(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
2022年3月10日(10.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/050226 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 3/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/031760

(22) 国際出願日： 2021年8月30日(30.08.2021)

(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 2020-147424 2020年9月2日(02.09.2020) JP

(71) 出願人: ヤマハ株式会社 (**YAMAHA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 Shizuoka (JP).

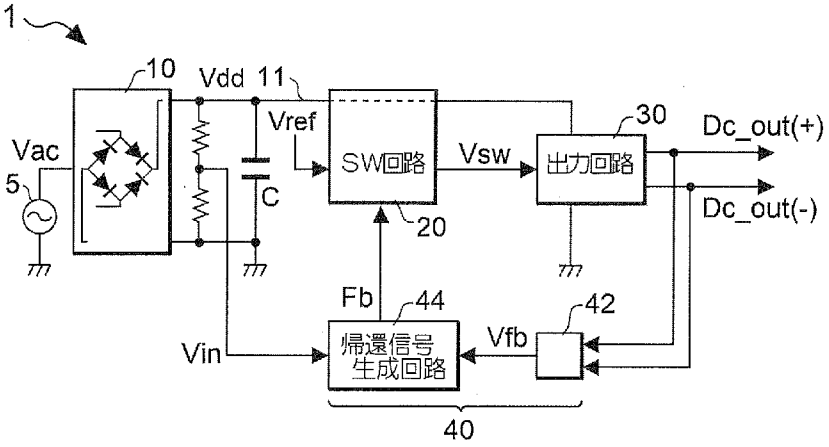
(72) 発明者: 野呂 正夫 (**NORO, Masao**); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 三宅 佳郎(**MIYAKE, Yoshiro**); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人中部国際特許事務所 (**CHUBU PATENT OFFICE**); 〒4610004 愛知県名古屋市東区葵３丁目１５番３１号千種ニュータワービル１８階 Aichi (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,

(54) **Title:** SWITCHING POWER SOURCE DEVICE

(54) 発明の名称： スイッチング電源装置



20 SW circuit
30 Output circuit
44 Feedback signal generation circuit

(57) **Abstract:** A switching power source device 1 in which the power factor is improved is realized with a simple configuration. The switching power source device 1 includes: a rectifier circuit 10 that rectifies input AC voltage and outputs the voltage as a first voltage; a SW circuit 20 that switches the first voltage on the basis of a feedback signal Fb and generates a switching voltage; an output circuit 30 that generates a second voltage based on the switching voltage; and a feedback circuit 40 that generates a feedback signal Fb based on the first voltage and the second voltage. The feedback circuit 40 includes: a carrier wave generation circuit that generates a carrier wave having a prescribed cycle, the wave height varying in accordance with the average value of the first voltage, and the rise and/or fall of the carrier wave being non-linear; a PWM circuit that generates a PWM signal on the basis of the result of comparison of the first voltage and the voltage of the carrier wave, the PWM signal having a wave height in accordance with the second voltage; and a low-pass filter that

WO 2022/050226 A1

[続葉有]

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

generates the feedback signal based on the PWM signal.

(57) 要約：力率を改善するスイッチング電源装置１を簡易な構成で実現する。 入力交流電圧を整流して、第１電圧として出力する整流回路１０と、第１電圧を、帰還信号Ｆbに基づいてスイッチングし、スイッチング電圧を生成するＳＷ回路２０と、スイッチング電圧から、第２電圧を生成する出力回路３０と、第１電圧と第２電圧とから帰還信号Ｆbを生成する帰還回路４０と、を含み、帰還回路４０は、所定周期の搬送波であって、第１電圧の平均値に応じて波高が変化し、かつ、立ち上がりと立ち下がり少なくとも一方が非線形の搬送波を生成する搬送波生成回路と、第１電圧と搬送波の電圧との比較結果に基づいたＰＷＭ信号であって、かつ、第２電圧に応じた波高を有するＰＷＭ信号を生成するＰＷＭ回路と、ＰＷＭ信号から前記帰還信号を生成するローパスフィルターとを含む。

明　細　書

発明の名称 ： スイッチング電源装置

技術分野

[0001]　本開示は、スイッチング電源装置に関する。

背景技術

[0002]　電子機器等に使用されるスイッチング電源装置は、交流の商用電源を、より高い周波数でスイッチングしなおし、トランスを介して出力して、アイソレートされた直流電源を生成する。スイッチ電源装置では、交流電源を、整流および平滑化し、直流を生成して、スイッチングする。この整流および平滑化においてパルス状の電流が流れると、それによりスイッチング電源装置の力率が悪化する。この電流波形を制御して、力率を改善するため、通常、スイッチング電源装置にはＰＦＣ（Power Factor Correction）回路が設けられる（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－２５３９５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、ＰＦＣ回路が設けられる構成では、スイッチング電源装置が大規模化する、という問題がある。

課題を解決するための手段

[0005]　上記目的を達成するために、本開示の一態様に係るスイッチング電源装置は、入力交流電圧を整流して、第１電圧として出力する整流回路と、前記第１電圧を、帰還信号に基づいてスイッチングし、スイッチング電圧を生成するスイッチング回路と、前記スイッチング電圧から、第２電圧を生成する出力回路と、前記第１電圧と前記第２電圧とから前記帰還信号を生成する帰還回路と、を含み、前記帰還回路は、所定周期の搬送波であって、前記第１電

圧の平均値に応じて波高が変化し、かつ、立ち上がりと立ち下がり少なくとも一方が非線形の搬送波を生成する搬送波生成回路と、前記第１電圧と前記搬送波の電圧との比較結果に基づいたＰＷＭ信号であって、かつ、前記第２電圧に応じた波高を有するＰＷＭ信号を生成するＰＷＭ回路と、前記ＰＷＭ信号から前記帰還信号を生成するローパスフィルターとを含み、前記搬送波の非線形により、前記ＰＷＭ信号は、前記第１電圧の値が大きいほど前記第１電圧の変化に応じたパルス幅の変化が大きい。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]実施形態に係るスイッチング電源装置の一例を示す図である。

[図2]スイッチング電源装置における帰還信号生成回路の構成の一例を示す図である。

[図3]搬送波の波形の一例を示す図である。

[図4]スイッチング電源装置におけるＳＷ回路等の構成の一例を示す図である。

[図5]スイッチング電源装置の動作を説明するための図である。

[図6]搬送波の波形の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。

図１は、実施形態に係るスイッチング電源装置１の構成を示す図である。このスイッチング電源装置１は、例えば商用の交流電源を直流電源に変換する電力変換装置であり、整流回路１０、スイッチング（ＳＷ）回路２０、出力回路３０および帰還回路４０を含む。

[0008] 整流回路１０は、例えばダイオードブリッジであり、商用の交流電源５から出力される交流Ｖacを全波整流して、当該全波整流した電圧Ｖddを給電線１１に出力する。電圧Ｖddは、抵抗分割等により分圧されて、信号Ｖinとして帰還回路４０に供給される。また、整流回路１０の出力端には平滑用のコンデンサーＣが並列に接続される。

[0009] ＳＷ回路２０は、基準信号Ｖrefと帰還回路４０から出力される帰還信号Ｆ

bとに基づいてスイッチング電圧Ｖswを生成する。

出力回路３０は、スイッチング電圧Ｖswから、正側の電圧Ｄc_out(+)および負側のＤc_out(-)を出力する。なお、本実施形態では、スイッチング電源装置１の出力を正側の電圧Ｄc_out(+)および負側のＤc_out(-)としているが、どちらか一方の電圧のみを出力する構成としてもよい。

[0010] 帰還回路４０は、セパレータ４２と帰還信号生成回路４４とを含む。セパレータ４２は、例えば電圧Ｄc_out(+)およびＤc_out(-)の電位差を、フォトカプラを介して信号Ｖfbとして出力する。フォトカプラを介するのは、入力側の交流Ｖacと出力側の電圧Ｄc_out(+)、Ｄc_out(-)との絶縁を図るためである。なお、信号Ｖfbは、電圧Ｄc_out(+)およびＤc_out(-)の電位差に応じて、電位差が大きくなるほど小さくなる電圧であり、スイッチング電源装置１の負極性の出力電圧と言い換えられる。なお、信号Ｖfbは、電圧Ｄc_out(+)およびＤc_out(-)に応じた直流電圧である。図１に示すように、帰還信号生成回路４４は、整流回路１０から入力される信号Ｖinとセパレータ４２から出力される信号Ｖfbに基づいて帰還信号Ｆbをスイッチング回路２０に出力する回路である。

[0011] 図２は、帰還信号生成回路４４の構成の一例を示す図である。帰還信号生成回路４４は、平均化回路４４１、搬送波生成回路４４３、ＰＷＭ回路４４５と、ローパスフィルター４４７とを含む。

平均化回路４４１は、例えダイオードＤ0、抵抗素子Ｒおよびコンデンサー Ｃ0を含み、リップルが残存する信号Ｖinをコンデンサー Ｃ0によって平滑化する。すなわち、平均化回路４４１は、信号Ｖinにおける電圧の平均値を出力する。なお、平均化回路４４１から出力される信号をＶavg1とする。つまり、平均化回路４４１は、整流回路１０から入力される信号Ｖinに基づいて、信号Ｖinの平均値である信号Ｖavg1を搬送波生成回路４４３に出力する回路である。電圧の平均値とは、単位時間における当該電圧の積分値を当該単位時間で除した値であり、回路でいえば、コンデンサー Ｃ0の両端に現れる電圧をいう。

[0012] 搬送波生成回路４４３は、搬送波Ｓcを出力する。搬送波Ｓcの波形は、例えば図３に示されるように、１周期Ｔpにおいて電圧が上昇する部分Ｔ1と電圧が低下する部分Ｔ2とが繰り返される三角波である。部分Ｔ1では電圧が時間経過に対して非線形（非直線）で上昇し、部分Ｔ2では時間経過に対して電圧が線形（直線）で低下する。

本実施形態において、部分Ｔ1の特性は次式（１）の関数Ｆで表される。

Ｖ＝Ｆ（ｔ^(1/2)）…（１）

すなわち、部分Ｔ1における電圧Ｖは、時間ｔの（１／２）乗、つまり平方根の関数で示される。

なお、関数Ｆの時間ｔについて、搬送波Ｓcの１周期Ｔpの起点を０とし、終点を１として正規化した場合、非線形の部分Ｔ1は、変域０≦ｔ≦１の一部において、関数Ｆ（ｔ^(1/2)）に対応する形状を有している、ということになる。

[0013] また、搬送波生成回路４４３は、搬送波Ｓcの波高Ｖsow(p-p)を、信号Ｖavg1の電圧に比例させる。このため、信号Ｖavg1の電圧がある値の場合に、搬送波Ｓcが実線Ａのように出力される状況において、信号Ｖavg1の電圧が高くなった場合には、搬送波Ｓcが破線Ｂ1のように出力され、信号Ｖavg1の電圧が低くなった場合には、搬送波Ｓcが破線Ｂ2のように出力される。

なお、搬送波Ｓcの周波数（１／Ｔp）は、交流電源５の周波数は数十ｋＨｚ～数百ｋＨｚ程度である。また、波高はピークトゥピーク値で示される。

このような搬送波生成回路４４３は、例えば、搬送波Ｓcの基本波形をメモリに記憶させておき、当該メモリから波形を繰り返して読み出すとともに、その波高Ｖsow(p-p)を、信号Ｖavg1の電圧に比例させて出力する構成により実現できる。また、搬送波生成回路４４３は、整流回路１０の信号Ｖinの平均値に比例する波高を有する搬送波Ｓcを出力する回路であるということもできる。

[0014] ＰＷＭ回路４４５は、コンパレーター４４５ａとバッファ４４５ｂとを含む。

コンパレーター４４５ａにおいて、正入力端(+)には信号Ｖinが供給され、負入力端(-)には搬送波Ｓcが供給される。このため、コンパレーター４４５ａは、信号Ｖinの電圧と搬送波Ｓcの電圧とを比較し、当該比較の結果として、波高がほぼ一定の信号Ｖavg2を出力する。詳細には、コンパレーター４４５ａは、信号Ｖinの電圧が搬送波Ｓcの電圧以上であれば、信号Ｖavg2をＨレベルで出力し、信号Ｖinの電圧が搬送波Ｓcの電圧未満であれば、信号Ｖavg2をＬレベルで出力する。信号Ｖagv2は、パルス幅変調された信号である。バッファ４４５ｂはレベルシフタであって、信号Ｖavg2のパルス形状を保ったまま、その波高を信号Ｖfbに変えた信号Ｖpwmを出力する。すなわち、ＰＷＭ回路４４５は、入力された信号Ｖfbに基づいて、信号Ｖpwmの波高を変更する回路である。なお、信号Ｖpwmは、信号Ｖavg2をレベルシフトした信号であるので、信号Ｖavg2と同様にパルス幅変調された信号である。

[0015] ローパスフィルター４４７は、パルス幅変調された信号Ｖpwmをアナログ電圧の帰還信号Ｆbに復調する。

[0016] 図４は、ＳＷ回路２０および出力回路３０の構成の一例を示す図である。ＳＷ回路２０は、制御回路２１、ドライバー２５、２６、スイッチＳwHおよびＳwLを含み、出力回路３０は、トランス３３および整流平滑化回路３４を含む。

[0017] 制御回路２１は、基準信号Ｖrefと帰還信号Ｆbとに基づいて信号Ｓw_HおよびＳw_Lを出力する。

ドライバー２５は、信号Ｓw_Hを増幅し、スイッチＳwHの制御信号として出力する。ドライバー２６は、信号Ｓw_Lを増幅して、スイッチＳwLの制御信号として出力する。電圧Ｖddが出力される給電線１１は、ＳＷ回路２０におけるスイッチＳwHの一端およびトランス３３における一次側の一端に接続される。スイッチＳwHの他端は、トランス３３における一次側の他端およびスイッチＳwLの一端に接続される。

スイッチＳwHにおける一端および他端の間は、ドライバー２５の出力信号がＨレベルのときに導通し、当該出力信号がＬレベルのときに絶縁する。同

様に、スイッチＳwLにおける一端および他端の間は、ドライバー２６の出力信号がＨレベルのときに導通し、当該出力信号がＬレベルのときに絶縁する。

[0018] トランス３３の二次側には、整流平滑化回路３４が設けられる。詳細には、整流平滑化回路３４は、ダイオードＤ1、Ｄ2、コンデンサーＣ1およびＣ2を含む。トランス３３における二次側の一端は、ダイオードＤ1のアノードに接続され、ダイオードＤ1のカソードは、電圧Ｄc_out(+)の出力端およびコンデンサーＣ1の一端に接続される。トランス３３における二次側の他端は、ダイオードＤ2のカソードに接続され、ダイオードＤ2のアノードは、電圧Ｄc_out(-)の出力端およびコンデンサーＣ2の一端に接続される。トランス３３における二次側の中性点は、コンデンサーＣ1の他端およびコンデンサーＣ2の他端に接続されて、一次側とは絶縁されて接地される。

[0019] ＳＷ回路２０における制御回路２１は、基準信号Ｖrefの電圧と帰還回路４０から出力される帰還信号Ｆbの電圧との差が小さくなるように、信号Ｓw_Hのデューティー比および信号Ｓw_Lのデューティー比を制御する。制御回路２１は、帰還信号Ｆbの電圧が大きくなるほど、トランス３３の一次側に掛かる電圧Ｖswのデューティ比が大きくなるよう、信号Ｓw_H及び信号Ｓw_Lのデューティ比を制御する。先述したように、信号Ｖfbは負極性であるので、出力電圧が高くなるほど電圧Ｖswのデューティ比は小さくなり、出力電圧が低くなるほど電圧Ｖswのデューティ比は大きくなる。この動作により、出力電圧は、所定の目標電圧に近づく。

[0020] 一般的なスイッチング電源装置において、具体的には出力信号の電圧がＳＷ回路２０に直接帰還される構成において、力率を低下させる要因は、交流電圧を整流および平滑化する手段にある。具体的には、図１でいえば整流回路１０およびコンデンサーＣである。スイッチング電源装置では、交流を整流および平滑化することで直流電圧に変換し、当該直流電圧をスイッチング回路によりスイッチングすることで出力電圧を安定化させるので、整流回路１０およびコンデンサーＣを省略することができない。

そこで、本実施形態に係るスイッチング電源装置１では、帰還回路４０が、ＳＷ回路２０への帰還信号Ｆｂを次のような演算により生成している。

第１に、交流Ｖacを整流および平滑化した後の信号Ｖinの電圧を、二乗した信号（Ｖin^2）を生成する。

第２に、交流Ｖac（信号Ｖin）の電圧変動を吸収するために、信号（Ｖin^2）の電圧を信号Ｖinにおける電圧の平均値で除した信号（Ｖin^2／Ｖin平均値）を生成する。

第３に、出力電圧を示す信号Ｖfbと、信号（Ｖin^2／Ｖin平均値）とを乗算した信号｛Ｖfb×（Ｖin^2／Ｖin平均値）｝を求めて、当該乗算した信号をＳＷ回路２０への帰還信号Ｆｂとして供給する。

[0021] このように帰還回路４０での演算には、乗算および除算が含まれる。乗算および除算は、本実施形態では、次のようにして実行される。

[0022] パルス幅変調された信号は、入力信号Ｖinの電圧と搬送波の電圧とを比較して得られる二値信号である。パルス幅変調におけるゲインＧは、次式（１）のように表すことできる。

Ｇ＝Ｖout／Ｖin …（１）

式（１）において、Ｖoutは、パルス幅変調された信号をローパスフィルターで復調することで得られるアナログ電圧である。

[0023] また、ゲインＧは、次式（２）のように表すこともできる。

Ｇ＝Ｖpwm(p-p)／Ｖsow(p-p) …（２）

式（２）において、Ｖpwm(p-p)はパルス変調された信号における電圧の波高であり、Ｖsow(p-p)は上述したように搬送波における電圧の波高である。

つまり、パルス変調された信号における電圧の波高Ｖpwm(p-p)、または／および、搬送波における電圧の波高Ｖsow(p-p)を変化させると、パルス幅変調のゲインＧを変化させることができる。

式（２）から判るように、ゲインＧは、波高Ｖpwm(p-p)に比例し、波高Ｖsow(p-p)に反比例する。このため、波高Ｖpwm(p-p)の変化は乗算に相当し、波高Ｖsow(p-p)の変化は除算に相当する。

[0024] パルス幅変調において、入力信号から出力信号（すなわち、パルス幅変調された信号をローパスフィルターで搬送波成分を除去した復調信号）への変換特性をリニアにするためには、搬送波の傾斜部分を直線にする必要がある。

逆にいえば、傾斜部分が直線ではなく、例えば、時間ｔで変化する関数Ｆ（ｔ）にしたがって湾曲していると、パルス幅変調の変換特性は、当該関数Ｆ（ｔ）の逆関数であるF^{-1}（ｔ）の特性にしたがうことになる。

このため、入力信号の電圧を二乗した信号を出力する場合、この傾斜部分を、関数Ｆ（ｔ^2）の逆関数である関数Ｆ（ｔ^(1/2)）で表される形状とすればよいことになる。

[0025] なお、搬送波の傾斜部分とは、搬送波のうち、異なる電圧レベルと比較したときに時間差が生じる部分であり、換言すれば、信号Ｖinの電圧が変化したときに、信号Ｖavg2のパルス幅の変化に主に寄与する部分である。具体的には、搬送波の傾斜部分とは、時間経過とともに電圧の上昇および急降下（または電圧の下降および急上昇）が繰り返される鋸波であれば、電圧の急降下（または急上昇）部分を除いた部分であり、電圧の上昇および下降が交互に繰り返される三角波であれば、その電圧の上昇および下降する部分である。鋸波における電圧の急上昇部分または急降下部分では、異なる電圧レベルと比較したときに時間差が十分に小さいので、ここでいう傾斜部分ではない。

[0026] 帰還信号Ｆbの電圧は、信号Ｖfbの電圧と、信号Ｖinにおける電圧の二乗値を当該信号Ｖinにおける電圧の平均値で除した値と、の積、すなわち｛Ｖfb×（Ｖin^2／Ｖin平均値）｝である。

本実施形態では、上記積のうち、（Ｖin^2）の項については、搬送波Ｓcにおける部分Ｔ1の波形を関数Ｆ（ｔ^(1/2)）で表される形状とすることで求められる。（１／Ｖin平均値）の項については、搬送波Ｓcの波高をＶinの平均値に応じて変化させることで求められる。このため、コンパレーター４４５ａから出力される信号Ｖavg2は、仮にローパスフィルターで復調されると、

図５に示されるように、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の電圧となる。

[0027] なお、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の瞬時値は、信号Ｖinの瞬時値に応じて変化する。また、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の波高および形状とは、周期単位でみれば、ほぼ変化しない。具体的には、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の波高については、信号Ｖinの信号レベル（平均電圧）の高低にかかわらず、おおよそ同じであり、かつ、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の波形では、信号Ｖinの各周期におけるピーク付近で大きな値となる。

次に、上記積のうち、Ｖfbの項を乗じる点については、信号Ｖavg2の波高を、バッファ４４５ｂによって信号Ｖfbの電圧に変えることにより達成される。

信号Ｖavg2の波高を信号Ｖfbに応じて変えた信号Ｖpwmを、ローパスフィルター４４７で復調することにより、上記積で示される電圧を有する帰還信号ＦbがＳＷ回路２０に帰還される。帰還信号Ｆbは交流Ｖacの各周期における正と負のピーク付近で大きくなり、それに応じて電圧Ｖswのデューティ比も大きくなる。ピーク付近でトランス３３の一次側により多くのエネルギーが供給され、結果として電源装置１の力率が改善される。

[0028] 従来において乗算および除算をアナログ演算で実行する場合には、トランジスターのベース・エミッタ間の電圧Ｖbeとコレクタ電流Ｉcとの対数特性が用いられることが多い。具体的には、対数変換（Ｉog変換）すると、乗算が加算で、除算が減算で行えることを利用する。そして、

入力信号→対数変換→加算／減算→逆対数変換→出力信号

という手順を経ると、乗算／除算が可能になる。

しかしながら、トランジスターの電圧Ｖbeの絶対値が小さく、微小な変化でコレクタ電流Ｉcが大きく変化するので、トランジスター自身の熱雑音やノイズの影響でダイナミックレンジを確保することが難しい。また、電圧Ｖbeが温度で変化しやすいので、温度の影響をキャンセルする工夫が必要となり、回路素子数の増加や専用ＩＣ化などのためにコストアップの要因になっている。

[0029] これに対して、本実施形態では、二乗を含む乗算および除算の演算がパルス幅変調により実現されるので、上記トランジスターの対数特性を用いた構成と比較して、温度で変化する要素が少なく、また、回路構成の簡易化が図られる。

[0030] 上述した実施形態では、搬送波Ｓcを図３に示されるような三角波としたが、搬送波Ｓcの波形としては、図６に示されるような鋸波としてもよい。すなわち、図３において電圧の傾斜を伴って低下する部分Ｔ2をなくして、非線形で電圧が上昇する部分Ｔ1のみとしてもよい。換言すれば、非線形の部分Ｔ1は、変域０≦ｔ≦１の全部において、関数Ｆ（ｔ^(1/2)）に対応する形状を有してもよい。

なお、電圧が非線形で上昇する部分については、時間経過とともに傾きが小さくなって、例えば図６に示されるように、信号Ｖinの電圧が高いほど、当該信号Ｖinの電圧の変化に対して、信号Ｖavg2のパルス幅の変化が大きくなればよい。

[0031] また、図３または図６においては、搬送波Ｓcにおいて電圧が時間経過とともに上昇する部分Ｔ1を非線形としたが、三角波または鋸波において電圧が時間経過とともに低下する部分Ｔ2を非線形としてもよい。制御回路２１として、帰還信号Ｆbの電圧が大きくなるほど、トランス３３の一次側に掛かる電圧Ｖswのデューティ比を小さくする回路を用いても良い。その場合、信号Ｖfbの項を正極性（出力電圧に比例する値）とし、（Ｖin^2／Ｖin平均値）の項を負極性（所定値から（Ｖin^2／Ｖin平均値）を減産した値）とすればよい。

[0032] ＜付記＞

上述した実施形態等から、例えば以下のような態様が把握される。

[0033] 本開示の態様（第１態様）に係るスイッチング電源装置は、入力交流電圧を整流して、第１電圧として出力する整流回路と、前記第１電圧を、帰還信号に基づいてスイッチングし、スイッチング信号を生成するスイッチング回路と、前記スイッチング電圧に基づいて、第２電圧を生成する出力回路と、

前記第１電圧と前記第２電圧とから前記帰還信号を生成する帰還回路と、を含み、前記帰還回路は、所定周期の搬送波であって、前記第１電圧の平均値に応じて波高が変化し、かつ、立ち上がりと立ち下がり少なくとも一方が非線形の搬送波を生成する搬送波生成回路と、前記第１電圧と前記搬送波の電圧との比較結果に基づいたＰＷＭ信号であって、かつ、前記第２電圧に応じた波高を有するＰＷＭ信号を生成するＰＷＭ回路と、前記ＰＷＭ信号から前記帰還信号を生成するローパスフィルターとを含み、前記搬送波の非線形により、前記ＰＷＭ信号は、前記第１電圧の値が大きいほど前記第１電圧の変化に応じたパルス幅の変化が大きい。

この態様によれば、帰還信号を生成するに際の演算がパルス幅変調により実行されるので、トランジスターの対数特性を用いた構成と比較して、温度で変化する要素が少なく、また、回路構成の簡易化が図られる。

なお、信号Ｖinの電圧が第１電圧の一例であり、電圧Ｄc_out(+)またはＤc_out(-)が第２電圧の一例である。また、信号ＶpwmがＰＷＭ信号の一例である。また、部分Ｔ1が搬送波の立ち上がりの一例であり、部分Ｔ2が搬送波の立ち下がりの一例である。

[0034] 第１態様の例（第２態様）において、前記非線形は、変域０≦ｔ≦１の関数Ｆ（ｔ^(1/2)）に対応する形状を有する。この態様によれば、帰還信号を生成する際の二乗の演算を実行することができる。

[0035] 第１または第２態様の例（第３態様）において、前記出力回路は、前記スイッチング電圧を入力して、交流電圧を出力するトランスと、前記交流電圧を整流平滑化して、前記第２電圧を生成する整流平滑化回路と、を含む。

第１乃至第３のいずれかの態様の例（第４態様）において、前記搬送波は、立ち上がりまたは立ち下がりが非線形である鋸波、もしくは、少なくとも立ち上がりまたは立ち下がりの一方が非線形である三角波である。

符号の説明

[0036] １…スイッチング電源装置、１０…整流回路、２０…スイッチング回路、３０…出力回路、３３…トランス、３４…整流平滑化回路、４０…帰還回路

、４４…帰還信号生成回路、４４３…搬送波生成回路、４４５…ＰＷＭ回路、４４７…ローパスフィルター。

請求の範囲

[請求項1] 入力交流電圧を整流して、第１電圧として出力する整流回路と、

前記第１電圧を、帰還信号に基づいてスイッチングし、スイッチング電圧を生成するスイッチング回路と、

前記スイッチング電圧から、第２電圧を生成する出力回路と、

前記第１電圧と前記第２電圧とから前記帰還信号を生成する帰還回路と、を含み、

前記帰還回路は、

所定周期の搬送波であって、前記第１電圧の平均値に応じて波高が変化し、かつ、立ち上がりと立ち下がり少なくとも一方が非線形の搬送波を生成する搬送波生成回路と、

前記第１電圧と前記搬送波の電圧との比較結果に基づいたＰＷＭ信号であって、かつ、前記第２電圧に応じた波高を有するＰＷＭ信号を生成するＰＷＭ回路と、

前記ＰＷＭ信号から前記帰還信号を生成するローパスフィルターと、を含み、

前記搬送波の非線形により、前記ＰＷＭ信号は、前記第１電圧の値が大きいほど前記第１電圧の変化に応じたパルス幅の変化が大きい、スイッチング電源装置。

[請求項2] 前記非線形は、変域０≦ｔ≦１の関数Ｆ（ｔ^(1/2)）に対応する形状を有する請求項１のスイッチング電源装置。

[請求項3] 前記出力回路は、

前記スイッチング電圧)が入力され、交流電圧を出力するトランスと、

前記交流電圧を整流平滑化して、前記第２電圧を生成する整流平滑化回路と、を含む請求項１または２のスイッチング電源装置。

[請求項4] 前記搬送波は、立ち上がりまたは立ち下がりが非線形である鋸波、もしくは、少なくとも立ち上がりまたは立ち下がりの一方が非線形で

ある三角波である請求項１乃至３のいずれかのスイッチング電源装置。

[請求項5] 前記帰還回路は、

前記整流回路から前記第１電圧が入力される帰還信号生成回路と、

前記出力回路から前記第２電圧が入力されるセパレータと、を含み、

前記帰還信号生成回路は、入力された前記第１電圧及び前記セパレータからの出力に基づいて前記帰還信号を前記スイッチング回路に出力する請求項１乃至４のいずれかのスイッチング電源装置。

[請求項6] 前記帰還回路は、入力された前記第１電圧に基づいて前記第１電圧の平均値を前記搬送波出力回路に出力する平均化回路を、さらに備える請求項１乃至５のいずれかのスイッチング電源装置。

[請求項7] 前記搬送波出力回路から出力される前記搬送波の波高は、入力される前記第１電圧の平均値に比例する請求項１乃至６のいずれかのスイッチング電源装置。

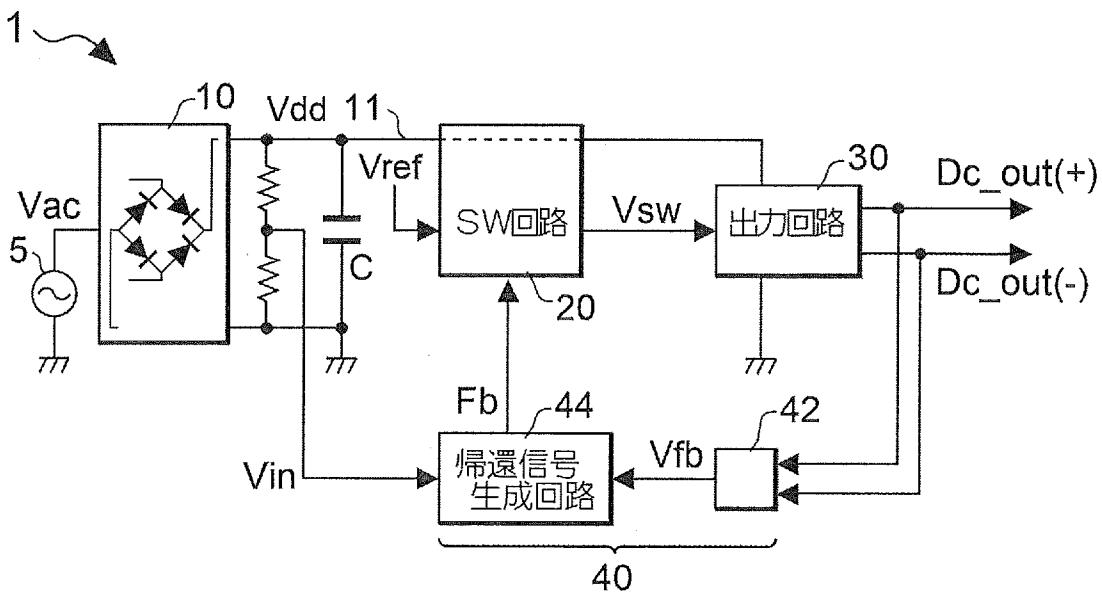
[請求項8] 前記出力回路は、入力された前記スイッチング電圧に基づいて前記第２電圧の正側の電圧及び負側の電圧を出力するものであり、

前記帰還回路の前記ＰＷＭ回路には、前記第２電圧の前記正側の電圧と前記負側の電圧の電位差に応じた電位差電圧が入力される請求項１乃至７のいずれかのスイッチング電源装置。

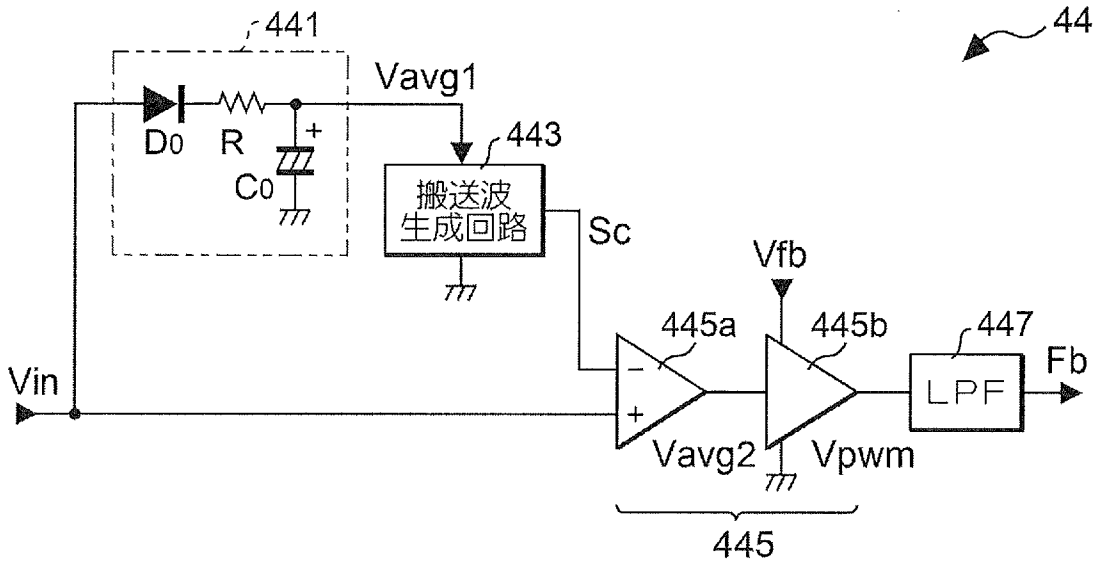
[請求項9] 前記ＰＷＭ回路は、入力された前記電位差電圧に基づいて、前記ＰＷＭ信号の波高を変更する請求項８のスイッチング電源装置。

[請求項10] 前記ＰＷＭ回路から出力される信号は、前記電位差電圧と前記第１電圧の２乗の積を前記第１電圧の平均値で除算したものである請求項９のスイッチング電源装置。

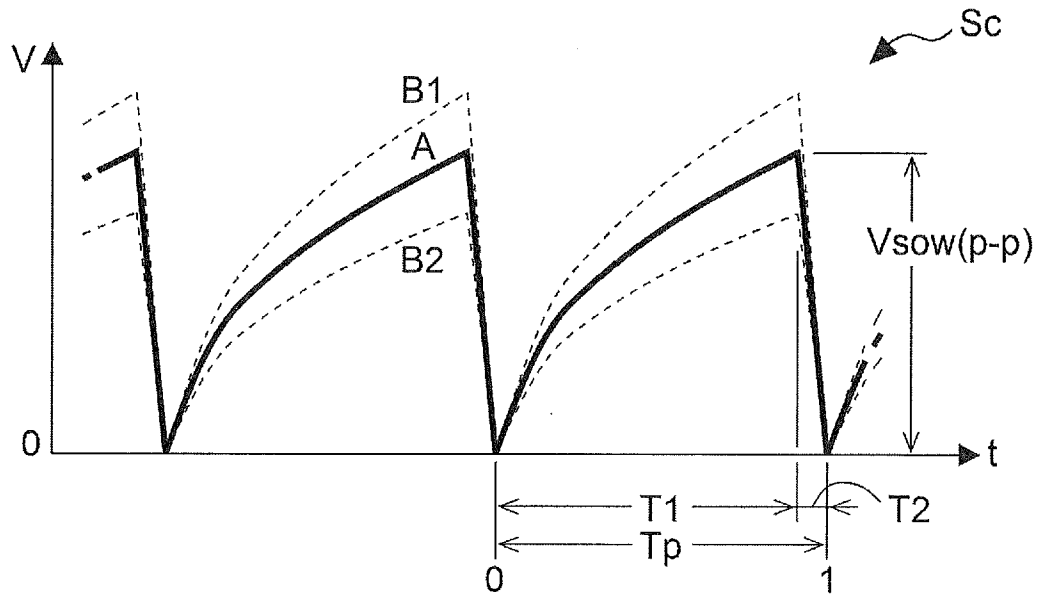
[図1]


1
10
Vdd
11
Vref
SW回路
Vsw
30
出力回路
Dc_out(+)
Dc_out(-)
Vac
5
C
20
Fb
44
42
Vfb
Vin
帰還信号
生成回路
40

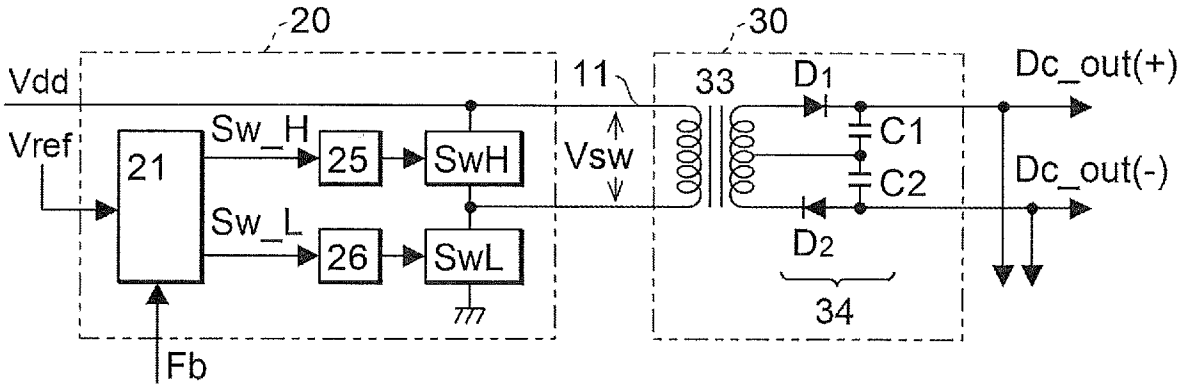
[図2]


441
44
Vavg1
D0
R
C0
443
搬送波
生成回路
Sc
Vfb
445a
445b
447
Fb
Vin
LPF
Vavg2
Vpwm
445

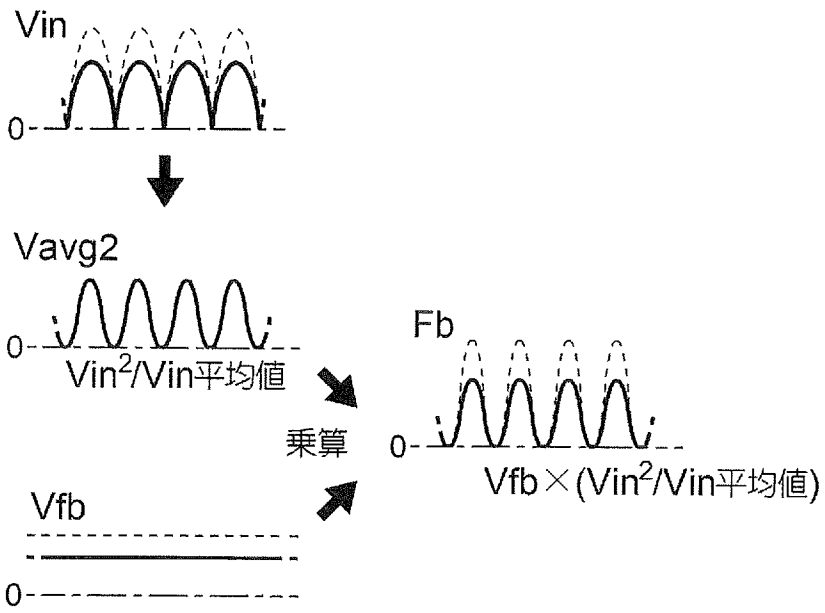
[図3]


Sc
V
B1
A
B2
Vsow(p-p)
0
t
T1
T2
Tp
0
1

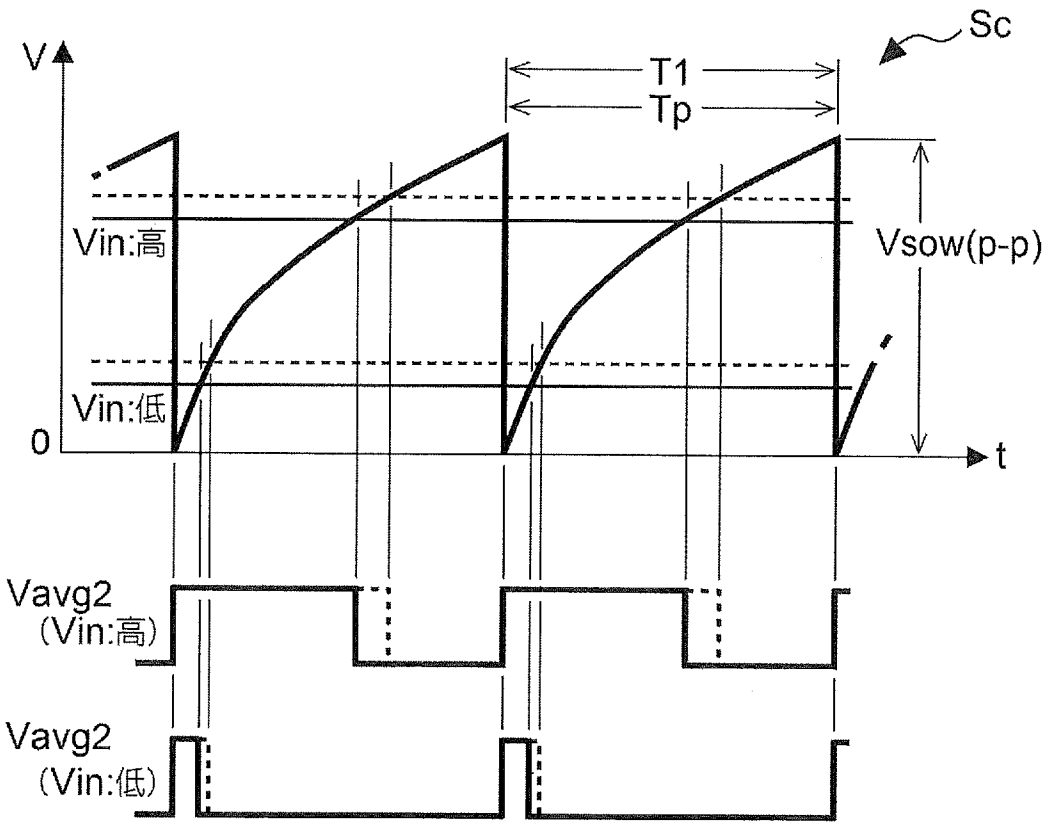
[図4]


20
30
Vdd
11
33
D1
Dc_out(+)
Vref
21
Sw_H
25
SwH
Vsw
C1
C2
Dc_out(-)
Sw_L
26
SwL
D2
34
Fb

[図5]


Vin
0
Vavg2
0
Vin²/Vin平均値
乗算
Fb
0
Vfb×(Vin²/Vin平均値)
Vfb
0

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/031760

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/28(2006.01)i
FI: H02M3/28 P

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)

H02M3/28

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 5-300734 A (NIHON PROTECTOR CO., LTD.) 12 November 1993 (1993-11-12) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2020-137322 A (NTN CORP.) 31 August 2020 (2020-08-31) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2012-191775 A (EYE LIGHTING SYSTEMS CORP.) 04 October 2012 (2012-10-04) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2010-124567 A (NAYUTA CO., LTD.) 03 June 2010 (2010-06-03) entire text, all drawings	1-10
A	JP 6-22546 A (NIHON PROTECTOR CO., LTD.) 28 January 1994 (1994-01-28) entire text, all drawings	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	Date of mailing of the international search report
21 October 2021	**02 November 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/031760

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 5-300734 A	12 November 1993	(Family: none)	
JP 2020-137322 A	31 August 2020	(Family: none)	
JP 2012-191775 A	04 October 2012	(Family: none)	
JP 2010-124567 A	03 June 2010	(Family: none)	
JP 6-22546 A	28 January 1994	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/031760

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02M 3/28(2006.01)i
FI: H02M3/28 P

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））

H02M3/28

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 5-300734 A (株式会社日本プロテクター) 12.11.1993 (1993-11-12) 全文，全図	1-10
A	JP 2020-137322 A (ＮＴＮ株式会社) 31.08.2020 (2020-08-31) 全文，全図	1-10
A	JP 2012-191775 A (株式会社アイ・ライティング・システム) 04.10.2012 (2012-10-04) 全文，全図	1-10
A	JP 2010-124567 A (株式会社ナユタ) 03.06.2010 (2010-06-03) 全文，全図	1-10
A	JP 6-22546 A (株式会社日本プロテクター) 28.01.1994 (1994-01-28) 全文，全図	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
“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抵触するものではなく、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
21.10.2021	02.11.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
栗栖　正和 5G 3987
電話番号 03-3581-1101 内線 3526

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/031760

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5-300734 A	12.11.1993	（ファミリーなし）	
JP 2020-137322 A	31.08.2020	（ファミリーなし）	
JP 2012-191775 A	04.10.2012	（ファミリーなし）	
JP 2010-124567 A	03.06.2010	（ファミリーなし）	
JP 6-22546 A	28.01.1994	（ファミリーなし）	