(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2009-95232
(P2009-95232A)
(43)公開日　平成21年4月30日(2009.4.30)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H02M	***3/155***	***(2006.01)***	H02M	3/155	H	5H007
H02M	*7/5387*	*(2007.01)*	H02M	3/155	C	5H730
			H02M	7/5387		

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 14 頁）

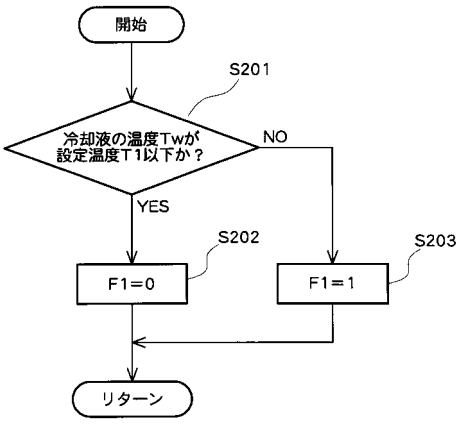
(21)出願番号　特願2008-324437 (P2008-324437)
(22)出願日　平成20年12月19日 (2008.12.19)
(62)分割の表示　特願2007-194754 (P2007-194754)の分割
原出願日　平成19年7月26日 (2007.7.26)

(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　100075258
弁理士　吉田　研二
(74)代理人　100096976
弁理士　石田　純
(72)発明者　濱谷　尚志
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)　5H007 BB06 CA01 CB05 CC12 CC23 DB01
5H730 AS04 AS13 BB14 BB57 BB86 DD03 FD01 FD61 FF09 FG05 FG07

(54)【発明の名称】電圧変換装置

(57)【要約】
【課題】ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサやＤＣ－ＤＣコンバータのリアクトルの過熱を防止する。
【解決手段】ステップＳ２０１でＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１以下の場合は、ステップＳ２０２でフラグＦ１の値が０に設定され、パワートランジスタの温度Ｔｔに基づいて基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈまたは低キャリア周波数ｆｌに設定される。一方、ステップＳ２０１で冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１を超えた場合は、ステップＳ２０３でフラグＦ１の値が１に設定され、パワートランジスタの温度Ｔｔに関係なく基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに設定され、低キャリア周波数ｆｌの使用が禁止される。
【選択図】図６



【特許請求の範囲】
【請求項１】
直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、
ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、
冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、
を備える電圧変換装置であって、
冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、
該冷媒の温度とスイッチング素子の温度との両方に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を設定するスイッチング周波数設定部と、
該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、
を備える、電圧変換装置。
【請求項２】
請求項１に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング周波数設定部は、
スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定し、
さらに、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ１よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング周波数を、スイッチング素子の温度に関係なく前記第１の周波数に設定する、電圧変換装置。
【請求項３】
請求項２に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）よりも高い場合は、該冷媒の温度が設定温度Ｔ２以下の場合よりもＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を下げるようにスイッチング素子のスイッチング動作を制御する、電圧変換装置。
【請求項４】
請求項３に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止する、電圧変換装置。
【請求項５】
請求項２に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ１）よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止する、電圧変換装置。
【請求項６】
請求項１～５のいずれか１に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング素子の温度から決まるスイッチング周波数設定特性と冷媒の温度から決まるスイッチング周波数設定特性とが異なる特性である、電圧変換装置。
【請求項７】
直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、
ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、
冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、

を備える電圧変換装置であって、
スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定するスイッチング周波数設定部と、
該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、
冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、
を備え、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ２よりも高い場合は、該冷媒の温度が設定温度Ｔ２以下の場合よりもＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を下げるようにスイッチング素子のスイッチング動作を制御する、電圧変換装置。
【請求項８】
請求項７に記載の電圧変換装置であって、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止する、電圧変換装置。
【請求項９】
直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、
ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、
冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、
を備える電圧変換装置であって、
スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定するスイッチング周波数設定部と、
該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、
冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、
を備え、
スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止する、電圧変換装置。
【請求項１０】
請求項１～９のいずれか１に記載の電圧変換装置であって、
冷却部は、冷媒によりリアクトルとコンデンサのいずれかの冷却を行う、電圧変換装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力する電圧変換装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
この種の電圧変換装置の関連技術が下記特許文献１に開示されている。特許文献１による電圧変換装置は、二次電池（直流電源）からの直流電力をトランジスタのスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータであり、ＤＣ－ＤＣコンバータ周辺の温度に応じてトランジスタに印加するパルスの周期を変更している。
【０００３】

【特許文献１】特開２００１－８４４１号公報
【特許文献２】特開平１１－６９８３６号公報
【特許文献３】特開２０００－３５０４４８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
こうしたＤＣ－ＤＣコンバータでは、その入力側にコンデンサ（フィルタ用コンデンサ）が直流電源（二次電池）と並列に設けられる場合がある。ＤＣ－ＤＣコンバータのトランジスタのスイッチング動作時には、リアクトルを流れる電流にリプル成分が生じるが、フィルタ用コンデンサを直流電源と並列に設けることで、リアクトルを流れる電流は、直流電源の電流（直流成分）にフィルタ用コンデンサの電流（リプル成分）が重畳されたものとなる。これによって、直流電源の電流変動が抑制される。
【０００５】
また、こうしたＤＣ－ＤＣコンバータでは、スイッチング素子のスイッチング動作時にスイッチング素子が発熱し、スイッチング周波数が高いほどスイッチング素子の発熱量が増大する。そこで、スイッチング素子（トランジスタ）の過熱を防止するために、スイッチング素子のスイッチング周波数（キャリア周波数）を変更することが行われている。例えば、スイッチング素子の温度が所定温度よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング周波数を下げることで、スイッチング素子の温度上昇が抑制される。
【０００６】
しかし、スイッチング素子のスイッチング周波数を下げると、スイッチング素子の温度上昇は抑制されるものの、リアクトルを流れる電流のリプル成分が増大するため、リアクトルのリプル電流による温度上昇幅が増大して過熱を招きやすくなる。さらに、フィルタ用コンデンサが直流電源と並列に設けられている場合は、スイッチング素子のスイッチング周波数を下げると、フィルタ用コンデンサを流れるリプル電流も増大し、フィルタ用コンデンサのリプル電流による温度上昇幅が増大して過熱を招きやすくなる。このように、ＤＣ－ＤＣコンバータにおいては、スイッチング素子の温度上昇特性と、リアクトルやフィルタ用コンデンサの温度上昇特性とが、スイッチング周波数の変化に対して逆の特性となる。そのため、スイッチング素子の温度に応じてスイッチング素子のスイッチング周波数を変更してスイッチング素子の過熱を抑制しても、フィルタ用コンデンサやリアクトルの過熱を防止することはできていない。
【０００７】
本発明は、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサやＤＣ－ＤＣコンバータのリアクトルの過熱を防止することができる電圧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】
【０００８】
本発明に係る電圧変換装置は、上述した目的を達成するために以下の手段を採った。
【０００９】
本発明に係る電圧変換装置は、直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、を備える電圧変換装置であって、冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、該冷媒の温度とスイッチング素子の温度との両方に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を設定するスイッチング周波数設定部と、該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、を備えることを要旨とする。
【００１０】

本発明の一態様では、スイッチング周波数設定部は、スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定し、さらに、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ１よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング周波数を、スイッチング素子の温度に関係なく前記第１の周波数に設定することが好適である。

【００１１】

本発明の一態様では、スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）よりも高い場合は、該冷媒の温度が設定温度Ｔ２以下の場合よりもＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を下げるようにスイッチング素子のスイッチング動作を制御することが好適である。この態様では、スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止することが好適である。

【００１２】

本発明の一態様では、スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ１）よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止することが好適である。

【００１３】

本発明の一態様では、スイッチング素子の温度から決まるスイッチング周波数設定特性と冷媒の温度から決まるスイッチング周波数設定特性とが異なる特性であることが好適である。

【００１４】

また、本発明に係る電圧変換装置は、直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、を備える電圧変換装置であって、スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定するスイッチング周波数設定部と、該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、を備え、スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ２よりも高い場合は、該冷媒の温度が設定温度Ｔ２以下の場合よりもＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を下げるようにスイッチング素子のスイッチング動作を制御することを要旨とする。

【００１５】

また、本発明に係る電圧変換装置は、直流電源からの直流電流に応じてエネルギを一時的に蓄積可能なリアクトルと、スイッチング素子とを含み、リアクトルに蓄積されたエネルギを利用して、直流電源からの直流電力をスイッチング素子のスイッチング動作により異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータと、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサと、冷媒によりＤＣ－ＤＣコンバータの冷却を行う冷却部と、を備える電圧変換装置であって、スイッチング素子の温度に基づいて、スイッチング素子のスイッチング周波数を、第１の周波数、または第１の周波数よりも低い第２の周波数に設定するスイッチング周波数設定部と、該設定されたスイッチング周波数でスイッチング素子のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータの電圧変換比を制御するスイッチング制御部と、冷媒の温度を検出する冷媒温度検出部と、を備え、スイッチング制御部は、冷媒温度検出部で検出された冷媒の温度が設定温度Ｔ３よりも高い場合は、スイッチング素子のスイッチング動作を禁止することを要旨とする。

【００１６】

本発明の一態様では、冷却部は、冷媒によりリアクトルとコンデンサのいずれかの冷却

を行うことが好適である。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、ＤＣ－ＤＣコンバータの入力側に直流電源と並列に設けられたコンデンサやＤＣ－ＤＣコンバータのリアクトルの過熱を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を図面に従って説明する。

【００１９】

図１は、本発明の実施形態に係る電圧変換装置を備える電動機駆動システムの概略構成を示す図である。本実施形態に係る電動機駆動システムは、例えば車両の駆動システムに用いることができ、図示するように、充放電可能な直流電源としての二次電池３１と、二次電池３１からの直流電力を異なる電圧値の直流電力に変換して出力するＤＣ－ＤＣコンバータ３２と、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の入力側に設けられたフィルタ用コンデンサＣ１と、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２からの直流電力を交流に変換して出力するインバータ３４，３６と、インバータ３４，３６の入力側（ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力側）に設けられた平滑用コンデンサＣ２と、インバータ３４，３６からの交流電力を受けて回転駆動可能なモータジェネレータ３８，３９と、装置全体をコントロールする電子制御ユニット４０とを備える。

【００２０】

ＤＣ－ＤＣコンバータ３２は、インバータ３４，３６の正側ラインＰＬと負側ラインＳＬに対してソース側とシンク側となるように直列接続された２個のパワートランジスタ（スイッチング素子）Ｑ１，Ｑ２と、このパワートランジスタＱ１，Ｑ２に各々逆並列接続された２個のダイオードＤ１，Ｄ２と、一端が二次電池３１の一端（正側端子）に接続されるとともに他端がパワートランジスタＱ１，Ｑ２の接続点に接続されたリアクトルＬとを備える。パワートランジスタＱ１はリアクトルＬの他端とＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力端（インバータ３４，３６の正側ラインＰＬ）との間に配置されており、パワートランジスタＱ２はリアクトルＬの他端と二次電池３１の他端（負側端子）との間に配置されている。このＤＣ－ＤＣコンバータ３２では、パワートランジスタＱ２をオンすると、二次電池３１とリアクトルＬとパワートランジスタＱ２とを結ぶ短絡回路が形成され、二次電池３１から流れる直流電流に応じてリアクトルＬにエネルギが一時的に蓄積される。この状態でパワートランジスタＱ２をオンからオフすると、リアクトルＬに蓄積されたエネルギは、ダイオードＤ１を介して平滑用コンデンサＣ２に蓄えられる。その際に、平滑用コンデンサＣ２の直流電圧（ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧）については、二次電池３１の直流電圧（ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の入力電圧）よりも高くすることができる。したがって、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２は、パワートランジスタＱ１，Ｑ２をオンオフ駆動するスイッチング動作により、入力された二次電池３１からの直流電力を異なる電圧値の直流電力に変換して（昇圧して）インバータ３４，３６へ出力する昇圧コンバータとして機能することができる。一方、このＤＣ－ＤＣコンバータ３２で平滑用コンデンサＣ２の電荷を用いて二次電池３１を充電することもでき、その際には降圧コンバータとして機能する。

【００２１】

ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の入力側には、フィルタ用コンデンサＣ１が二次電池３１と並列に設けられている。より具体的には、フィルタ用コンデンサＣ１の一端は二次電池３１の正側端子及びリアクトルＬの一端に接続され、フィルタ用コンデンサＣ１の他端は二次電池３１の負側端子に接続されている。パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作時には、リアクトルＬを流れる電流にリプル成分が生じる。フィルタ用コンデンサＣ１を二次電池３１と並列に設けることで、リアクトルＬを流れる電流は、二次電池３１の電流（直流成分）にフィルタ用コンデンサＣ１の電流（リプル成分）が重畳されたものとなるため、二次電池３１の電流変動が抑制される。

【００２２】
インバータ３４は、正側ラインＰＬと負側ラインＳＬとの間で互いに並列接続された複数（図１では３本）のアーム６２，６４，６６を備える。アーム６２は、正側ラインＰＬと負側ラインＳＬとの間で互いに直列接続された１対のパワートランジスタ（スイッチング素子）Ｑ１１，Ｑ１２と、パワートランジスタＱ１１，Ｑ１２のそれぞれと逆並列接続された１対のダイオードＤ１１，Ｄ１２とを含む。同様に、アーム６４は、正側ラインＰＬと負側ラインＳＬとの間で互いに直列接続された１対のパワートランジスタＱ１３，Ｑ１４と、パワートランジスタＱ１３，Ｑ１４のそれぞれと逆並列接続された１対のダイオードＤ１３，Ｄ１４とを含み、アーム６６は、正側ラインＰＬと負側ラインＳＬとの間で互いに直列接続された１対のパワートランジスタＱ１５，Ｑ１６と、パワートランジスタＱ１５，Ｑ１６のそれぞれと逆並列接続された１対のダイオードＤ１５，Ｄ１６とを含む。モータジェネレータ３８のコイル（３相コイル）３８Ｕ，３８Ｖ，３８Ｗは、Ｙ（スター）結線されており、各アーム６２，６４，６６の中点とそれぞれ接続されている。インバータ３４は、パワートランジスタＱ１１～Ｑ１６のスイッチング動作により、入力されたＤＣ－ＤＣコンバータ３２からの直流電力を１２０°ずつ位相が異なる３相交流に変換してモータジェネレータ３８の３相コイル３８Ｕ，３８Ｖ，３８Ｗへ供給する。これによって、モータジェネレータ３８を回転駆動させることができる。一方、このインバータ３４でモータジェネレータ３８の３相コイル３８Ｕ，３８Ｖ，３８Ｗの交流電力を直流に変換してＤＣ－ＤＣコンバータ３２へ供給することもできる。

【００２３】
インバータ３６も、インバータ３４と同様の構成であり、パワートランジスタＱ２１，Ｑ２２及びダイオードＤ２１，Ｄ２２を含むアーム７２と、パワートランジスタＱ２３，Ｑ２４及びダイオードＤ２３，Ｄ２４を含むアーム７４と、パワートランジスタＱ２５，Ｑ２６及びダイオードＤ２５，Ｄ２６を含むアーム７６とを備える。Ｙ（スター）結線されたモータジェネレータ３９の３相コイル３９Ｕ，３９Ｖ，３９Ｗは、各アーム７２，７４，７６の中点とそれぞれ接続されている。インバータ３６も、パワートランジスタＱ２１～Ｑ２６のスイッチング動作により、入力されたＤＣ－ＤＣコンバータ３２からの直流電力を１２０°ずつ位相が異なる３相交流に変換してモータジェネレータ３９の３相コイル３９Ｕ，３９Ｖ，３９Ｗへ供給することで、モータジェネレータ３９を回転駆動させることができる。一方、このインバータ３６でモータジェネレータ３９の３相コイル３９Ｕ，３９Ｖ，３９Ｗの交流電力を直流に変換してＤＣ－ＤＣコンバータ３２へ供給することもできる。

【００２４】
図２に示すように、フィルタ用コンデンサＣ１、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２（リアクトルＬ、パワートランジスタＱ１，Ｑ２）、インバータ３４（パワートランジスタＱ１１～Ｑ１６）、及びインバータ３６（パワートランジスタＱ２１～Ｑ２６）は、筐体４２内に収容されている。ただし、図２では、説明の便宜上、電気配線の図示を省略している。ここでの筐体４２は、金属（例えばアルミニウム）等の導電材料で構成されていることで、内部に収容した電子部品を外部に対してシールドする機能も果たしている。筐体４２には、冷却液（冷却水）等の冷媒が流れる冷媒流路４４が冷却部として形成されている。冷媒流路４４を流れる冷却液によって、筐体４２内に収容されたＤＣ－ＤＣコンバータ３２（リアクトルＬ、パワートランジスタＱ１，Ｑ２）の冷却を行うことができる。さらに、冷媒流路４４を流れる冷却液によって、筐体４２内に収容されたフィルタ用コンデンサＣ１、インバータ３４（パワートランジスタＱ１１～Ｑ１６）、及びインバータ３６（パワートランジスタＱ２１～Ｑ２６）の冷却も行うことができる。

【００２５】
温度センサ５２は、例えばパワートランジスタＱ１，Ｑ２が形成されたチップに設けられており、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔを検出する。温度センサ５４は、例えば筐体４２に設けられており、冷媒流路４４を流れる冷却液の温度Ｔｗを検出する。温度センサ５２，５４で検出された温度Ｔｔ，Ｔｗは、電子制御ユニット４０に入力される

。

【００２６】

電子制御ユニット４０は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２のパワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作を制御してＤＣ－ＤＣコンバータ３２の電圧変換比（昇圧比）を制御する。さらに、電子制御ユニット４０は、インバータ３４のパワートランジスタＱ１１～Ｑ１６のスイッチング動作を制御してモータジェネレータ３８の駆動制御を行い、インバータ３６のパワートランジスタＱ２１～Ｑ２６を制御してモータジェネレータ３９の駆動制御を行う。以下、電子制御ユニット４０がＤＣ－ＤＣコンバータ３２の電圧変換比を制御する処理の詳細について説明する。

【００２７】

電子制御ユニット４０は、例えば図３の機能ブロック図に示すように、キャリア周波数設定部６１及びスイッチング制御部６３を含んで構成することができる。キャリア周波数設定部６１は、温度センサ５２で検出されたパワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔと温度センサ５４で検出された冷却液の温度Ｔｗとに基づいて、基準キャリアの周波数ｆｃを設定することで、パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング周波数ｆｃを設定する。スイッチング制御部６３は、キャリア周波数設定部６１で設定された基準キャリアの周波数（スイッチング周波数）ｆｃでパワートランジスタＱ１，Ｑ２をオンオフ駆動するスイッチング制御信号のデューティ比Ｄを制御することで、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の電圧変換比（昇圧比）を制御する。ここでは、例えば図４に示すように、デューティ比指令（目標デューティ比）Ｄ０と基準キャリア（三角波キャリア）Ｖｃとの比較結果に基づいて、デューティ比Ｄ＝目標デューティ比Ｄ０となるスイッチング制御信号を生成することができる。図１に示すＤＣ－ＤＣコンバータ３２の構成例では、上側のパワートランジスタＱ１の導通期間（Ｑ１ｏｎ）と下側のパワートランジスタＱ２の導通期間（Ｑ２ｏｎ）との割合であるデューティ比Ｄは、Ｄ＝Ｑ１ｏｎ／（Ｑ１ｏｎ＋Ｑ２ｏｎ）により表され、このデューティ比Ｄ（＝Ｑ１ｏｎ／（Ｑ１ｏｎ＋Ｑ２ｏｎ））の減少に対してＤＣ－ＤＣコンバータ３２の電圧変換比（昇圧比）が増大する。

【００２８】

図５，６は、電子制御ユニット４０のキャリア周波数設定部６１が基準キャリアの周波数（パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング周波数）ｆｃを設定する処理を説明するフローチャートであり、図７は、電子制御ユニット４０のスイッチング制御部６３がＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧を制御する処理を説明するフローチャートである。図５～７のフローチャートによる処理は、車両のイグニッションがオンされた場合に所定時間毎に繰り返して実行される。

【００２９】

図５のフローチャートのステップＳ１０１では、フラグＦ１の値が０であるか否かが判定される。フラグＦ１の値が０である場合（ステップＳ１０１の判定結果がＹＥＳの場合）はステップＳ１０２に進み、フラグＦ１の値が０でない場合（ステップＳ１０１の判定結果がＮＯの場合）はステップＳ１０５に進む。なお、イグニッションがオンされたときのフラグＦ１の初期値は０に設定される。

【００３０】

ステップＳ１０２では、温度センサ５２で検出されたパワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値以下であるか否かが判定される。パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値以下である場合（ステップＳ１０２の判定結果がＹＥＳの場合）は、ステップＳ１０３に進み、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに設定される。一方、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値よりも高い場合（ステップＳ１０２の判定結果がＮＯの場合）は、ステップＳ１０４に進み、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈよりも低い低キャリア周波数ｆｌ（ｆｌ＜ｆｈ）に設定される。また、ステップＳ１０５では、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに固定され、低キャリア周波数ｆｌの使用が禁止される。

【００３１】

なお、ステップＳ１０２の判定に用いられる閾値については、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌであるときと高キャリア周波数ｆｈであるときとで異ならせることもできる。例えば、ステップＳ１０２において、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈであるときは、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値Ｔ０１以下であるか否かを判定し、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌであるときは、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値Ｔ０２（Ｔ０２＜Ｔ０１）以下であるか否かを判定することもできる。この例では、図８に示すように、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈであるときにパワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値Ｔ０１よりも高くなった場合は、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈから低キャリア周波数ｆｌに下げられる。一方、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌであるときにパワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値Ｔ０２以下になった場合は、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌから高キャリア周波数ｆｈに上げられる。図８に示すように、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔと基準キャリアの周波数ｆｃとの関係にヒステリシスを持たせることで、基準キャリアの周波数ｆｃが短い周期で変動してハンチングが生じるのが抑止される。

【００３２】

図６のフローチャートのステップＳ２０１では、温度センサ５４で検出された冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１以下であるか否かが判定される。冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１以下である場合（ステップＳ２０１の判定結果がＹＥＳの場合）は、ステップＳ２０２に進み、フラグＦ１の値が０に設定される。一方、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１よりも高い場合（ステップＳ２０１の判定結果がＮＯの場合）は、ステップＳ２０３に進み、フラグＦ１の値が１に設定される。ここでのフラグＦ１の値は、低キャリア周波数ｆｌの使用が禁止されているか否かを表し、「Ｆ１＝０」は、低キャリア周波数ｆｌの使用が許容されている状態を表し、「Ｆ１＝１」は、低キャリア周波数ｆｌの使用が禁止されている状態を表す。また、ステップＳ２０１の判定に用いられる設定温度Ｔ１については、フラグＦ１の値が１であるときの値をフラグＦ１の値が０であるときよりも小さく設定することで、冷却液の温度Ｔｗとフラグ Ｆ１の値との関係にヒステリシスを持たせることも可能である。以上の図５，６のフローチャートの処理によれば、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値を超えた場合に基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌに低く設定されるのに対して、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１を超えた場合に基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに高く設定される。つまり、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔから決まるキャリア周波数設定特性と冷却液の温度Ｔｗから決まるキャリア周波数設定特性とが異なる特性となる。

【００３３】

パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作時には、パワートランジスタＱ１，Ｑ２が発熱し、スイッチング周波数（基準キャリアの周波数）ｆｃが高いほどパワートランジスタＱ１，Ｑ２の発熱量が増大する。図５のフローチャートの処理によれば、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが閾値を超えた場合は、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈから低キャリア周波数ｆｌに低く設定されることで、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度上昇を抑制することができ、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の過熱を防止することができる。ただし、基準キャリアの周波数（パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング周波数）ｆｃが低下すると、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の発熱量は減少するものの、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１を流れる電流のリプル成分が増大してリアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の発熱量が増大する。つまり、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２においては、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度上昇特性と、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇特性とが、基準キャリアの周波数変化に対して逆の特性となる。そのため、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌに設定される頻度が増大すると、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度上昇は抑制されるものの、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１のリプル電流による温度上昇幅が増大して過熱を招きやすくなる。

【００３４】
これに対して図５，６のフローチャートの処理によれば、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１を超えた場合は、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔに関係なく基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに設定され、低キャリア周波数ｆｌの使用が禁止される。ここで、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔは、冷却液の温度Ｔｗ及びパワートランジスタＱ１，Ｑ２を流れる電流に応じて変化し、冷却液の温度Ｔｗが高いほど高くなりやすく、また、パワートランジスタＱ１，Ｑ２を流れる電流が大きいほど高くなりやすい。そのため、冷却液の温度Ｔｗが高いときは、パワートランジスタＱ１，Ｑ２の温度Ｔｔが高く、基準キャリアの周波数ｆｃが低キャリア周波数ｆｌに設定される頻度が高いと判定することができ、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１を流れるリプル電流の増大によりリアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度が高くなっていると判定することができる。したがって、本実施形態では、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度が高い場合に、基準キャリアの周波数ｆｃを高キャリア周波数ｆｈに固定する（低キャリア周波数ｆｌの使用を禁止する）ことで、図９に示すように、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１を流れるリプル電流を低減することができるので、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇を抑制することができる。その結果、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の過熱を防止することができる。さらに、本実施形態では、リアクトルＬやフィルタ用コンデンサＣ１の温度を直接検出することなく、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇を抑制することができる。その結果、リアクトルＬやフィルタ用コンデンサＣ１の温度を検出する温度センサを省略することができ、装置構成の簡略化及び低コスト化を図ることができる。

【００３５】
また、図７のフローチャートのステップＳ３０１では、温度センサ５４で検出された冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）以下であるか否かが判定される。冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２以下である場合（ステップＳ３０１の判定結果がＹＥＳの場合）は、ステップＳ３０２に進み、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧（平滑用コンデンサＣ２の電圧）Ｖｏｕｔが所定の目標出力電圧Ｖ０（Ｖ０＞Ｖｂ、Ｖｂは二次電池３１の電圧）となるように、パワートランジスタＱ１，Ｑ２へのスイッチング制御信号のデューティ比Ｄが制御され、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧比が制御される。次に、ステップＳ３０３において、フラグＦ２の値が０に設定される。一方、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２よりも高い場合（ステップＳ３０１の判定結果がＮＯの場合）は、ステップＳ３０４に進む。なお、イグニッションがオンされたときのフラグＦ２の初期値は０に設定される。

【００３６】
ステップＳ３０４では、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）以下であるか否かが判定される。冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３以下である場合（ステップＳ３０４の判定結果がＹＥＳの場合）は、ステップＳ３０５に進み、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２以下の場合の目標出力電圧Ｖ０よりもＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧Ｖｏｕｔを低減させるように、スイッチング制御信号のデューティ比Ｄ（ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧比）が制限される。ここでは、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２から増大するのに対して、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧Ｖｏｕｔ（昇圧比）を徐々に下げることもできるし、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧Ｖｏｕｔ（昇圧比）を段階的に下げることもできる。次に、ステップＳ３０６において、フラグＦ２の値が１に設定される。一方、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３よりも高い場合（ステップＳ３０４の判定結果がＮＯの場合）は、ステップＳ３０７に進む。

【００３７】
ステップＳ３０７では、パワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作が禁止されることで、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２での昇圧（電圧変換）が禁止される。ここでは、パワートランジスタＱ１がオン状態且つパワートランジスタＱ２がオフ状態に維持されることで、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔがＤＣ－ＤＣコンバータ３２の入力

電圧（二次電池３１の電圧）Ｖｂに等しくなる。次に、ステップＳ３０８において、フラグＦ２の値が２に設定される。ここでのフラグＦ２の値は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧が制限あるいは禁止されているか否かを表し、「Ｆ２＝０」は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧が制限も禁止もされていない状態を表し、「Ｆ２＝１」は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧が制限されている状態を表し、「Ｆ２＝２」は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧が禁止されている状態を表す。また、ステップＳ３０１，Ｓ３０４の判定に用いられる設定温度Ｔ２，Ｔ３については、フラグＦ２の値が１であるときの値をフラグＦ２の値が０であるときよりも小さく設定するとともにフラグＦ２の値が２であるときの値をフラグＦ２の値が１であるときよりも小さく設定することで、冷却液の温度Ｔｗとフラグ Ｆ２の値との関係にヒステリシスを持たせることも可能である。

【００３８】

図７のフローチャートの処理によれば、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）を超えた場合は、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２以下の場合よりもＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧比（電圧変換比）を下げるように、スイッチング制御信号のデューティ比Ｄが制限される。これによって、基準キャリアの周波数ｆｃが高キャリア周波数ｆｈに固定された後にリアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度が上昇したとしても、図９に示すように、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１を流れるリプル電流をさらに低減することができる。したがって、リアクトルＬやフィルタ用コンデンサＣ１の温度を直接検出することなく、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇を抑制することができる。

【００３９】

さらに、図７のフローチャートの処理によれば、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）を超えた場合は、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧が禁止され、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧Ｖｏｕｔが入力電圧Ｖｂに等しくなるように、パワートランジスタＱ１がオン状態且つパワートランジスタＱ２がオフ状態に保たれる。これによって、ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔをＶ０よりも下げるようにスイッチング制御信号のデューティ比Ｄが制限された後にリアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度が上昇したとしても、図９に示すように、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１を流れるリプル電流を無くすことができる。したがって、リアクトルＬやフィルタ用コンデンサＣ１の温度を直接検出することなく、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇を抑制することができる。

【００４０】

以上の実施形態の説明では、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１よりも高い場合に基準キャリアの周波数ｆｃを高キャリア周波数ｆｈに固定する処理を行い、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）よりも高い場合にＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔをＶ０よりも下げるようにデューティ比Ｄ（昇圧比）を制限する処理を行い、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）よりも高い場合にパワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作（ＤＣ－ＤＣコンバータ３２の昇圧）を禁止する処理を行うものとした。ただし、本実施形態では、これらの処理のいずれか１つ以上を行うことによっても、リアクトルＬ及びフィルタ用コンデンサＣ１の温度上昇を抑制することができる。例えば、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１よりも高い場合に基準キャリアの周波数ｆｃを高キャリア周波数ｆｈに固定する処理を行い、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２（Ｔ２＞Ｔ１）よりも高い場合にＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔをＶ０よりも下げるようにデューティ比Ｄを制限する処理を行うこともできる。また、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１よりも高い場合に基準キャリアの周波数ｆｃを高キャリア周波数ｆｈに固定する処理を行い、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ１）よりも高い場合にパワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作を禁止する処理を行うこともできる。また、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２よりも高い場合にＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔをＶ０よりも下げるようにデューティ比Ｄを制限する処理を行い、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３（Ｔ３＞Ｔ２）よりも高い場合にパワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイ

ッチング動作を禁止する処理を行うこともできる。さらに、本実施形態では、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ１よりも高い場合に基準キャリアの周波数ｆｃを高キャリア周波数ｆｈに固定する処理のみを行うこともできる。また、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ２よりも高い場合にＤＣ－ＤＣコンバータ３２の出力電圧ＶｏｕｔをＶ０よりも下げるようにデューティ比Ｄを制限する処理のみを行うこともできる。また、冷却液の温度Ｔｗが設定温度Ｔ３よりも高い場合にパワートランジスタＱ１，Ｑ２のスイッチング動作を禁止する処理のみを行うこともできる。

【００４１】

また、本実施形態では、図６，７のフローチャートの処理において、冷却液の温度Ｔｗの代わりに、図示しない温度センサにより検出されたフィルタ用コンデンサＣ１の温度を用いることも可能である。また、本発明の適用が可能なＤＣ－ＤＣコンバータ３２の構成についても図１に示す構成に限られるものではなく、図１以外の構成のＤＣ－ＤＣコンバータに対しても本発明の適用が可能である。

【００４２】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１】本発明の実施形態に係る電圧変換装置を備える電動機駆動システムの概略構成を示す図である。

【図２】本発明の実施形態に係る電圧変換装置を備える電動機駆動システムの概略構成を示す図である。

【図３】電子制御ユニットの構成例を示すブロック図である。

【図４】ＤＣ－ＤＣコンバータへのスイッチング制御信号の生成方法の一例を説明する図である。

【図５】電子制御ユニットにより実行される処理を説明するフローチャートである。

【図６】電子制御ユニットにより実行される処理を説明するフローチャートである。

【図７】電子制御ユニットにより実行される処理を説明するフローチャートである。

【図８】本発明の実施形態に係る電圧変換装置の動作を説明する図である。

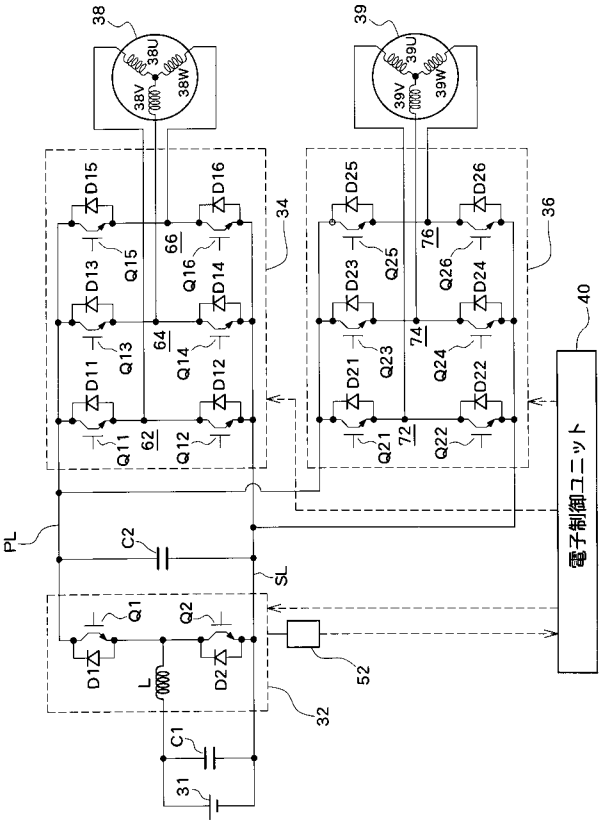
【図９】本発明の実施形態に係る電圧変換装置の動作を説明する図である。

【符号の説明】

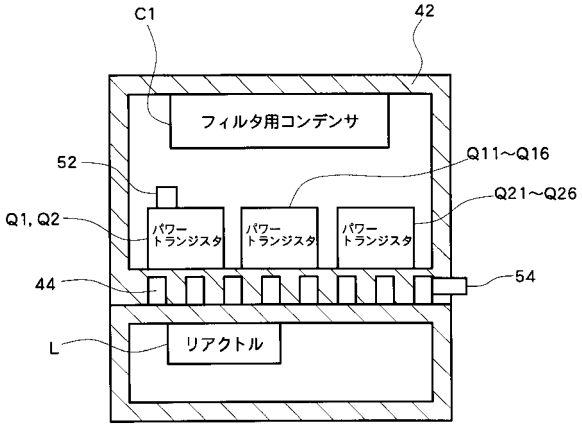
【００４４】

３１　二次電池、３２　ＤＣ－ＤＣコンバータ、３４，３６　インバータ、３８，３９　モータジェネレータ、４０　電子制御ユニット、４２　筐体、４４　冷媒流路、５２，５４　温度センサ、６１　キャリア周波数設定部、６３　スイッチング制御部、Ｃ１　フィルタ用コンデンサ、Ｃ２　平滑用コンデンサ、Ｌ　リアクトル、Ｑ１，Ｑ２，Ｑ１１～Ｑ１６，Ｑ２１～Ｑ２６　パワートランジスタ。

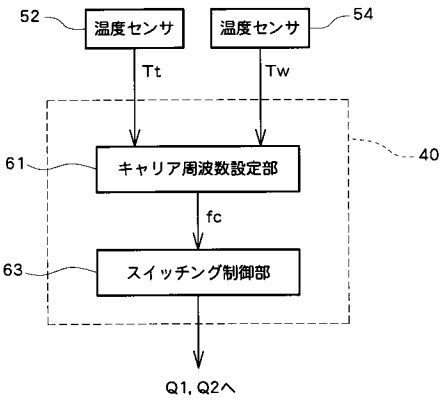
【図１】


38
39
38U
38V
38W
39U
39V
39W
D15
D16
D13
D14
D11
D12
Q15
Q16
Q13
Q14
Q11
Q12
66
64
62
34
D25
D26
D23
D24
D21
D22
Q25
Q26
Q23
Q24
Q21
Q22
76
74
72
36
40
電子制御ユニット
PL
C2
SL
Q1
Q2
D1
D2
L
52
32
C1
31

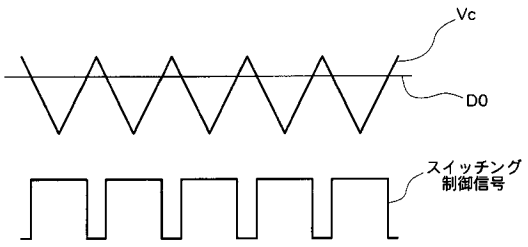
【図２】


C1
42
フィルタ用コンデンサ
52
Q11～Q16
Q21～Q26
Q1, Q2
パワートランジスタ
パワートランジスタ
パワートランジスタ
44
54
L
リアクトル

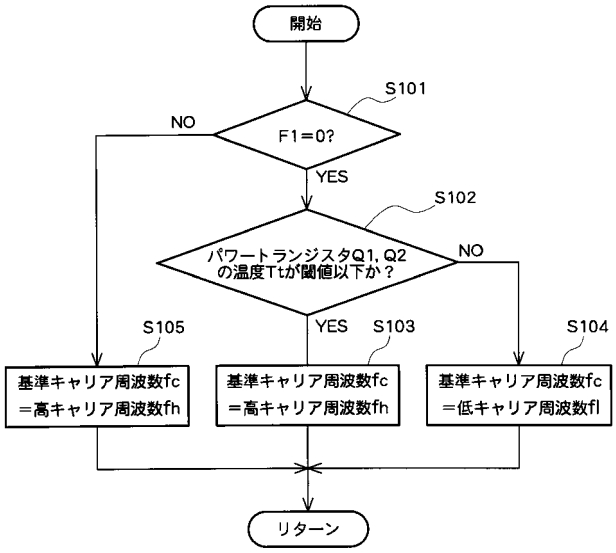
【図３】


52
温度センサ
温度センサ
54
Tt
Tw
61
キャリア周波数設定部
40
fc
63
スイッチング制御部
Q1, Q2へ

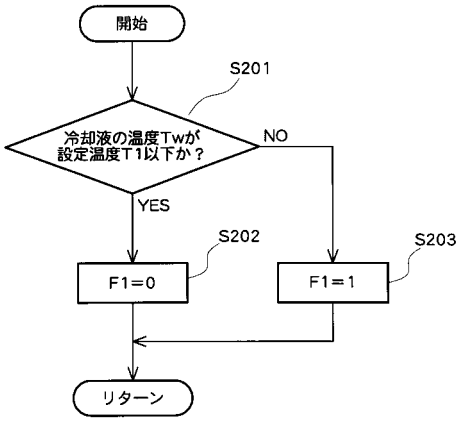
【図４】


Vc
D0
スイッチング
制御信号

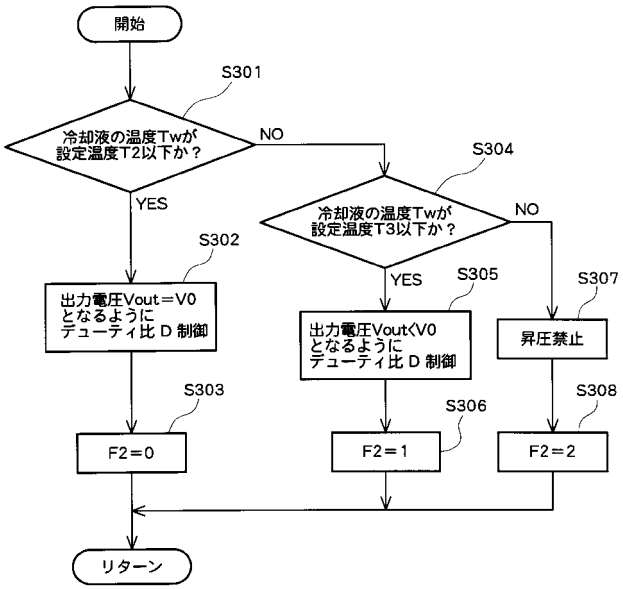
【図５】


開始
S101
NO
F1=0?
YES
S102
パワートランジスタQ1, Q2
の温度Ttが閾値以下か？
NO
YES
S105
S103
S104
基準キャリア周波数fc
＝高キャリア周波数fh
基準キャリア周波数fc
＝高キャリア周波数fh
基準キャリア周波数fc
＝低キャリア周波数fl
リターン

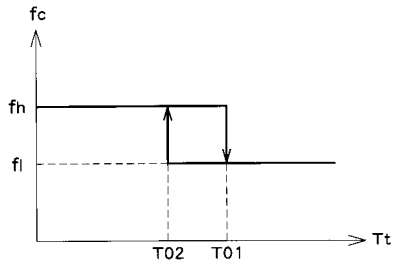
【図６】


開始
S201
冷却液の温度Twが
設定温度T1以下か？
NO
YES
S202
S203
F1＝0
F1＝1
リターン

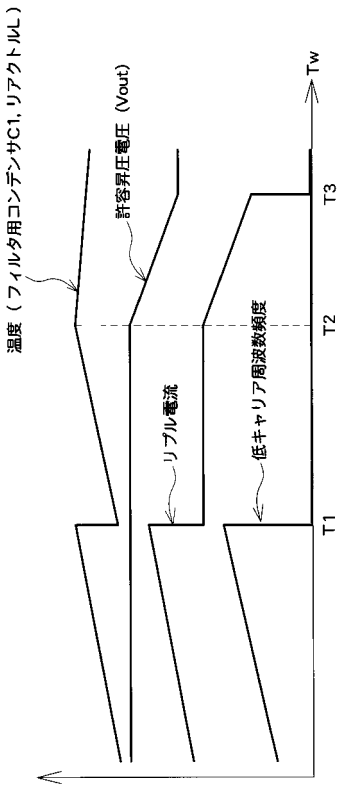
【図７】


開始
S301
冷却液の温度Twが
設定温度T2以下か？
NO
YES
S304
冷却液の温度Twが
設定温度T3以下か？
NO
YES
S302
出力電圧Vout＝V0
となるように
デューティ比 D 制御
S305
出力電圧Vout<V0
となるように
デューティ比 D 制御
S307
昇圧禁止
S303
F2＝0
S306
F2＝1
S308
F2＝2
リターン

【図８】


fc
fh
fl
T02
T01
Tt

【図９】


温度（フィルタ用コンデンサC1, リアクトルL）
許容昇圧電圧（Vout）
リプル電流
低キャリア周波数領域
Tw
T3
T2
T1