

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6208024号
(P6208024)

(45) 発行日 平成29年10月4日 (2017. 10. 4)

(24) 登録日 平成29年9月15日 (2017. 9. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H02M 3/00 (2006.01)

H02M 3/00 C

H02M 3/155 (2006.01)

H02M 3/00 U

H02M 3/28 (2006.01)

H02M 3/00 K

H02M 3/155 H

H02M 3/155 K

請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-8930 (P2014-8930)
 (22) 出願日 平成26年1月21日 (2014. 1. 21)
 (65) 公開番号 特開2015-139264 (P2015-139264A)
 (43) 公開日 平成27年7月30日 (2015. 7. 30)
 審査請求日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 河村 恒毅
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 審査官 栗栖 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置および電力変換装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョッパと、
 前記昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、
 前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、
 前記トランスから出力される交流電力を整流して負荷に出力する整流部と、
 前記昇圧チョッパの入力電流を検出し第1検出信号を出力する第1電流検出部と、
 前記整流部の出力電流を検出し第2検出信号を出力する第2電流検出部と、
 前記第1検出信号及び前記第2検出信号に基づいて前記第1検出信号が電流検出状態であ
 り、前記第2検出信号が電流非検出状態である場合に、前記第2電流検出部が異常であ
 ることを検出する異常検出部と、
 を備えた電力変換装置。

10

【請求項 2】

架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョッパと、
 前記昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、
 前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、
 前記トランスから出力される交流電力を整流して負荷に出力する整流部と、
 前記インバータの出力電流を検出し第1検出信号を出力する第1電流検出部と、
 前記整流部の出力電流を検出し第2検出信号を出力する第2電流検出部と、
 前記第1検出信号及び前記第2検出信号に基づいて前記第1検出信号が電流検出状態であ
 ることを検出する異常検出部と、
 を備えた電力変換装置。

20

あり、前記第 2 検出信号が電流非検出状態である場合に、前記第 2 電流検出部が異常であることを検出する異常検出部と、

を備えた電力変換装置。

【請求項 3】

前記異常検出部により前記第 2 電流検出部が異常であることが検出された場合に、前記昇圧チョッパ及び前記インバータを制御し、電力変換動作を停止させる制御部を備えた、請求項 1 又は請求項 2 記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記インバータは、当該インバータの出力電流の周波数を商用電源周波数の n 倍 (n : 2 以上の整数) とする、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の電力変換装置。

【請求項 5】

架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョッパと、前記昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、前記トランスから出力される交流電力を整流する整流部と、前記整流部の出力電流を検出する出力電流検出部と、を備えた電力変換装置で実行される制御方法であって、

前記昇圧チョッパの入力電流を検出する過程と、

前記整流部の出力電流を検出する過程と、

前記昇圧チョッパの入力電流及び前記整流部の出力電流に基づいて前記昇圧チョッパの入力電流が検出状態であり、前記整流部の出力電流が非検出状態である場合に、前記出力電流検出部が異常であることを検出する過程と、

を備えた電力変換装置の制御方法。

【請求項 6】

架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョッパと、前記昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、前記トランスから出力される交流電力を整流する整流部と、前記整流部の出力電流を検出する出力電流検出部と、を備えた電力変換装置で実行される制御方法であって、

前記インバータの出力電流を検出する過程と、

前記整流部の出力電流を検出する過程と、

前記インバータの出力電流及び前記整流部の出力電流に基づいて前記昇圧チョッパの入力電流が検出状態であり、前記整流部の出力電流が非検出状態である場合に、前記出力電流検出部が異常であることを検出する過程と、

を備えた電力変換装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、電力変換装置および電力変換装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄道車両には、架線からの直流電力を所定電圧の直流電力に変換して車内設備（冷暖房装置、ドア開閉装置、表示装置など）に供給する鉄道車両用補助電源装置（以下、電力変換装置）が設けられている。この電力変換装置では、架線からの直流電力を交流電力に変換し、商用周波数のトランスを介して絶縁した後に整流して直流電力を負荷に対して出力している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 3 2 7 2 6 1 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来の電力変換装置においては、電力変換装置の出力電流を監視する出力電流検出器を設け、負荷短絡等の原因により過電流等の異常が発生した場合に当該電力変換装置を保護するように構成したものも提案されている。

しかし、出力電流検出器が故障した場合には、異常を検出することはできず、電力変換装置の保護が行えない虞があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

上述した課題を解決するために、実施形態の電力変換装置の昇圧チョッパは、架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧してインバータに出力する。

インバータは、昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換してトランスに出力する。

トランスは、インバータから出力される交流電力の昇圧を行って整流部に出力する。

整流部は、トランスから出力される交流電力を整流して負荷に出力する。

一方、第1電流検出部は、昇圧チョッパの入力電流を検出し第1検出信号を異常検出部に出力し、第2電流検出部は、整流部の出力電流を検出し第2検出信号を異常検出部に出力する。

【0006】

20

これらの結果、第1検出信号及び第2検出信号に基づいて第1検出信号が電流検出状態であり、第2検出信号が電流非検出状態である場合に、第2電流検出部が異常であることを検出する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、第1実施形態の鉄道車両用の電力変換装置の概要構成ブロック図である。

【図2】図2は、第2電流検出部の異常を検出するための第1実施形態における異常検出部を論理回路として構成した場合の説明図である。

【図3】図3は、第2実施形態の鉄道車両用の電力変換装置の概要構成ブロック図である。

30

【図4】図4は、第2電流検出部の異常を検出するための第2実施形態における異常検出部を論理回路として構成した場合の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照して実施形態の電力変換装置を詳細に説明する。

実施形態の電力変換装置は、例えば、架線からの直流電力を所定電圧の直流電力に変換して負荷である車内設備（冷暖房装置、ドア開閉装置、表示装置など）に供給する鉄道車両用補助電源装置として用いられる。

【0009】

40

[1] 第1実施形態

図1は、第1実施形態の鉄道車両用の電力変換装置の概要構成ブロック図である。

電力変換装置10は、直流架線（直流き電線）11から直流電力が供給されるパンタグラフ12と、線路13を介して接地された車輪14と、の間の電流経路に開放接触器（遮断器）15が直列に接続されている。

【0010】

さらに開放接触器15の後段には、入力直流電圧を昇圧する昇圧チョッパ（非絶縁型昇圧チョークコンバータ）16が接続されている。

さらに昇圧チョッパ16の後段には、昇圧チョッパ16の出力である昇圧後の直流電力を交流電力に変換して出力するインバータ17が接続されている。

50

【 0 0 1 1 】

ここで、インバータ 17 は、出力端子から出力する交流電力の周波数を商用電源の周波数 (5 0 H z あるいは 6 0 H z) の n 倍 (n : 2 以上の整数、実際には、数倍から数十倍) とする。

【 0 0 1 2 】

インバータ 17 の出力端子には、インバータ 17 の出力電圧をさらに昇圧して出力する (絶縁) トランス 18 の一次側端子が接続されている。

トランス 18 の二次側端子には、トランス 18 が出力した交流電力の全波整流を行って再び直流電力とするダイオード整流器 19 が接続されている。

【 0 0 1 3 】

さらにダイオード整流器 19 の後段には、ダイオード整流器 19 の出力から高周波成分 (ノイズ) を除去して負荷 L D に出力する L C フィルタとして構成されたフィルタ 20 が接続されている。

【 0 0 1 4 】

また、電力変換装置 10 は、異常検出部 21 X の機能を有するとともに、当該電力変換装置 10 全体の制御を行う制御部 21 と、昇圧チョッパ 16 の入力電流を検出し、第 1 検出信号 S D 1 を制御部 21 に出力する第 1 検出器としての第 1 電流検出器 22 と、フィルタ 20 の出力電流 (実効的には、ダイオード整流器 19 の出力電流) を検出し、第 2 検出信号 S D 2 を制御部 21 に出力する第 2 検出器としての第 2 電流検出器 23 と、を備えている。

【 0 0 1 5 】

上記構成において、昇圧チョッパ 16 は、開放接触器 15 に直列に接続されたコイル (チョッパリアクトル) 31 と、制御部 21 の制御下でチョッピング動作を行うスイッチング素子 32 と、逆流防止ダイオード 33 と、を備えている。

【 0 0 1 6 】

また、インバータ 17 は、2 個の直列接続されたコンデンサ 34、35 により構成されたフィルタコンデンサと、直列接続されたスイッチング素子 36 (上アーム) 及びスイッチング素子 37 (下アーム) を備えている。ここで、スイッチング素子 36 及びスイッチング素子 37 は、シリコン (S i) と比較して、ワイドバンドギャップの材料であるガリウムナイトライド (G a N : 窒化ガリウム) 半導体で形成されている。

【 0 0 1 7 】

トランス 18 は、インバータ 17 から出力される交流電力を、一次コイル及び二次コイル (図示しない) の巻数比に対応した昇圧比で変換して後段のダイオード整流器 19 へ出力する。ここで、トランス 18 の一次側及び二次側との間は絶縁されているので、電力変換装置 10 は絶縁型 D C / D C コンバータとして構成されている。

【 0 0 1 8 】

ダイオード整流器 19 は、上アームを構成するダイオード 41、42 と、下アームを構成するダイオード 43、44 と、を備え、ダイオード 41 及びダイオード 43 は直列接続され、ダイオード 42 及びダイオード 44 は、直列接続されている。

フィルタ 20 は、L C フィルタを構成するリアクトル (コイル) 51 及びコンデンサ 52 を備えている。

【 0 0 1 9 】

制御部 21 は、トランス 18 の入出力電流を図示しない電流検出器により検出し、検出電流値に応じてスイッチング素子 32、36、37 のゲート電圧を制御する。

これと並行して、制御部 21 は、第 1 検出信号 S D 1 及び第 2 検出信号 S D 2 に基づいて第 2 電流検出器 23 の異常検出を行う。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、第 2 電流検出部の異常を検出するための第 1 実施形態における異常検出部を論理回路として構成した場合の説明図である。

【 0 0 2 1 】

第 1 実施形態の異常検出部 2 1 X は、反転入力端子に第 2 検出信号 S D 2 が入力され、非反転入力端子にフィルタ 2 0 からの出力電流が無電流状態であることを識別するための無電流検出閾値 T H n c が入力された第 1 コンパレータ 6 1 と、非反転入力端子に第 1 検出信号 S D 1 が入力され、反転入力端子に昇圧チョッパ 1 6 の入力電流として正常動作時の電流が流れている有電流状態であることを識別するための有電流検出閾値 T H c が入力された第 2 コンパレータ 6 2 と、第 1 コンパレータ 6 1 及び第 2 コンパレータ 6 2 の出力がそれぞれ入力され、これらの論理積をとって第 2 電流検出器 2 3 の異常時（故障時）に“ H ”レベルの異常検出信号 S E R を出力する A N D 回路 6 3 と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

上記構成において、有電流検出閾値 T H c は、回路上の損失（特にインバータ 1 7、トランス 1 8 及びダイオード整流器 1 9 の損失）を考慮して、損失が無いものとした場合と比較して、高めの値に設定されている。

【 0 0 2 3 】

そして、異常検出部 2 1 X は、第 2 検出信号 S D 2 に相当する昇圧チョッパ 1 6 の入力電流が、有電流検出閾値 T H c に相当する正常動作時の電流値を超えており（＝第 2 コンパレータ 6 2 の出力＝“ H ”）いる場合に、第 1 検出信号 S D 1 に相当するフィルタ 2 0 の出力電流が、無電流検出閾値 T H n c に相当する電流量以下である場合に（＝第 1 コンパレータ 6 1 の出力＝“ H ”）、第 2 電流検出器 2 3 が異常であることを示す“ H ”レベルの異常検出信号 S E R を出力することとなる。

【 0 0 2 4 】

したがって、制御部 2 1 は、異常検出信号 S E R ＝“ H ”である場合に、電力変換動作を停止するように昇圧チョッパ 1 6 及びインバータ 1 7 を制御することとなる。

この結果、本第 1 実施形態によれば、電力変換装置 1 0 を実効的、かつ、確実に保護できることとなる。

【 0 0 2 5 】

[2] 第 2 実施形態

図 3 は、第 2 実施形態の鉄道車両用の電力変換装置の概要構成ブロック図である。

図 3 において、図 1 の第 1 実施形態と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

図 3 の電力変換装置 1 0 A が、図 1 の電力変換装置 1 0 と異なる点は、異常検出部 2 1 Y の機能を有するとともに、当該電力変換装置 1 0 全体の制御を行う制御部 2 1 A を備えた点と、第 1 電流検出器 2 2 に代えて、インバータ 1 7 の出力電流を検出し、第 1 検出信号 S D 1 1 を制御部 2 1 A に出力する第 1 検出器としての第 1 電流検出器 7 1 を備えた点である。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、第 2 電流検出部の異常を検出するための第 2 実施形態における異常検出部を論理回路として構成した場合の説明図である。

図 4 において、図 2 と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

【 0 0 2 7 】

第 2 実施形態の異常検出部 2 1 Y は、反転入力端子に第 2 検出信号 S D 2 が入力され、非反転入力端子にフィルタ 2 0 からの出力電流が無電流状態であることを識別するための無電流検出閾値 T H n c が入力された第 1 コンパレータ 6 1 と、非反転入力端子に第 1 検出信号 S D 1 1 が入力され、反転入力端子にインバータ 1 7 の出力電流として正常動作時の電流が流れている有電流状態であることを識別するための有電流検出閾値 T H c 1 が入力された第 2 コンパレータ 7 2 と、第 1 コンパレータ 6 1 及び第 2 コンパレータ 7 2 の出力がそれぞれ入力され、これらの論理積をとって第 2 電流検出器 2 3 の異常時（故障時）に“ H ”レベルの異常検出信号 S E R を出力する A N D 回路 7 3 と、を備えている。

【 0 0 2 8 】

上記構成において、有電流検出閾値 T H c 1 は、回路上の損失（特にトランス 1 8 及びダイオード整流器 1 9 の損失）を考慮して、第 1 実施形態と同様に、損失が無いものとした場合と比較して、高めの値に設定されているが、インバータ 1 7 の損失は考慮する必要

10

20

30

40

50

が無いので、第1実施形態の有電流検出閾値 TH_c の設定と比較して、より容易に設定が行える。

【0029】

そして、異常検出部21Yは、第2検出信号SD2に相当するインバータ17の出力電流（高周波電流）が、有電流検出閾値 TH_c 1に相当する正常動作時の電流値を超えており（＝第2コンパレータ72の出力＝“H”）いる場合に、第1検出信号SD11に相当するフィルタ20の出力電流が、無電流検出閾値 TH_{nc} に相当する電流量以下である場合に（＝第1コンパレータ61の出力＝“H”）、第2電流検出器23が異常であることを示す“H”レベルの異常検出信号SERを出力することとなる。

【0030】

したがって、制御部21Aは、異常検出信号SER＝“H”である場合に、電力変換動作を停止するように昇圧チョッパ16及びインバータ17を制御することとなる。

この結果、本第2実施形態によっても、電力変換装置10を実効的、かつ、確実に保護できることとなる。

【0031】

[3] 実施形態の効果

以上の説明のように、各実施形態によれば、電力変換装置の負荷LDへの出力電流を検出する出力電流検出器の異常（故障）を容易に検出することができ、ひいては、電力変換装置の安定動作に寄与することができる。

【0032】

[4] 実施形態の変形例

以上の説明においては、昇圧チョッパ16の入力電流あるいはインバータ17の出力電流（高周波電流）のいずれかの正常電流検出時にフィルタ20の負荷LDへの出力電流が非電流検出状態である場合に、第2電流検出器23の異常を検出する構成としていたが、第1電流検出器22及び第1電流検出器71の双方を備えるように構成することも可能である。

【0033】

以上の説明においては、異常検出部21X及び異常検出部21Yを論理回路として構成していたが、制御部21あるいは制御部21Aをマイクロコンピュータとして、異常検出部21X及び異常検出部21Yの機能をソフトウェアで構成することも可能である。

【0034】

この場合において、マイクロコンピュータで実行される制御プログラムは、ROM等に予め組み込まれて提供されるようにしてもよい。

本実施形態のマイクロコンピュータで実行される制御プログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、フレキシブルディスク（FD）、CD-R、DVD（Digital Versatile Disk）等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供するように構成してもよい。

【0035】

さらに、本実施形態のマイクロコンピュータで実行される制御プログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、本実施形態のマイクロコンピュータで実行される制御プログラムは、インターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成しても良い。

【0036】

なお、プログラムで構成される場合、例えば、架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョッパと、前記昇圧チョッパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、前記トランスから出力される交流電力を整流する整流部と、前記整流部の出力電流を検出する出力電流検出部と、を備えた電力変換装置をコンピュータにより制御するための制御プログラムであり、前記コンピュータを、前記昇圧チョッパの入力電流を検出する手段

10

20

30

40

50

、前記整流部の出力電流を検出する手段、前記昇圧チョップパの入力電流及び前記整流部の出力電流に基づいて前記出力電流検出部の異常を検出する手段、として機能させる制御プログラムとなる。

【 0 0 3 7 】

また、別の例では、架線より供給される直流電力を所定の電圧値に昇圧する昇圧チョップパと、前記昇圧チョップパから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータから出力される交流電力の絶縁を行うトランスと、前記トランスから出力される交流電力を整流する整流部と、前記整流部の出力電流を検出する出力電流検出部と、を備えた電力変換装置をコンピュータにより制御するための制御プログラムであり、前記コンピュータを、前記インバータの出力電流を検出する手段、前記整流部の出力電流を検出する手段、前記インバータの出力電流及び前記整流部の出力電流に基づいて、前記出力電流検出部の異常を検出する手段、として機能させる制御プログラムとなる。

10

【 0 0 3 8 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

20

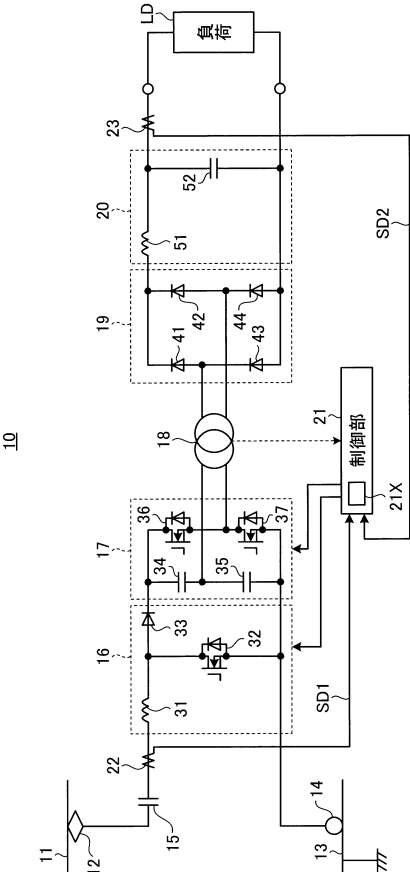
【 0 0 3 9 】

- 1 0、1 0 A 電力変換装置
- 1 1 架線
- 1 6 昇圧チョップパ
- 1 7 インバータ
- 1 8 トランス
- 1 9 ダイオード整流器
- 2 0 フィルタ
- 2 1、2 1 A 制御部
- 2 1 X、2 1 Y 異常検出部
- 2 2、7 1 第 1 電流検出器
- 2 3 第 2 電流検出器（出力電流検出器）
- 6 1 第 1 コンパレータ
- 6 2、7 2 第 2 コンパレータ
- 6 3、7 3 A N D 回路
- L D 負荷
- S D 1、S D 1 1 第 1 検出信号
- S D 2 第 2 検出信号
- S E R 異常検出信号
- T H c、T H c 1 有電流検出閾値
- T H n c 無電流検出閾値

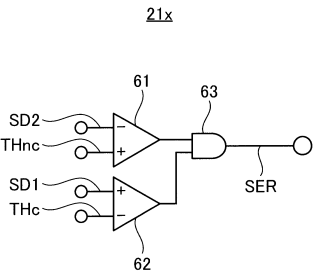
30

40

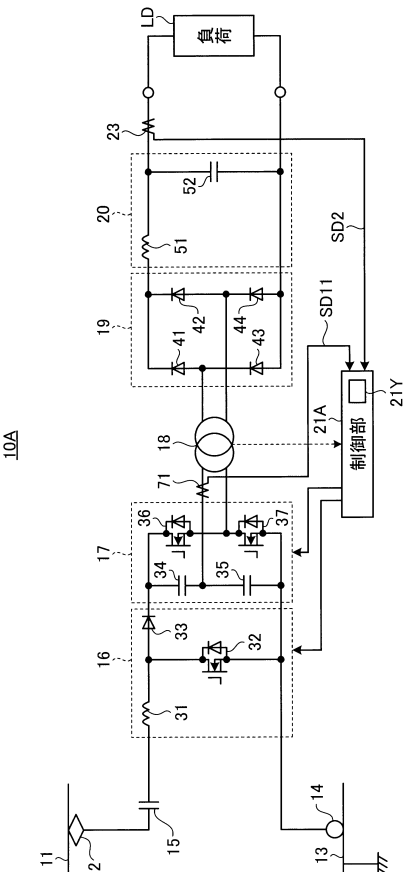
【図 1】



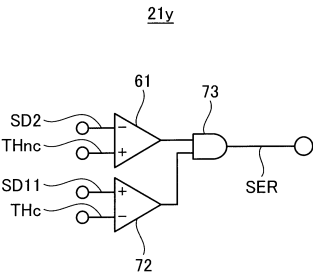
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 M 3/28 C

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 6 / 0 9 8 0 0 0 (W O , A 1)
特開 2 0 0 9 - 2 1 3 2 4 6 (J P , A)
実公昭 4 8 - 0 1 6 1 6 4 (J P , Y 2)
特開 2 0 0 6 - 0 2 5 5 9 1 (J P , A)
米国特許第 6 4 2 4 1 3 5 (U S , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 3 / 0 0 - 3 / 4 4