

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-22628
(P2008-22628A)

(43) 公開日 平成20年1月31日(2008.1.31)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H02M 3/00 (2006.01) H02M 3/00 W 5H730

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-192049 (P2006-192049)
(22) 出願日 平成18年7月12日 (2006.7.12)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者 土屋 次郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H730 AA14 AS01 AS17 BB43 DD04
EE02 FG05

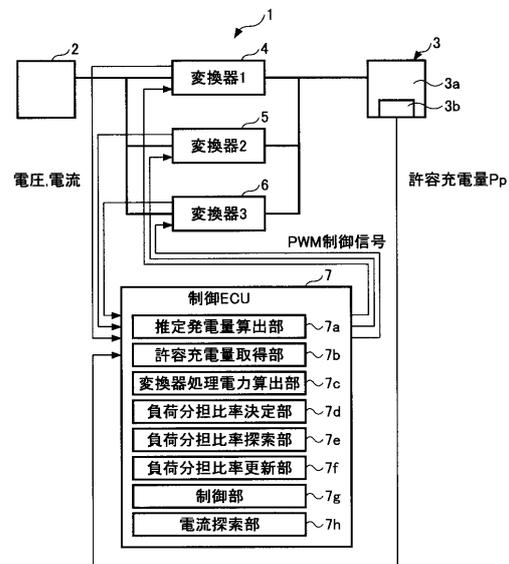
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】入力電力の幅広い領域において、効率の高い変換を行うことができる電力変換装置を提供すること。

【解決手段】本発明に係る電力変換装置1は、電源2により供給される電力を変換して負荷に供給する電力変換装置であって、定格出力の異なる複数の変換器4、5、6を並列接続して備え、電源2により供給される電力に応じて、複数の変換器4、5、6のうちの動作させる変換器の組み合わせを変化させる制御手段7を備えることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電源により供給される電力を変換して負荷に供給する電力変換装置であって、定格出力の異なる複数の変換器を並列接続して備え、前記電源により供給される電力に応じて、前記複数の変換器のうちの動作させる変換器の組み合わせを変化させる制御手段を備えることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】

前記変換器相互間の負荷分担比率を、予め定められた負荷分担比率マップにより決定する負荷分担比率決定手段を備え、

前記負荷分担比率マップにより決定された負荷分担比率に基づき、前記電力変換装置の効率が最大となる負荷分担比率を探索する負荷分担比率探索手段を備え、

前記負荷分担比率探索手段により探索された負荷分担比率に基づいて、前記制御手段が前記複数の変換器のうちの動作させる変換器を選択して制御することを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記負荷分担比率探索手段により探索された前記電力変換装置の効率が最大となる負荷分担比率に基づいて、前記負荷分担比率マップを更新する負荷分担比率更新手段を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば自動車等に用いられる電力変換装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、DC/DCコンバータ等の電力変換装置において、幅広い入力電圧変動範囲や出力電圧変動範囲において、効率を高めるための技術として、例えば特許文献 1 に記載されたようなものがある。この特許文献 1 に記載された電力変換装置においては、回路方式の異なる複数の変換器を並列に接続して、入力電圧条件および/又は出力電圧条件に基づいて、複数の変換器のうちいずれかの電力変換回路を選択することが提案されている。また、効率を高める電力変換装置として、特許文献 2 に記載されているようなものもあるが、この特許文献 2 に記載された電力変換装置においては、同じ特性の変換器を複数台並列に接続して、出力電力の分担を調整することが行われている。

【特許文献 1】特開平 6 - 3 1 1 7 2 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 1 7 8 8 7 7 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ところが、特許文献 1 に記載の電力変換装置では、電力変換装置の回路動作に必要な電力が入力電力の小さい領域で顕在化して、入力電力の小さい領域において効率が低下するという問題があった。また、特許文献 2 に記載の電力変換装置においても、同じ特性の変換器を複数台並列に接続しているため、入力電力が小さい領域において、個々の変換器の効率の低い部分が重なり合って、これも効率が低下するという問題があった。

【0004】

本発明は、上記問題に鑑み、入力電力の幅広い領域において、効率の高い変換を行うことができる電力変換装置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】**【0005】**

上記の問題を解決するため、本発明による電力変換装置は、

電源により供給される電力を変換して負荷に供給する電力変換装置であって、定格出力の異なる複数の変換器を並列接続して備え、

10

20

30

40

50

前記電源により供給される電力に応じて、前記複数の変換器のうちの動作させる変換器の組み合わせを変化させる制御手段を備えることを特徴とする。

【0006】

ここで、前記変換器相互間の負荷分担比率を、予め定められた負荷分担比率マップにより決定する負荷分担比率決定手段を備え、

前記負荷分担比率マップにより決定された負荷分担比率に基づき、前記電力変換装置の効率が最大となる負荷分担比率を探索する負荷分担比率探索手段を備え、

前記負荷分担比率探索手段により探索された負荷分担比率に基づいて、前記制御手段が前記複数の変換器のうちの動作させる変換器を選択して制御することが好ましい。

【0007】

これによれば、前記制御手段が前記複数の変換器を選択するにあたっての制御内容を簡略化することができる。

【0008】

さらに、前記負荷分担比率探索手段により探索された前記電力変換装置の効率が最大となる負荷分担比率に基づいて、前記負荷分担比率マップを更新する負荷分担比率更新手段を備えることが好ましい。

【0009】

これによれば、前記電力変換装置の効率が最大となる負荷分担比率を次回以降に探索する時間を短縮するとともに、負荷分担比率マップの負荷分担比率を常に最適なものとすることができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、入力電力の幅広い領域において、効率の高い変換を行うことができる電力変換装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

【実施例】

【0012】

図1は、本発明に係る電力変換装置の一実施例を示す回路図であり、図2は、本発明に係る電力変換装置の一実施例に用いられるDC/DCコンバータの構成を示す回路図である。

【0013】

本実施例の電力変換装置1は、廃熱回収スタック2により供給される電力を変換してバッテリー装置3に供給するものであり、定格出力の異なる変換器としてのDC/DCコンバータ4、5、6を並列接続して備えるとともに、これらのDC/DCコンバータ4、5、6のうち動作させるDC/DCコンバータの組み合わせを変化させるとともに選択して制御する制御ECU7を備えて構成される。

【0014】

廃熱回収スタック2は、自動車の排気ガスが有する熱エネルギーを、例えばBi-Te系、Si-Ge系の半導体材料からなる熱電素子を用いて電気エネルギーに変換して発電するものである。この熱電素子は、ここでは図示しない排気ガスが通流するエキゾーストマニホールドと排気管との間に設けられた気体通路とエンジンの冷却水が通流する冷却管との間に配置され、熱電素子の一方は冷却管内の冷却水により冷却され、他方面は気体通路内の排気ガスにより加熱されて、これにより熱電素子内に温度差が発生して発電が行われる。

【0015】

バッテリー装置3は例えばPbバッテリー3aとバッテリーECU(Electronic Control Unit)3bにより構成され、電力変換装置1により供給される電力により充電されるもので

10

20

30

40

50

あり、ここでは図示しない空調装置や、カーオーディオ装置、カーナビゲーション装置などの各車載機器に電力を供給するものである。バッテリー ECU 3 b は例えば CPU、ROM、RAM およびそれらを接続するデータバスから構成され、ROM に格納されたプログラムに従い、CPU が以下に述べる処理を行うものである。バッテリー ECU 3 b は Pb バッテリー 3 a の充電量および許容充電量を常態監視しており、許容充電量情報を例えば CAN (Controller Area Network) により、制御 ECU 7 に伝送する。

【0016】

DC/DC コンバータ 4 は例えば図 2 に示すようなフライバック型の DC/DC コンバータであり、フライバックトランス 8、MOSFET 9、ダイオード 10、コンデンサ 11、入力電圧計 12、入力電流計 13、入力端子 14、出力端子 15、コンデンサ 16 を主たる構成要素として構成される。この DC/DC コンバータ 4 においては、MOSFET 9 の PWM 制御により、フライバックトランス 8 の一次巻線に流れる電流を制御し、フライバックトランス 8 の二次巻線に巻線比に比例した交流の電圧を発生させ、ダイオード 10 およびコンデンサ 11 にて直流に整流して、昇圧又は降圧された電力をバッテリー装置 3 に供給する。なおコンデンサ 16 は入力インピーダンスを低下する目的で挿入されるものである。

10

【0017】

また、入力電圧計 12 は、各 DC/DC コンバータの入力電圧ひいては廃熱回収スタック 2 の出力電圧 V および開放電圧 V_{oc} を検出するものである。開放電圧 V_{oc} は、MOSFET 9 を制御 ECU 7 の指令の下、オフとした状態にて測定する。

20

【0018】

なお、DC/DC コンバータ 4 に並列接続される DC/DC コンバータ 5 および DC/DC コンバータ 6 の回路構成は、基本的に図 2 に示したフライバック型の DC/DC コンバータと同様である。ここでは、DC/DC コンバータ 4 (変換器 1) の定格出力を 100 W、DC/DC コンバータ 5 (変換器 2) の定格出力を 200 W、DC/DC コンバータ 6 (変換器 3) の定格出力を 400 W としている。上述したフライバックトランス、MOSFET、ダイオード、コンデンサの諸元を、DC/DC コンバータ 5、6 それぞれの定格出力に対応したものとすることにより、異なる定格出力を有するそれぞれの DC/DC コンバータ 5、6 が構成される。

【0019】

制御 ECU 7 (Electronic Control Unit) は例えば CPU、ROM、RAM およびそれらを接続するデータバスから構成され、ROM に格納されたプログラムに従い、CPU が以下に述べる処理を行うものである。制御 ECU 7 は、推定発電量算出部 7 a と、許容充電量取得部 7 b と、変換器処理電力算出部 7 c と、負荷分担比率決定部 7 d と、負荷分担比率探索部 7 e と、負荷分担比率更新部 7 f と、制御部 7 g と、電流探索部 7 h とを備える。

30

【0020】

推定発電量算出部 7 a は、入力電圧計 12 により検出した開放電圧 V_{oc} に基づいて、廃熱回収スタック 2 の推定発電量 P_{in} 、電流 I_{in} 、電圧 V_{in} を、図 3 に示すような推定発電量マップを用いて算出する。なお、図 3 に示した推定発電量マップは、図 4 に示すような廃熱回収スタック 2 の発電特性図に基づいて決定されるものである。図 4 中短絡電流 I_s は予め MOSFET 9 をオンとした状態にて入力電流計 14 により測定して得られるものであり、推定発電量 P_{in} を求めるための電流 I_{in} は短絡電流 I_s の半分の値として求められ、推定発電量 P_{in} を求めるための電圧 V_{in} は開放電圧 V_{oc} の半分の値として求められ、電流 I_{in} と電圧 V_{in} の積により P_{in} が求められる。図 3 においては便宜上、開放電圧 V_{oc} を 5 V 単位で変化させた場合の、推定発電量 P_{in} 、電流 I_{in} 、電圧 V_{in} を示している。

40

【0021】

許容充電量取得部 7 b は、バッテリー装置 3 のバッテリー ECU 3 b より伝送された許容充電量 P_p を取得する。

50

【 0 0 2 2 】

変換器処理電力算出部 7 c は、供給電力算出部 7 a の算出した廃熱回収スタック 2 の推定発電量 P_{in} と、要求電力取得部 7 b の取得した許容充電量 P_p とを比較して、推定発電量 P_{in} が許容充電量 P_p よりも大きい場合には、変換器処理電力 = 許容充電量 P_p とし、そうでない場合には、変換器処理電力 = 推定発電量 P_{in} とする。

【 0 0 2 3 】

負荷分担比率決定部 7 d は、変換器処理電力算出部 7 c の算出した変換器処理電力に基づいて、図 5 に示すような、変換器選択マップを用いて、運転する DC / DC コンバータを選択する。図 5 に示すように、負荷分担比率決定部 7 d は、変換器処理電力が 100 W 以下である場合には、100 W の DC / DC コンバータ 4 を選択し、変換器処理電力が 100 W より大きく 300 W 以下である場合には、100 W の DC / DC コンバータ 4 と 200 W の DC / DC コンバータ 5 を選択し、変換器処理電力が 300 W より大きく 500 W 以下である場合には、100 W の DC / DC コンバータ 4 と 400 W の DC / DC コンバータ 6 を選択し、変換器処理電力が 500 W より大きく 600 W 以下である場合には、200 W の DC / DC コンバータ 5 と 400 W の DC / DC コンバータ 6 を選択する。

10

【 0 0 2 4 】

加えて、負荷分担比率決定部 7 d は、入力電力計 1 2 により検出した開放電圧 V_{oc} に基づいて、選択された DC / DC コンバータの組み合わせのうちそれぞれの DC / DC コンバータの負荷分担比率を、図 6 に示すような負荷分担比率マップを用いて算出する。本実施例の DC / DC コンバータは電流制御であるため、負荷分担比率 R は、選択された二つの DC / DC コンバータ（これを便宜上変換器 A、B と呼ぶ）のうち一方の変換器 A の電力を P_a 、電流を I_a 、他方の変換器 B の電力を P_b 、電流を I_b とすると、負荷分担比率は $R = P_a / (P_a + P_b) = I_a / (I_a + I_b)$ で示される。なお、図 6 に示した推定発電量マップは、本実施例の電力変換装置において後述する山登り法と同様の方法により予め実験的に求められるものである。

20

【 0 0 2 5 】

負荷分担比率探索部 7 e は、負荷分担比率決定部 7 d により決定された負荷分担比率 R を基準として、電力変換装置 1 の効率が実際に最大となる負荷分担比率 R を山登り法により探索する。山登り法については、後述するフローチャートの説明において詳細に説明する。なお、予め求めた負荷分担比率 R と、電力変換装置 1 の効率が実際に最大となる負荷分担比率が相違する理由は、各 DC / DC コンバータを構成するフライバックトランス 8、MOSFET 9、ダイオード 10、コンデンサ 11 の劣化に起因するものである。

30

【 0 0 2 6 】

負荷分担比率更新部 7 f は、負荷分担比率探索部 7 e が探索した、電力変換装置 1 が実際に最大となる負荷分担比率 R に基づいて、図 6 に示した負荷分担比率マップの該当する部分を更新する。

【 0 0 2 7 】

制御部 7 g は、推定発電量算出部 7 a の求めた電流 I_{in} と、負荷分担比率決定部 7 d の決定した負荷分担比率 R および、負荷分担比率探索部 7 e の探索した負荷分担比率 R に基づき、DC / DC コンバータ 4、5、6 を PWM 制御する。これとともに、電流探索部 7 h は、電流 I_{in} を初期値として最大出力となる電流 I を後述する山登り法により探索する。

40

【 0 0 2 8 】

以上述べた本発明に係わる電力変換装置の制御内容を、フローチャートを用いて説明する。図 7 は、本発明に係わる電力変換装置の制御内容を示すフローチャートである。

【 0 0 2 9 】

S010 において、推定発電量算出部 7 a は入力電圧計 1 2 により開放電圧 V_{oc} を検出して、S020 において、推定発電量算出部 7 a は図 3 に示した推定発電量マップを用いて、推定発電量 P_{in} 、電流 I_{in} 、電圧 V_{in} を算出する。例えば、開放電圧 $V_{oc} = 20 V$ であれば、推定発電量 $P_{in} = P_4$ 、電流 $I_{in} = i_4$ 、電圧 $V_{in} = V_4$ であ

50

る。つづいて、S 0 3 0 において、許容充電量取得部 7 b はバッテリー E C U 3 b より C A N を介して許容充電量 P p を読み込む。S 0 4 0 において、変換器処理電力算出部 7 c は、推定発電量算出部 7 a が算出した推定発電量 P i n と、許容充電量取得部 7 b が取得した許容充電量 P p とを比較して、推定発電量 P i n が許容充電量 P p よりも大きければ、S 0 5 0 にすすんで、変換器処理電力を許容充電量 P p とし、推定発電量 P i n が許容充電量 P p よりも小さければ、S 0 6 0 にすすんで、変換器処理電力を推定発電量 P p とする。

【 0 0 3 0 】

以上の S 0 5 0 および S 0 6 0 の処理により求めた変換器処理電力により、負担分担比率決定部 7 d はまず、S 0 7 0 において、図 5 に示した変換器選択マップを用いて、動作させる変換器、すなわち D C / D C コンバータを選択して、動作変換器数 N を計算する。さらに、S 0 7 1 において、負荷分担比率決定部 7 d は、選択した変換器、すなわち D C / D C コンバータ相互間の負荷分担比率 R を、図 6 に示した負荷分担率マップにより計算して求める。

10

【 0 0 3 1 】

つづいて、S 0 8 0 において、負荷分担比率探索部 7 e は、動作変換器数 N = 1 であるかどうかを判定し、N = 1 であれば、S 0 9 0 にすすみ、N = 1 でなければ S 1 8 0 にすすむ。本実施例では動作変換器数 N = 1 であれば、図 5 に示した変換器選択マップにより、変換器処理電力は 1 0 0 W 以下であり、D C / D C コンバータ 4 が選択される。

【 0 0 3 2 】

以下に述べる S 0 9 0 から S 1 7 1 までの処理は、動作変換器数 N = 1 の場合における、山登り法による最大出力となる電流 I を探索する処理である。

20

【 0 0 3 3 】

S 0 9 0 において、S 0 2 0 において算出した電流 I i n を電流 I の初期値として、制御部 7 g が D C / D C コンバータ 4 を P W M 制御して、入力電圧計 1 2 により検出した電圧 V と、電流 I とにより、電流探索部 7 h がまず電力 P 1 = I × V を計算する。

【 0 0 3 4 】

さらに、S 1 0 0 において、電流探索部 7 h が電流 I に微少差分 I を加算して、S 1 1 0 において電流 I = I + I に基づいて、制御部 7 g が D C / D C コンバータ 4 を P W M 制御して、電流探索部 7 h が、入力電圧計 1 2 により検出した電圧 V と電流 I = I + I により電力 P 2 = I × V を計算する。

30

【 0 0 3 5 】

さらに、S 1 2 0 において、電流探索部 7 h が電流 I に微少差分 2 I を減算して、S 1 3 0 において、電流 I = I - 2 I に基づいて、制御部 7 g が D C / D C コンバータ 4 を P W M 制御して、電流探索部 7 h が、入力電圧計 1 2 により検出した電圧 V と電流 I = I - 2 I により電力 P 3 = I × V を計算する。

【 0 0 3 6 】

S 1 4 0 において、P 1 が P 2 および P 3 よりも大きい場合には、図 9 に示す上に凸の山形をなす P I 曲線において、P 1 が山形の P I 曲線の頂上に位置することになるので、S 1 5 0 において電流 I = I + I として、S 1 7 1 においてデューティー比 d u t y = I / I (t y p) を計算し、このデューティー比 d u t y = I / I (t y p) に基づいて制御部 7 g は D C / D C コンバータ 4 を P W M 制御する。なお、S 1 7 1 において I (t y p) とは、デューティー比が 1 である場合の電流である。

40

【 0 0 3 7 】

S 1 4 0 において、P 1 が P 2 および P 3 よりも大きくない場合には、S 1 6 0 にすすんで、電流探索部 7 h は P 3 が P 2 よりも大きいかどうかを判定し、P 3 が P 2 よりも大きい場合には、図 9 に示す P I 曲線において、P 1 が山形の曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、右肩下がりと判定して、電流 I をそのままにして S 1 7 1 においてデューティー比 d u t y = I / I (t y p) を計算し、制御部 7 g はこのデューティー比 d u t y = I / I (t y p) に基づいて D C / D C コンバータ 4 を P W M 制御する

50

。

【0038】

S160において、電流探索部7hは、P3がP2よりも大きくない場合には、図9に示す山形のPI曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、右肩上がりであると判定して、S170において電流 $I = I + 2 I$ として、S171においてデューティ比 $duty = I / I (typ)$ を計算し、制御部7gはこのデューティ比 $duty = I / I (typ)$ に基づいてDC/DCコンバータ4をPWM制御する。

【0039】

S090からS171までの山登り法による最大出力となる電流Iの探索処理は、S175においてIGオフを検出しない限り、繰り返し行われ、電流Iは最大出力となる値に収束される。

10

【0040】

また、S080において動作変換器数 $N = 1$ でないと判定された場合には、S180からS280までの処理が実行され、S180、S200、S220において、図9に示すサブルーチンPCALCが実行され、S270において、図10に示すサブルーチンPDEVIDERが実行される。本実施例においては動作変換器数 $N = 1$ でない場合とは、変換器処理電力が100W以上600W以下の場合であり、いずれの場合も動作変換器数 $N = 2$ である。

【0041】

ここでまず、図9に示すサブルーチンPCALCについて説明する。S020において推定発電量算出部7aが算出した電流 I_{in} を電流Iの初期値とし、S071で負荷分担比率決定部7dが決定した負荷分担比率Rに基づいて、S310において負荷分担比率探索部7eが変換器A、Bの電流 $I_a = I \times R$ 、 $I_b = I - I_a = I \times (1 - R)$ を計算し、制御部7gが変換器A、BをPWM制御して、電流探索部7hが、変換器A内の入力電圧計12により検出した電圧Vと、電流 $I_a = I \times R$ とにより、S320において変換器Aの電力 $P_a = I_a \times V$ を計算し、S330において変換器B内の入力電圧計12により検出した電圧Vと、電流 $I_b = I \times (1 - R)$ とにより、変換器Bの電力 $P_b = I_b \times V$ を計算し、S340において、変換器AおよびB全体の電力 $P = P_a + P_b$ を計算する。

20

【0042】

続いて、図10に示すサブルーチンPDEVIDERについて説明する。S020において推定発電量算出部7aが算出した電流 I_{in} を電流Iの初期値とし、S071で負荷分担比率決定部7dが決定した負荷分担比率Rに基づいて、S410において負荷分担比率探索部7eが変換器A、Bの電力P4を図9に示したサブルーチンPCALCを用いて計算し、S420において負荷分担比率Rに微少差分 ΔR を加算して、S430において負荷分担比率探索部7eが変換器A、Bの電力P5を図9に示したサブルーチンPCALCを用いて計算する。さらに、S440において、負荷分担比率探索部7eが負荷分担比率Rに微少差分 $2 \Delta R$ を減算して、S450において、負荷分担比率探索部7eが変換器A、Bの電力P6を図9に示したサブルーチンPCALCを用いて計算する。

30

【0043】

S460において、P4がP5およびP6よりも大きい場合には、図11に示す上に凸の山形をなすPR曲線において、P4が山形のPR曲線の頂上に位置することになるので、S470において負荷分担比率探索部7eが負荷分担比率 $R = R + \Delta R$ として、S500において、負荷分担比率更新部7fが、図6に示した負荷分担比率マップの該当する箇所を更新してS500にすすみサブルーチンPDEVIDERを終了する。

40

【0044】

S460において、P4がP5およびP6よりも大きくない場合には、S480にすすんで、負荷分担比率探索部7eはP6がP5よりも大きいかどうかを判定し、P6がP5よりも大きい場合には、図11に示すPR曲線において、P4が山形の曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、右肩下がりであると判定して、負荷分担比率RをそのままにしてS510にすすんでサブルーチンPDEVIDERを終了する。

50

【 0 0 4 5 】

S 4 8 0において、P 6がP 5よりも大きくない場合には、図 1 1に示す山形のP R曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、負荷分担比率探索部 7 eは右肩上がりであると判定して、S 4 9 0において負荷分担比率 $R = R + 2 R$ として、S 5 1 0にすすんでサブルーチンP D E V I D E Rを終了する。

【 0 0 4 6 】

S 4 0 0からS 5 1 0までの山登り法による最大出力となる負荷分担比率Rの探索処理は、S 1 7 5においてI Gオフを検出しない限り、繰り返し行われ、負荷分担比率Rは最大出力つまりは最大効率となる値に収束される。

【 0 0 4 7 】

以下に、図 8に示すS 1 8 0からS 2 8 0までの、動作変換器数 $N = 2$ 、つまりは、選択された変換器が二個である場合の、山登り法による最大出力となる電流Iを探索する処理と効率が最大となる負荷分担比率Rを探索する処理について説明する。

【 0 0 4 8 】

S 1 8 0において、S 0 2 0において推定発電量算出部 7 aが算出した推定発電量と、その場合の電流IおよびS 0 7 1で負荷分担比率決定部 7 dが決定した負荷分担比率Rに基づいて、図 9に示したサブルーチンP C A L Cにより、まず電力 $P 1 = I \times V = I a \times V + I b \times V$ を計算する。

【 0 0 4 9 】

さらに、S 1 9 0において、電流探索部 7 hが電流Iに微少差分 I を加算して、S 2 0 0において電流 $I = I + I$ に基づいて、図 9に示したサブルーチンP C A L Cにより、電力 $P 2 = I \times V = I a \times V + I b \times V$ を計算する。

【 0 0 5 0 】

さらに、S 2 1 0において、電流探索部 7 hが電流Iに微少差分 $2 I$ を減算して、S 2 2 0において、電流 $I = I - 2 I$ に基づいて、図 9に示したサブルーチンP C A L Cにより、電力 $P 3 = I \times V = I a \times V + I b \times V$ を計算する。

【 0 0 5 1 】

S 2 3 0において、P 1がP 2およびP 3よりも大きい場合には、図 9に示す上に凸の山形をなすP I曲線において、P 1が山形のP I曲線の頂上に位置することになるので、S 2 4 0において電流探索部 7 hが電流 $I = I + I$ として、S 2 7 0において図 1 0に示したサブルーチンP D E V I D E Rの効率が最大となる変換器A、Bの負荷分担比率Rの探索および負荷分担比率マップの更新処理を行い、S 2 8 0においてこの負荷分担比率Rに基づいて、制御部 7 gがデューティ比 $d u t y (A) = I \times R / I a (t y p)$ 、 $d u t y (B) = I \times (1 - R) / I b (t y p)$ を計算し、このデューティ比 $d u t y (A)$ 、 $d u t y (B)$ に基づいて制御部 7 gは変換器A、BをPWM制御する。なお、S 2 8 0において $I a (t y p)$ および $I b (t y p)$ とは、変換器AおよびBのそれぞれにおいて、デューティ比が1である場合の電流である。

【 0 0 5 2 】

S 2 3 0において、P 1がP 2およびP 3よりも大きくない場合には、S 2 5 0にすすんで、電流探索部 7 hはP 3がP 2よりも大きいかどうかを判定し、P 3がP 2よりも大きい場合には、図 8に示すP I曲線において、P 1が山形の曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、右肩下がりであると判定して、電流IをそのままにしてS 2 8 0においてデューティ比 $d u t y (A) = I \times R / I a (t y p)$ 、 $d u t y (B) = I \times (1 - R) / I b (t y p)$ を計算し、制御部 7 gは変換器A、BをPWM制御する。

【 0 0 5 3 】

S 2 5 0において、P 3がP 2よりも大きくない場合には、図 8に示す山形のP I曲線の頂上よりも右側に位置することになるので、電流探索部 7 hは右肩上がりであると判定して、S 2 6 0において電流 $I = I + 2 I$ として、S 2 8 0においてデューティ比 $d u t y (A) = I \times R / I a (t y p)$ 、 $d u t y (B) = I \times (1 - R) / I b (t y p)$ を計算し、制御部 7 gは変換器A、BをPWM制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

S 1 8 0 から S 2 8 0 までの山登り法による最大出力となる電流 I の探索処理は、S 1 7 5 において I G オフを検出しない限り、繰り返し行われ、電流 I は最大出力となる値に収束される。

【 0 0 5 5 】

以上述べた本実施例によれば以下のような作用効果が得られる。まず、D C / D C コンバータに代表される変換器の効率は、図 1 2 に示すようにそれぞれの定格出力が異なれば、変換器に入力される電力によって変換効率の高い領域はそれぞれ異なり、おのおの変換器は定格出力よりも小さい入力電力の領域において効率が低下する。

【 0 0 5 6 】

ところが、本実施例のように、異なる定格出力の変換器を複数並列接続して、入力電力、すなわち廃熱回収スタック 2 の推定発電量に応じて選択して動作させることにより、図 1 3 に示すように、幅広い入力電力に対して効率を高めることができる。つまり、変換器 1 (1 0 0 W の D C / D C コンバータ 4) と変換器 2 (2 0 0 W の D C / D C コンバータ 5) を組み合わせた場合には、変換器 1 により変換器 2 の効率の低い領域を補い、変換器 1 と変換器 3 (4 0 0 W の D C / D C コンバータ 6) とを組み合わせた場合には、変換器 3 の効率の低い領域を変換器 1 により補うことができる。加えて、変換器 2 と変換器 3 とを組み合わせた場合には、変換器 2、3 それぞれの効率の高い領域が重なり合うので、入力電力の高い領域における効率を高めることができる。これらのことにより幅広い入力電力の領域において、電力変換装置 1 の変換効率を高めることができる。この変換効率を高める効果は、本実施例のように推定発電量が広範囲に変動しうる廃熱回収スタック 2 を用いたシステムにおいてより顕著となる。

【 0 0 5 7 】

また、動作させる変換器が一つである場合、複数である場合ともに、電力変換装置 1 全体の効率が高くなるように、電流 I の最適な値を探索して制御することができるので、これによっても効率を高めることができる。

【 0 0 5 8 】

さらに、動作させる変換器が複数である場合に、電力変換装置 1 全体の効率が高くなるように、負荷分担比率 R の最適な値を探索して制御することができるので、これによっても効率を高めることができる。

【 0 0 5 9 】

さらに、電力変換装置 1 の効率が実際に最大となる負荷分担比率 R に基づいて、図 6 に示した負荷分担比率マップを更新することにより、電力変換装置の効率が実際に最大となる負荷分担比率を次回以降に探索する時間を短縮するとともに、変換器を構成する要素の劣化にかかわらず、負荷分担比率マップの負荷分担比率を常に最適なものとすることができる。

【 0 0 6 0 】

以上実施例について詳細に説明したが、本実施例は本発明の範囲を逸脱することなく、種々の変形および置換を加えることができる。本実施例では変換器としてフライバック式の D C / D C コンバータを用いたが、フルブリッジ方式の D C / D C コンバータや、チョップ方式の D C / D C コンバータなど種々の方式の変換器を用いることが可能である。

【 0 0 6 1 】

また、本実施例では電源として廃熱回収スタックを、負荷としてバッテリー装置を用いる構成としたが、それ以外の構成とすることも可能である。図 1 4 ~ 図 1 7 にその変形例を示す。

【 0 0 6 2 】

図 1 4 は、本実施例の電源を廃熱回収スタックから商用電源に置換し、負荷としてのバッテリー装置を制御装置に置換し、定格出力の異なる複数の変換器を D C / D C コンバータから A C / D C コンバータに置換して並列接続したものである。この場合には制御装置が負荷から取得する情報は、許容充電量から、推定負荷量に置換される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 1 5 は、本実施例の電源を廃熱回収スタックから太陽光発電装置に置換し、定格出力の異なる複数の変換器を DC / DC コンバータから DC / AC コンバータに置換して並列接続したものである。

【 0 0 6 4 】

図 1 6 は、本実施例の電源を廃熱回収スタックから、ハイブリッド車に用いられる三相交流の電源系統に置換し、負荷をモータとし、定格出力の異なる複数の変換器を DC / AC コンバータとして並列接続したものである。

【 0 0 6 5 】

図 1 7 は、本実施例の電源を廃熱回収スタックから、ガソリンエンジン車に用いられる三相交流の電源系統に置換し、負荷をモータとし、定格出力の異なる複数の変換器を DC / DC コンバータと DC - AC コンバータとを組み合わせたものとして並列接続したものである。

10

【 0 0 6 6 】

図 1 4 ~ 1 7 に示した構成においては、本実施例で使用した図 3 の推定発電量マップや、図 5 に示した動作変換器マップ、図 6 に示した負担分担率マップは個々の構成に適したものに置換される。いずれの構成によっても、定格出力の異なる複数の変換器を並列接続して、推定発電量（図 1 4 に示した構成においては推定供給電力量）ひいては変換器処理電力により運転変換器を選択して、最大効率となる負担分担比率を探索することにより、入力電力の幅広い領域において高い効率を得ることができる。

20

【 0 0 6 7 】

さらに、本実施例においては、異なる定格出力の変換器を 3 個並列接続し、そのうちの 1 個を選択するまたは 2 個を選択したが、もちろん 3 個選択しても良い。また、異なる定格出力の変換器を 4 個以上並列接続する構成とすることももちろん可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 8 】

本発明は、電源と負荷との間の変換器を異なる定格出力を有する変換器を並列接続して、推定発電量および許容充電量に基づいて変換器処理電力を求め、変換器処理電力に基づいて、運転変換器を選択して運転変換器相互間の負担分担率を最適化することにより、電力変換装置全体としての効率を高めることを目的としたものである。乗用車、トラック、バス等の様々な車両に適用可能なものである。また、適用対象は車両に限られず、太陽光発電装置などの、発電機と負荷と変換器を組み合わせた装置にも適用可能であり、電源から負荷に対して変換を行って電力を供給する電力変換装置であれば適用可能である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 9 】

【 図 1 】 本発明に係る電力変換装置の一実施例を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明に係る電力変換装置の DC / DC コンバータの回路図である。

【 図 3 】 本発明に係る電力変換装置の推定発電量マップである。

【 図 4 】 本発明に係る電力変換装置の廃熱回収スタックの発電特性図である。

【 図 5 】 本発明に係る電力変換装置の変換器選択マップである。

40

【 図 6 】 本発明に係る電力変換装置の負担分担比率マップである。

【 図 7 】 本発明に係る電力変換装置の制御内容を示すフローチャートである。

【 図 8 】 本発明に係る電力変換装置の山登り法による最大出力となる電流を探索する処理の概念を示す模式図である。

【 図 9 】 本発明に係る電力変換装置の制御内容を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 本発明に係る電力変換装置の制御内容を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 本発明に係る電力変換装置の山登り法による最大出力となる負担分担比率を探索する処理の概念を示す模式図である。

【 図 1 2 】 本発明に係る電力変換装置の各変換器の効率を示す模式図である。

【 図 1 3 】 本発明に係る電力変換装置の効率を示す模式図である。

50

- 【図14】本発明に係る電力変換装置の他の実施例を示すブロック図である。
- 【図15】本発明に係る電力変換装置の他の実施例を示すブロック図である。
- 【図16】本発明に係る電力変換装置の他の実施例を示すブロック図である。
- 【図17】本発明に係る電力変換装置の他の実施例を示すブロック図である。

【符号の説明】

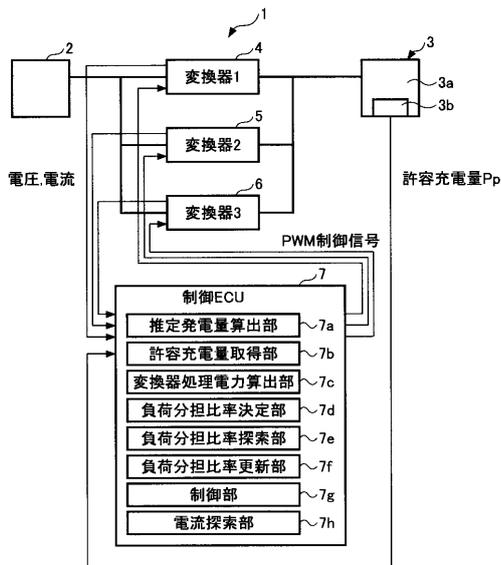
【0070】

- 1 電力変換装置
- 2 廃熱回収スタック
- 3 バッテリ装置
- 3 a P b バッテリ
- 3 b バッテリ E C U
- 4、5、6 D C / D C コンバータ
- 7 制御 E C U
- 8 フライバックトランス
- 9 M O S F E T
- 10 ダイオード
- 11 コンデンサ
- 12 入力電圧計
- 13 入力電流計
- 14 入力端子
- 15 出力端子
- 16 コンデンサ

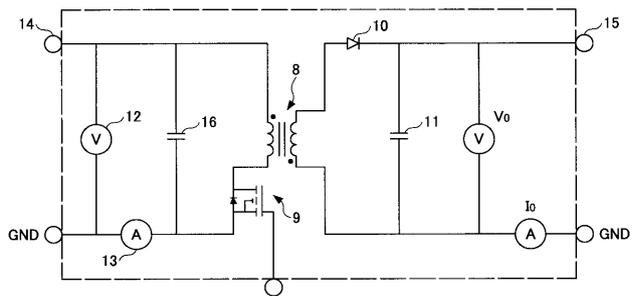
10

20

【図1】



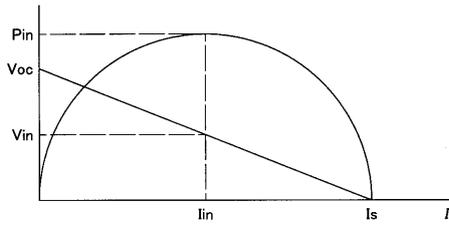
【図2】



【図3】

Voc(V)	5	10	15	20	25	30	35
推定発電量Pin(W)	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
電流Iin(A)	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7
電圧Vin(V)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7

【 図 4 】



【 図 6 】

Voc(V)	5	10	15	20	25	30	35
Pa	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4	Pa5	Pa6	Pa7
Pb	Pb1	Pb2	Pb3	Pb4	Pb5	Pb6	Pb7
R	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7

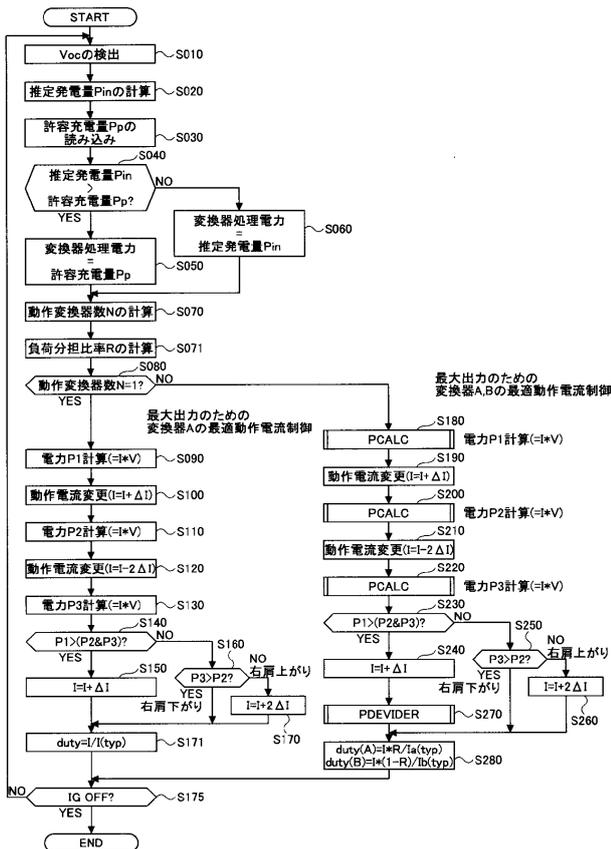
$P = Pa + Pb$
 $R = Pa / (Pa + Pb) = Ia / (Ia + Ib)$

【 図 5 】

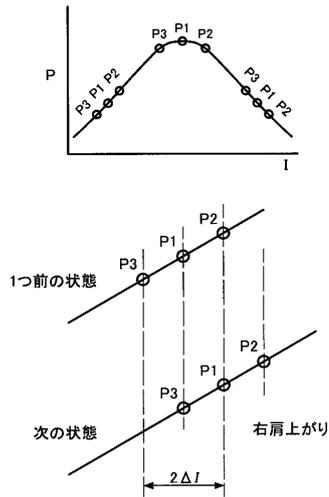
変換器処理電力	~ 100	100 ~ 300	300 ~ 500	500 ~ 600
動作変換器				
変換器1	1	1	1	0
変換器2	0	1	0	1
変換器3	0	0	1	1
動作変換器数N	1	2	2	2

0: 動作停止 1: 運転

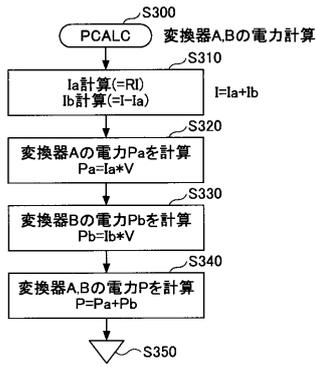
【 図 7 】



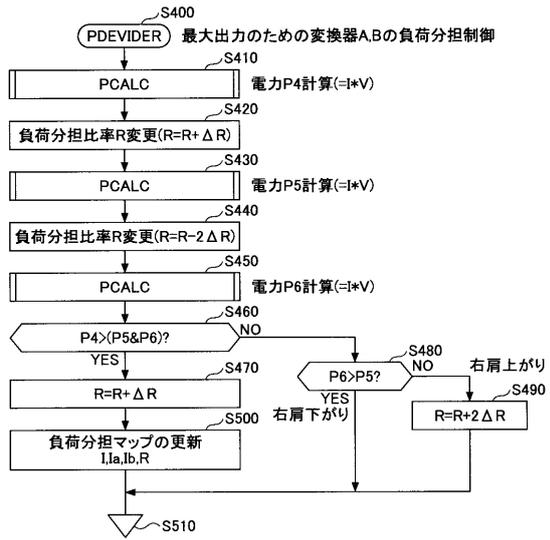
【 図 8 】



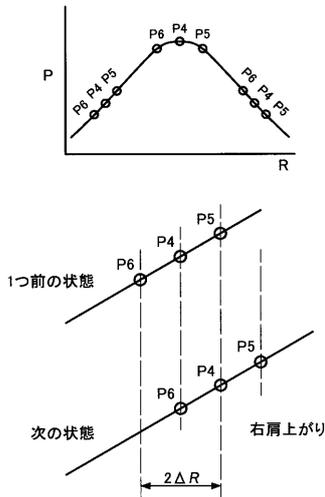
【 図 9 】



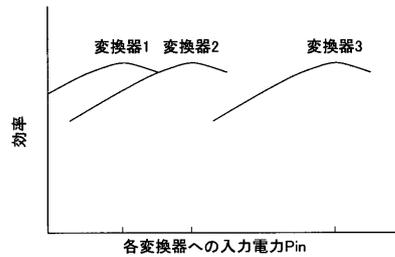
【 図 1 0 】



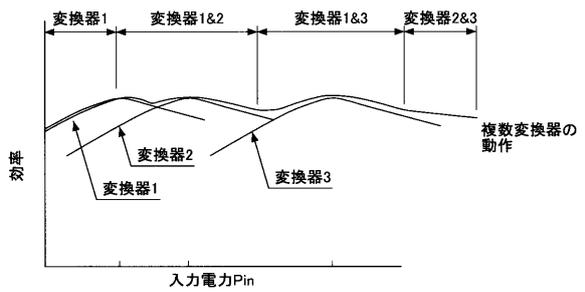
【 図 1 1 】



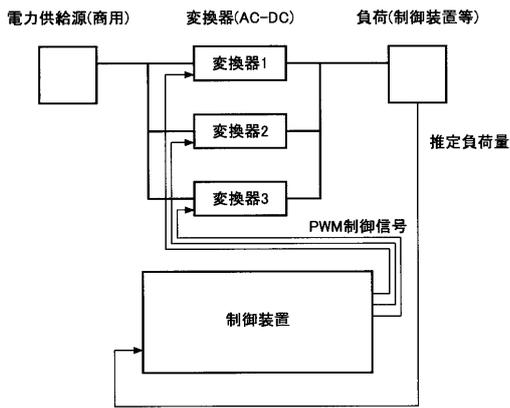
【 図 1 2 】



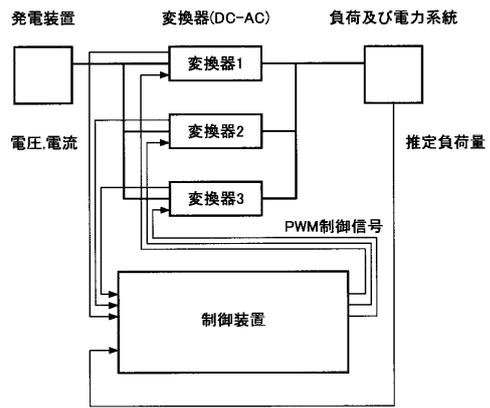
【 図 1 3 】



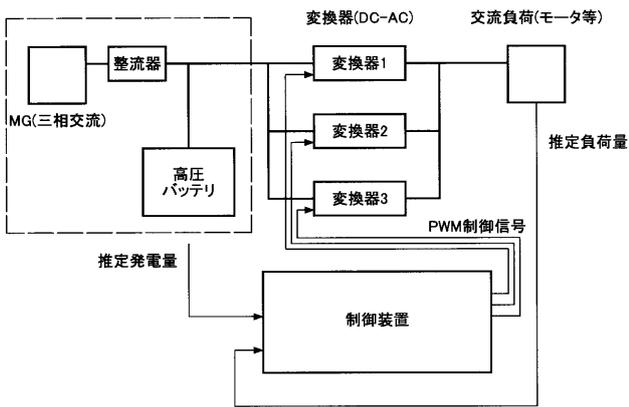
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

