号をＯＮし、時間幅Ｔ１ａだけ遅延させた後、時間幅Ｔ１ｂ（＝Ｔ１ａ）をかけて信号を立ち下げることで生成される。

第１鋸波Ｓ１１ｂは、台形波Ｓ１１ａが立ち下がった時点（＝Ｔ１ａ＋Ｔ１ｂ）で、信号をＯＮとし、時間幅Ｔ２ａをかけて信号を立ち下げることで生成される。

第２鋸波Ｓ１１ｃは、第１鋸波Ｓ１１ｂが立ち下がった時点（＝Ｔ１ａ＋Ｔ１ｂ＋Ｔ２ａ）から、時間幅Ｔ２ｂ（＝Ｔ２ａ）だけ遅延した時点（＝Ｔ１ａ＋Ｔ１ｂ＋Ｔ２ａ＋Ｔ２ｂ）で、信号をＯＮとし、時間幅Ｔ２ｃ（本実施形態ではＴ２ｃ＝Ｔ２ａ）をかけて信号を立ち下げることで生成される。

第３鋸波Ｓ１１ｄは、第２鋸波Ｓ１１ｃの後、ゼロクロス点から時間Ｔ３だけ経過した時点において信号をＯＮとし、時間幅Ｔ２ｄ（本実施形態ではＴ２ｄ＝Ｔ２ａ）をかけて信号を立ち下げることで生成される。

[0022] 制御回路２０では、上記のようにして生成された基準波形信号Ｓ１０の台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波Ｓ１１ｂ、第２鋸波Ｓ１１ｃ、第３鋸波Ｓ１１ｄと、以下のように生成する第一基準レベル信号Ｓ２０、第二基準レベル信号Ｓ３０とを比較することで、駆動パルス信号Ｓ４０を出力する。

第一基準レベル信号Ｓ２０は、一定のレベルを有しており、第一基準レベル信号Ｓ２０の第一基準レベル（基準レベル）Ｖｔｈ１は、以下の式により算出される。

Ｖｔｈ１＝台形波振幅×Ｍ×Ｓｉｎ（Ｔ１ｂ／Ｔ５０×３６０°）

ここで、Ｍは、台形波の振幅に対する割合（例えば、台形波振幅の８０％）を示す予め定められた係数、Ｔ５０は、交流電源の周期で、周波数５０Ｈｚの交流電源の場合、Ｔ５０＝２０ｍｓである。

また、第二基準レベル信号Ｓ３０は、第一基準レベル信号Ｓ２０よりも高いレベルに設定され、その第二基準レベル（基準レベル）Ｖｔｈ２は、以下の式により算出される。

Ｖｔｈ２＝鋸波振幅×Ｍ×Ｓｉｎ（（Ｔ１ｂ＋（Ｔ２ａ＋Ｔ２ｂ））／Ｔ５０×３６０°）

[0023] ここで、上記の第一基準レベル信号Ｓ２０、第二基準レベル信号Ｓ３０は、上式のごとく、時間幅Ｔ１ｂ、Ｔ２ａ、Ｔ２ｂによって定まる。これら時間幅Ｔ２ａ、Ｔ２ｂは、予め設定された基準値が用いられる。時間幅Ｔ２ａ、Ｔ２ｂは、高調波測定の最大次数（例えば４０次×５０Ｈｚ）の２倍以上に設定するのが好ましく、例えば、Ｔ２ａ＝Ｔ２ｂ＝１／５ｋＨｚ＝２００μｓとすることができる。

時間幅Ｔ１ｂは、電源装置１０の起動直後は、予め設定された基準値が用いられ、その後は、負荷電流検出部２２で検出された、負荷１５に供給される電流値に基づき、予め記憶されたテーブルから、電流値に関連付けられた時間幅Ｔ１（＝Ｔ１ａ＝Ｔ１ｂ）を読み出して用いられる。また、時間Ｔ３についても同様に、予め記憶されたテーブルから、電流値に関連付けられた時間幅Ｔ３が読み出される。表１は、そのテーブルの一例を示すものである。

[0024]

[表1]

入力電流 [A]	T1[msec]		T3[msec]	
	電源50Hz	電源60Hz	電源50Hz	電源60Hz
1.0	0.46	0.47	8.60	7.17
1.5	0.50	0.51	8.60	7.17
2.0	0.54	0.54	8.60	7.17
2.5	0.58	0.57	8.60	7.17
3.0	0.62	0.61	8.60	7.17
3.5	0.65	0.64	8.60	7.17
4.0	0.68	0.66	8.60	7.17
4.5	0.70	0.68	8.60	7.17
5.0	0.72	0.70	8.60	7.17
5.5	0.73	0.72	8.60	7.17
6.0	0.75	0.74	8.60	7.17
6.5	0.77	0.76	8.60	7.17

[0025] このテーブルから読み出した時間幅Ｔ１、時間Ｔ３を用い、前記の第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２を算出するのである。

[0026] 制御回路２０においては、上記のようにして算出された第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２と、前記の基準波形信号Ｓ１０を構成する台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波Ｓ１１ｂ、第２鋸波Ｓ１１ｃ、第３鋸波Ｓ１１ｄとを比較することで、駆動パルス信号Ｓ４０を生成する。これには、

台形波Ｓ１１ａ ＞ 第一基準レベルＶｔｈ１ ： パルスＯＮ

台形波Ｓ１１ａ ＜ 第一基準レベルＶｔｈ１ ： パルスＯＦＦ

第１鋸波Ｓ１１ｂ＞ 第二基準レベルＶｔｈ２ ： パルスＯＮ

第１鋸波Ｓ１１ｂ＜ 第二基準レベルＶｔｈ２ ： パルスＯＦＦ

第２鋸波Ｓ１１ｃ＞ 第二基準レベルＶｔｈ２ ： パルスＯＮ

第２鋸波Ｓ１１ｃ＜　第二基準レベルＶｔｈ２　：　パルスＯＦＦ

第３鋸波Ｓ１１ｄ＞　第二基準レベルＶｔｈ２　：　パルスＯＮ

第３鋸波Ｓ１１ｄ＜　第二基準レベルＶｔｈ２　：　パルスＯＦＦ

の条件により、パルスのＯＮ・ＯＦＦを決定する。

すなわち、表１に示されるように、本実施形態に係る簡易ＰＡＭ制御は、入力電流に応じて駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦが決定される。

このようにして生成された駆動パルス信号Ｓ４０の例を図２（ｂ）及び図３に示す。

[0027] ここで、本来は、パルス信号を生成するに際し、正弦波と三角波（鋸波）とを比較するのが一般的である。しかし、時間とともに変化する三角波と正弦波とを比較することでパルス信号を生成すると、制御回路２０を構成する処理部（マイコン等）における演算負荷が大きくなる。

そこで、上記のように、第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２と、前記の基準波形信号Ｓ１０とを比較してパルス信号を生成することで、制御回路２０における演算負荷を軽減できる。

ただしこの場合、第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２を用いて処理を行うことで、パルス信号のパルス幅に誤差が生じ得る。ここで、台形波Ｓ１１ａと第一基準レベルＶｔｈ１により生成される第一パルス（長パルス）Ｐ１、第１鋸波Ｓ１１ｂと第二基準レベルＶｔｈ２により生成される第二パルス（短パルス）Ｐ２、第２鋸波Ｓ１１ｃと第二基準レベルＶｔｈ２により生成される第三パルス（短パルス）Ｐ３、第３鋸波Ｓ１１ｄと第二基準レベルＶｔｈ２により生成される第四パルス（短パルス）Ｐ４のそれぞれにおけるパルス幅を、Ｗａ１、Ｗｂ１、Ｗｃ１、Ｗｄ１とする。そして台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波Ｓ１１ｂ、第２鋸波Ｓ１１ｃ、第３鋸波Ｓ１１ｄと正弦波Ｘとを比較した場合のパルス幅を、Ｗａ２、Ｗｂ２、Ｗｃ２、Ｗｄ２とする。すると、第一パルスＰ１、第二パルスＰ２、第三パルスＰ３、第四パルスＰ４のパルス幅の誤差は、（Ｗａ１－Ｗａ２）、（Ｗｂ１－Ｗｂ２）、（Ｗｃ１－Ｗｃ２）、（Ｗｄ１－Ｗｄ２）、となる。

本実施形態においては、第二パルスＰ２、第三パルスＰ３、第四パルスＰ４を、同じパルス幅として制御するため、第二基準レベルＶｔｈ２を、前記のごとく、

Ｖｔｈ２＝鋸波振幅×Ｍ×Ｓｉｎ（（Ｔ１ｂ＋（Ｔ２ａ＋Ｔ２ｂ））／Ｔ５０×３６０°）

としている。

これに対し、例えば、第二パルスＰ２のみを考えれば、

Ｖｔｈ２＝鋸波振幅×Ｍ×Ｓｉｎ（（Ｔ１ｂ＋Ｔ２ａ））／Ｔ５０×３６０°）

とした方が、精度が向上する。しかし、本実施形態においては、第二パルスＰ２、第三パルスＰ３、第四パルスＰ４を、同じパルス幅（Ｗｂ１＝Ｗｃ１＝Ｗｄ１）として制御するために第二基準レベルＶｔｈ２を前式で規定することで、第二パルスＰ２、第三パルスＰ３、第四パルスＰ４の全体において誤差を小さくすることができる。

[0028] 制御回路２０においては、このようにして生成された駆動パルス信号Ｓ４０を出力することで、負荷１５への入力電流は図２（ｃ）のように、正弦波に近似したものとなり、高調波を有効に低減できる。

このとき、制御回路２０においては、駆動パルス信号Ｓ４０を、基準波形信号Ｓ１０を構成する台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波Ｓ１１ｂ、第２鋸波Ｓ１１ｃ、第３鋸波Ｓ１１ｄと、第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２とを比較することで生成する。このように、基準波形信号Ｓ１０を、正弦波ではなく、一定レベルを有した第一基準レベルＶｔｈ１、第二基準レベルＶｔｈ２と比較することで、制御回路２０における演算負荷を軽減できる。

また、駆動パルス信号Ｓ４０のパルス数を常時固定し、第二パルスＰ２～第四パルスＰ４を固定幅とすることでも、制御回路２０における演算負荷を軽減できる。

[0029] 生成された駆動パルス信号Ｓ４０は、電源電圧の半周期の前半期間において、短絡時間の長い第一パルスＰ１の後、短絡時間の短い第二パルスＰ２、

第三パルスＰ３が出力され、後半期間において、短絡時間の短い第四パルスＰ４が出力される。特に、後半期間の第四パルスＰ４により、負荷１５への入力電流の波形を、正弦波に近似させるのに寄与することができる。この第四パルスＰ４を発生させるための第３鋸波Ｓ１１ｄは、他の台形波Ｓ１１ａ、第１鋸波Ｓ１１ｂ、第２鋸波Ｓ１１ｃとは独立した時間Ｔ３により、そのタイミングが制御されている。

[0030] さらに、第三パルスＰ３により、高調波低減効果を上げることができる。

また、第二パルスＰ２と第三パルスＰ３との間隔の調節により、高調波低減効果を最大に得るだけでなく、高調波低減効果は少し低下するが、複数パルス制御によるリアクタの電磁音を抑えるという選択も可能となる。（必要に応じて、高調波低減効果とリアクタ電磁音抑制効果とのバランスを、時間幅Ｔ２ｂの設定により調節可能）

[0031] 上記のように、制御回路２０は、スイッチング部材１６を所定の周期で複数回の開閉動作を行わせるため、予め定めた基準波形信号と基準レベルとを比較することで駆動パルス信号を生成する。駆動パルス信号は、スイッチング部材１６の開時間の長い長パルスと、長パルスに比較して開時間の短い短パルスとを有する。長パルスは、基準波形信号と第一基準レベルとを比較することで生成される。短パルスは、基準波形信号と、第一基準レベルとはレベルが異なる第二基準レベルとを比較することで生成される。

[0032] これにより、本実施形態の電源装置１０によれば、制御回路２０における演算処理の負荷を軽減しつつ、入力電流に含まれる高調波成分を有効に低減することが可能となる。

[0033] 次に、負荷１５で消費される電力を推定する処理（以下「消費電力推定処理」という。）について説明する。

[0034] まず、本実施形態に係る簡易ＰＡＭ制御は、上述したように入力電流に応じて駆動パルスのＯＮ、ＯＦＦが決定され、入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において負荷１５に供給される直流電圧が一定となるように、電源装置１０を制御する。

具体的には、表２に示される各値を（１）式又は（２）式で算出される値とすることによって、直流電圧が一定となる。

[表2]

Wa1	パルスP1の幅（μs）
Wb1=Wc1=Wd1	パルスP2, P3, P4の幅（μs）
TA-Wa1	P1からP2の間の時間（μs）
TB-(TA+Wb1)	P2からP3の間の時間（μs）
T3	ゼロクロスからP4の間の時間（μs）

[0035] （１）式は、電源周波数５０Ｈｚの場合における表２に示される各値を算出するための式である。

Ｗａ１＝４０×Ｉ＋１１３０

Ｗｂ１＝６×Ｉ＋８２

ＴＡ－Ｗａ１＝１０×Ｉ＋１７０ ・・・（１）

ＴＢ－（ＴＡ＋Ｗｂ１）＝４００－Ｗｂ１

Ｔ３＝１００×Ｉ＋７８００

この結果、表３に示されるように、電源周波数５０Ｈｚの場合において、入力電圧が２３０Ｖ、入力電流Ｉが５．０Ａから８．０Ａの間において、直流電圧ＶＤＣは略２８１Ｖで一定となる。

[表3]

電源周波数50Hz:入力電圧230V	
入力電流I(A)	直流電圧VDC(V)
5.0	281.9
5.5	281.2
6.0	280.8
6.5	281.2
7.0	281.0
7.5	280.9
8.0	280.6

すなわち、電源周波数５０Ｈｚ、入力電流Ｉが５．０Ａから８．０Ａ、直流電圧ＶＤＣが２８１Ｖの場合、入力電圧は２３０Ｖである。

[0036] （２）式は、電源周波数６０Ｈｚの場合における表２に示される各値を算出するための式である。

Ｗａ１＝５０×Ｉ＋９００

Ｗｂ１＝５×Ｉ＋８２

ＴＡ－Ｗａ１＝１０×５／６×Ｉ＋１１３．３３　・・・（２）

ＴＢ－（ＴＡ＋Ｗｂ１）＝３２０－Ｗｂ１

Ｔ３＝１００×５／６×Ｉ＋６５３３．３３

この結果、表４に示されるように、電源周波数が６０Ｈｚの場合において、入力電圧が２３０Ｖ、入力電流Ｉが５．０Ａから８．０Ａの間において、直流電圧ＶＤＣは略２８２Ｖで一定となる。

[表4]

電源周波数60Hz:入力電圧230V	
入力電流I(A)	直流電圧VDC(V)
5.0	281.8
5.5	281.7
6.0	281.7
6.5	281.6
7.0	281.6
7.5	281.6
8.0	281.5

すなわち、電源周波数６０Hz、入力電流Ｉが５．０Ａから８．０Ａ、直流電圧ＶＤＣが２８２Ｖの場合、入力電圧は２３０Ｖである。

[0037] なお、入力電流が５．０Ａから８．０Ａの間において、（１），（２）式を用いることで表３，４に示されるように直流電圧が一定になるという結果は、シミュレーションにより得られている。このように、本実施形態にかかるＰＡＭ制御では、入力電流に対する高調波削減、及び直流電圧を一定にする制御（以下「一定電圧制御」という。）を可能とする。

[0038] そして、本実施形態に係る消費電力推定処理は、一定電圧制御において実行される。

図４は、制御回路２０によって実行される消費電力推定処理の流れを示すフローチャートであり、消費電力推定処理に用いられるプログラムは制御回路２０に予め記憶されている。

[0039] まず、ステップ１００では、負荷電流検出部２２によって入力電流を検出する。なお、入力電流は、例えば５．０から８．０Ａの間とされている。

次のステップ１０２では、負荷電圧検出部２３によって直流電圧を検出す

る。

[0040] 次のステップ１０４では、入力電流と直流電圧とに基づいて入力電圧を推定する。

上述のように、電源装置１０は、例えば電源周波数が５０Ｈｚの場合において、入力電圧Ｖが２３０Ｖ、入力電流Ｉが５．０～８．０Ａのときには、直流電圧ＶＤＣは２８１Ｖとなるように、ＰＡＭ制御される。

このため、下記式から入力電圧Ｖが推定される。

Ｖ＝２３０×ＶＤＣ／２８１

[0041] 次のステップ１０６では、入力力率ｃｏｓφを算出する。

入力力率ｃｏｓφは、入力電流Ｉの多項式で算出される。入力力率ｃｏｓφは、電源装置１０に用いられるリアクトル１２及びコンデンサ１４ａの値に基づいて、入力電流Ｉの多項式として決定される。このため、入力力率ｃｏｓφと入力電流Ｉとの関係が実際に制御回路２０を駆動させることで予め求められ、制御回路２０に記憶させる。

[0042] 次のステップ１０８では、推定した入力電圧Ｖ、入力電流Ｉ、及び入力力率ｃｏｓφから下記式に基づいて消費電力Ｐを推定し、消費電力推定処理を終了する。

Ｐ＝Ｖ×Ｉ×ｃｏｓφ

[0043] なお、推定した消費電力Ｐ、推定した入力電圧Ｖ、入力電流Ｉ、及び入力力率ｃｏｓφ等の値は、例えば、制御回路２０に接続された表示装置に表示されたり、制御回路２０が備える記憶媒体に記憶される。

[0044] 以上説明したように、制御回路２０は、交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において負荷１５に供給する直流電圧が一定となるように、スイッチング部材１６を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを入力電流に応じて決定する。そして、制御回路２０は、入力電流と直流電圧とに基づいて入力電圧を推定し、該入力電圧、入力電流、及び力率から負荷１５の消費電力を算出する。

従って、電源装置１０は、交流電源からの入力電圧を検知することなく、

簡易かつ精度高く負荷１５の消費電力を推定できる。

[0045] 以上、本発明を、上記実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。発明の要旨を逸脱しない範囲で上記実施形態に多様な変更又は改良を加えることができ、該変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれる。また、上記実施形態を適宜組み合わせてもよい。

[0046] 例えば、上記実施形態では、簡易ＰＡＭ制御が、電源電圧波形の半周期で４回のパルスを出力する形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、一定電圧制御が可能であれば、簡易ＰＡＭ制御が、電源電圧波形の半周期で４回未満又は５回以上のパルスを出力する形態としてもよい。

[0047] また、上記実施形態では、負荷１５としてモータを制御する制御回路２０の消費電力を推定する形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、他の負荷を制御する制御回路の消費電力を推定する形態としてもよい。

[0048] また、上記実施形態で説明した消費電力推定処理の流れも一例であり、本発明の主旨を逸脱しない範囲内において不要なステップを削除したり、新たなステップを追加したり、処理順序を入れ替えたりしてもよい。

符号の説明

[0049] １０ 電源装置

１１ 交流電源

１２ リアクトル

１３ 整流回路

１４ 平滑回路

１６ スイッチング部材

２０ 制御回路

請求の範囲

[請求項1] 交流電源より入力された交流電力を直流電力に変換して負荷に供給する整流手段と、

交流電源入力端子と前記整流手段との間に直列に接続された誘導性素子と、

前記誘導性素子を介して前記整流手段に加えられる交流電圧経路間に並列に接続され、開閉動作をするスイッチ手段と、

前記整流手段に並列に前記整流手段の直流端子側に接続された平滑手段と、

交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において前記負荷に供給する直流電圧が一定となるように、前記スイッチ手段を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを前記入力電流に応じて決定する制御手段と、

を備えた電源装置であって、

前記入力電流と前記直流電圧とに基づいて前記交流電源からの入力電圧を推定し、該入力電圧、前記入力電流、及び力率から前記負荷の消費電力を算出する電源装置。

[請求項2] 交流電源より入力された交流電力を直流電力に変換して負荷に供給する整流手段と、

交流電源入力端子と前記整流手段との間に直列に接続された誘導性素子と、

前記誘導性素子を介して前記整流手段に加えられる交流電圧経路間に並列に接続され、開閉動作をするスイッチ手段と、

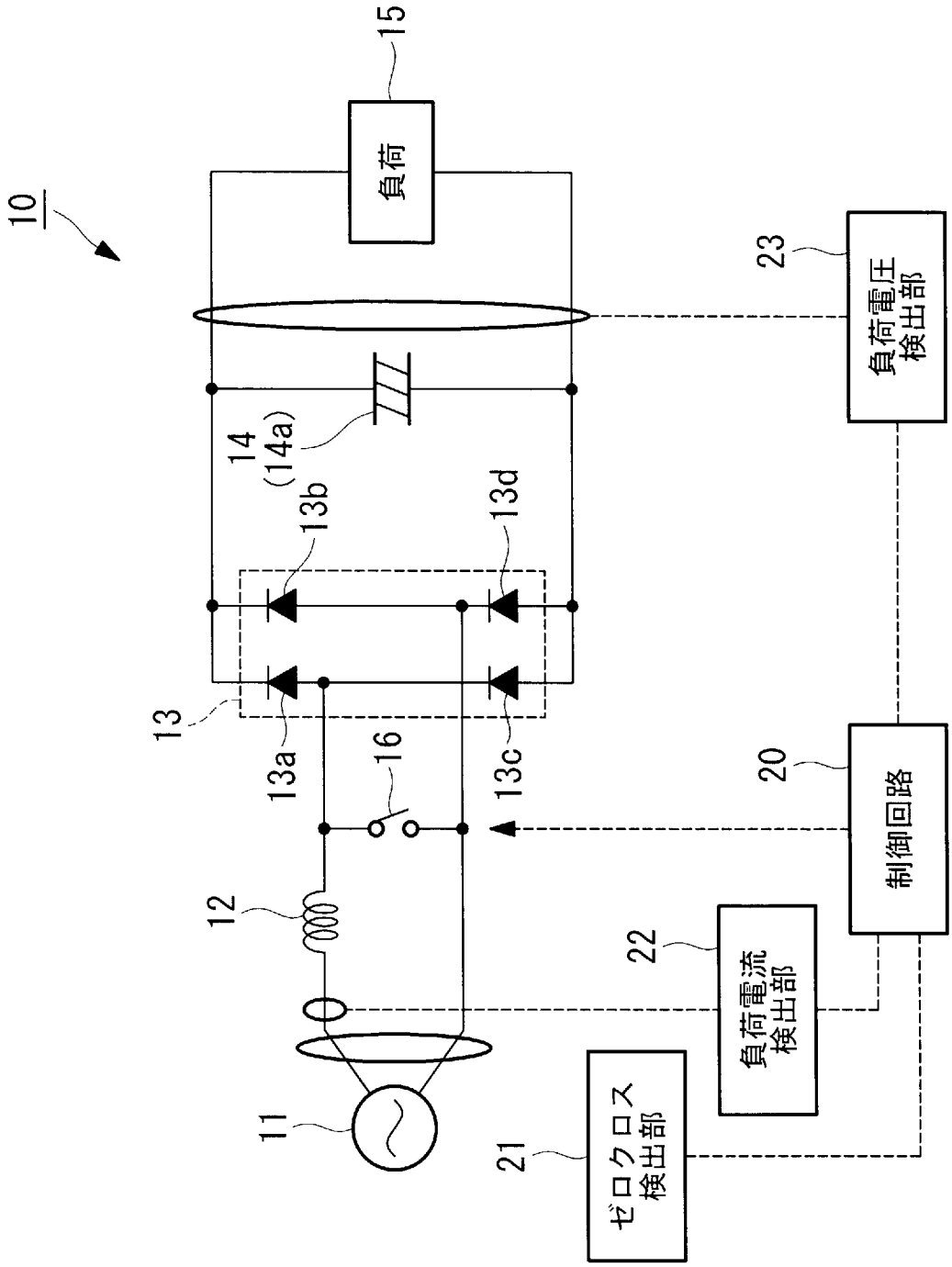
前記整流手段に並列に前記整流手段の直流端子側に接続された平滑手段と、を備えた電源装置の消費電力推定方法であって、

交流電源からの入力電圧が一定の場合に所定の入力電流において前記負荷に供給する直流電圧が一定となるように、前記スイッチ手段を開閉させる駆動パルスのＯＮ及びＯＦＦを前記入力電流に応じて決定

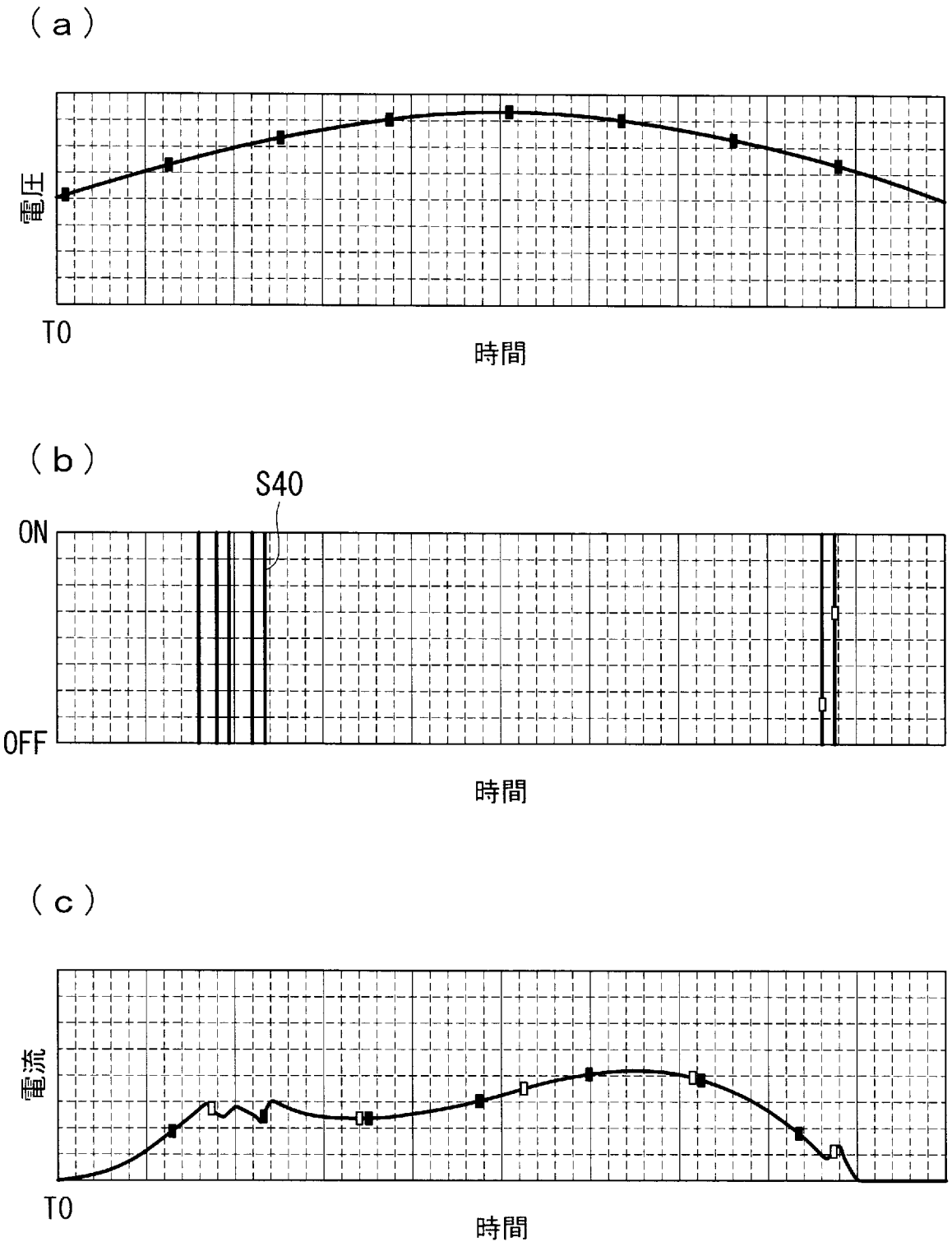
し、

前記入力電流と前記直流電圧とに基づいて前記交流電源からの入力電圧を推定し、該入力電圧、前記入力電流、及び力率から前記負荷の消費電力を算出する消費電力推定方法。

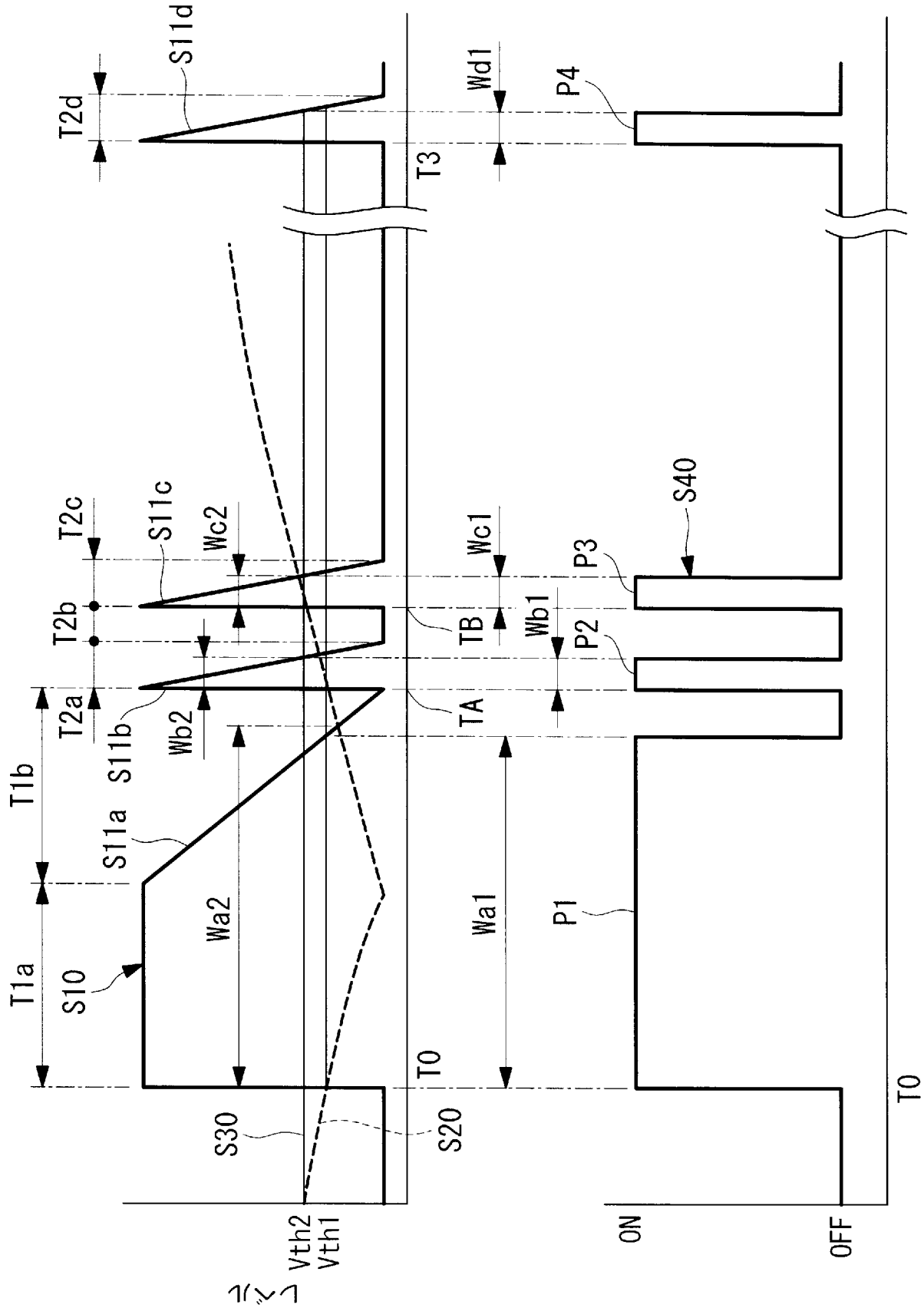
[図1]


10
15
負荷
23
負荷電圧検出部
14
(14a)
13b
13d
13
13a
16
13c
20
制御回路
12
22
負荷電流検出部
11
21
ゼロクロス検出部

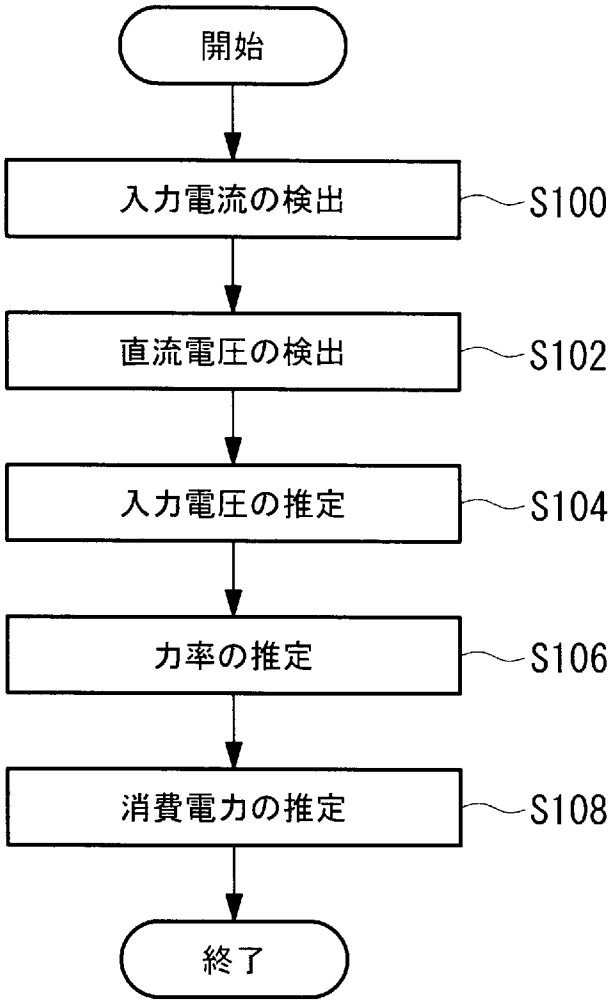
[図2]



[図3]


T2d
S11d
Wd1
P4
T3
T2c
S11c
Wc2
Wc1
P3
S40
T2b
TB
Wb1
P2
T2a
S11b
Wb2
TA
T1b
S11a
T1a
S10
Wa2
Wa1
P1
T0
S30
S20
Vth2
Vth1
ON
OFF
T0

[図4]


開始
入力電流の検出
S100
直流電圧の検出
S102
入力電圧の推定
S104
力率の推定
S106
消費電力の推定
S108
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/080409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/12(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)
H02M7/12

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 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 2006-304586 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0149] to [0167]; fig. 22 to 25 (Family: none)	1-2
Y	JP 2013-201805 A (Sharp Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0025] to [0077]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2
A	JP 2011-24300 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 February 2011 (03.02.2011), entire text & EP 2456062 A1 & WO 2011/007568 A1	1

☐ 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	Date of mailing of the international search report
25 December 2014 (25.12.14)	13 January 2015 (13.01.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８０４０９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/12(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.　H02M7/12

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	JP 2006-304586 A (三菱電機株式会社) 2006.11.02, [0149]-[0167], 図 22-25 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 2013-201805 A (シャープ株式会社) 2013.10.03, [0025]-[0077], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2011-24300 A (三菱重工業株式会社) 2011.02.03, 全文 & EP 2456062 A1 & WO 2011/007568 A1	1

☐　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	国際調査報告の発送日
２５．１２．２０１４	１３．０１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　３３２８
松本　泰典
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７