

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4819071号
(P4819071)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int.Cl.		F I	
HO2M 3/155 (2006.01)		HO2M	3/155 ZHVY
HO1L 23/473 (2006.01)		HO1L	23/46 Z
B6OL 3/00 (2006.01)		B6OL	3/00 J
B6OL 11/18 (2006.01)		B6OL	11/18 G
HO1M 8/00 (2006.01)		HO1M	8/00 Z

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-26445 (P2008-26445)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成20年2月6日(2008.2.6)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-189149 (P2009-189149A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年8月20日(2009.8.20)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	平成20年9月26日(2008.9.26)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468
			弁理士 田久保 泰夫
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気車両及び車両用DC/DCコンバータの冷却方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車輪を回転させる電動機と、
前記電動機に電力を並列的に供給する発電装置及び蓄電装置と、
前記蓄電装置と前記発電装置との間に接続され前記蓄電装置に発生する電圧を変換して前記電動機側に印加すると共に前記電動機の回生動作による回生電圧又は前記発電装置の発電電圧を変換して前記蓄電装置側に印加するDC/DCコンバータと、
冷却液が流通されると共に、一部に折り返し部が形成された冷却液流路を有し、前記DC/DCコンバータを冷却する冷却装置と、

を備え、

前記DC/DCコンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間に、少なくとも1組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有し、

前記冷却装置は、前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却するように形成されていることを特徴とする電気車両。

【請求項2】

請求項1記載の電気車両において、
前記DC/DCコンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間で電圧を変換する際に、エネルギーを放出及び蓄積するリアクトルを有し、

前記冷却装置は、前記折り返し部の前記冷却液で前記リアクトルを冷却するように形成

されていることを特徴とする電気車両。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の電気車両において、

前記発電装置は燃料電池であることを特徴とする電気車両。

【請求項 4】

車輪を回転させる電動機と、

前記電動機に電力を供給する蓄電装置と、

前記蓄電装置と前記電動機との間に接続され前記蓄電装置に発生する電圧を変換して前記電動機側に印加すると共に前記電動機の回生動作による回生電圧を変換して前記蓄電装置側に印加する DC / DC コンバータと、

冷却液が流通されると共に、一部に折り返し部が形成された冷却液流路を有し、前記 DC / DC コンバータを冷却する冷却装置と、

を備え、

前記 DC / DC コンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間に、少なくとも 1 組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有し、

前記冷却装置は、前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却するように形成されていることを特徴とする電気車両。

【請求項 5】

車輪を回転させる電動機と該電動機に電力を供給する蓄電装置との間に接続され、少なくとも 1 組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有する DC / DC コンバータを冷却するための車両用 DC / DC コンバータの冷却方法であって、

前記 DC / DC コンバータを冷却する冷却液が流通される冷却液流路の途中に折り返し部を設け、

前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却することを特徴とする車両用 DC / DC コンバータの冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スイッチング素子等の発熱体を冷却するための冷却装置を備える電気車両及び車両用 DC / DC コンバータの冷却方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、MOSFET あるいは IGBT 等のスイッチング素子を用いたスイッチング電源である DC / DC コンバータ装置が広汎に利用されている。

【0003】

例えば、走行駆動源としてモータを用いる車両（電気車両）の一形態として、蓄電装置とインバータ駆動モータとの間に直流電圧を昇降圧する DC / DC コンバータ装置が介装された車両（ここでは、電気自動車という。）が提案されている。この電気自動車では、モータの駆動時に、DC / DC コンバータ装置により蓄電装置の電圧を昇圧してインバータに印加し、モータの回生時には、インバータに発生する回生電圧を DC / DC コンバータ装置により降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。

【0004】

また、電気車両の他の形態として、燃料電池とインバータ駆動モータとを直接接続し、この接続点と蓄電装置との間に直流電圧を昇降圧する DC / DC コンバータ装置が介装され、燃料電池を主電源装置とし、蓄電装置を前記主電源装置をアシストする従電源装置とした車両（ここでは、燃料電池車両という。）も提案されている。

【0005】

この燃料電池車両では、モータの駆動時に、燃料電池の電圧と DC / DC コンバータ装

10

20

30

40

50

置により昇圧した蓄電装置の電圧とを併合してインバータに印加し、モータの回生時には、インバータに発生する回生電圧をDC/DCコンバータ装置により降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。また、燃料電池の発生電力に余剰分があるとき、降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。

【0006】

ところで、このようなDC/DCコンバータ装置を構成する半導体モジュール(スイッチングモジュール)、すなわち、前記スイッチング素子やダイオード、特にスイッチング素子は、その駆動時に相当な発熱を伴うため十分な冷却が必要である。そこで、一般に、水冷からなる冷却液流路を備えた冷却装置が用いられているが、当該冷却装置は車載等を考慮すると、十分な冷却能力と小型化の両立が重要である。

10

【0007】

例えば、特許文献1には、シリーズハイブリット車においてパワー半導体素子を冷却するパワーモジュールの冷却装置の冷却能力を向上させると共に、パワーモジュール全体の大きさを小型化するために、発電機側のインバータの還流ダイオードとモータ側インバータのスイッチング素子とを各相ごとに冷却板上に一直線上に配列し、冷却材配管を各相ごとの前記直線に沿って配置させることが記載されている。すなわち、駆動時に発熱が大きい部分に沿って冷却材配管を設けると共に、発電時に使用される部分については冷却をせず、流路の曲がり回数の低減等により、冷却系の小型化を図ることができるとされている。

【0008】

【特許文献1】特開2002-93974号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、例えば、燃料電池を搭載する燃料電池車両では、その高出力時に端子間電圧が下がってしまう特性があるため、車両として回生と駆動では同じ出力を行ったとしても、DC/DCコンバータを構成するスイッチング素子であるアーム素子の1次側1Sと2次側2Sの電圧差は、駆動時に比べてモータ逆起電圧の影響を受ける回生時(発電時)の方が大きくなり、つまり、回生側の方が熱的な条件が厳しいことになる。

【0010】

従って、上記特許文献1に記載の装置を用いた場合には、DC/DCコンバータを構成する回生側のスイッチング素子の冷却が不十分となり、十分な回生量を得ることが困難であり、車両の回生可能電力量の低下を惹起することになる。

30

【0011】

本発明は、上記従来課題を考慮してなされたものであり、DC/DCコンバータの冷却装置を備える電気車両において、回生時におけるスイッチング素子の冷却性能を向上させることができ、車両の回生可能電力量を増加させることができる電気車両及び車両用DC/DCコンバータの冷却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】

【0012】

本発明に係る電気車両は、車輪を回転させる電動機と、前記電動機に電力を並列的に供給する発電装置及び蓄電装置と、前記蓄電装置と前記発電装置との間に接続され前記蓄電装置に発生する電圧を変換して前記電動機側に印加すると共に前記電動機の回生動作による回生電圧又は前記発電装置の発電電圧を変換して前記蓄電装置側に印加するDC/DCコンバータと、冷却液が流通されると共に、一部に折り返し部が形成された冷却液流路を有し、前記DC/DCコンバータを冷却する冷却装置とを備え、前記DC/DCコンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間に、少なくとも1組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有し、前記冷却装置は、前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却するように形成されていることを特徴とする。前記発電装置は燃料電池

40

50

としてもよい。

【0013】

また、本発明に係る電気車両は、車輪を回転させる電動機と、前記電動機に電力を供給する蓄電装置と、前記蓄電装置と前記電動機との間に接続され前記蓄電装置に発生する電圧を変換して前記電動機側に印加すると共に前記電動機の回生動作による回生電圧を変換して前記蓄電装置側に印加するDC/DCコンバータと、冷却液が流通されると共に、一部に折り返し部が形成された冷却液流路を有し、前記DC/DCコンバータを冷却する冷却装置とを備え、前記DC/DCコンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間に、少なくとも1組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有し、前記冷却装置は、前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却するように形成されていることを特徴とする。

10

【0014】

本発明に係る車両用DC/DCコンバータの冷却方法は、車輪を回転させる電動機と該電動機に電力を供給する蓄電装置との間に接続され、少なくとも1組の上アーム素子と下アーム素子からなる相アーム素子を有するDC/DCコンバータを冷却するための車両用DC/DCコンバータの冷却方法であって、前記DC/DCコンバータを冷却する冷却液が流通される冷却液流路の途中に折り返し部を設け、前記折り返し部の上流側の前記冷却液で前記上アーム素子を冷却すると共に、前記折り返し部の下流側の前記冷却液で前記下アーム素子を冷却することを特徴とする。

20

【0015】

このような構成によれば、冷却液の上流側で回生側の上アーム素子を冷却し、その下流側で駆動側の下アーム素子を冷却することにより、回生時におけるDC/DCコンバータの冷却性能を有効に向上させることができ、当該電気車両の回生可能電力量を増加させることができる。

【0016】

この場合、前記DC/DCコンバータは、前記蓄電装置と前記電動機側との間で電圧を変換する際に、エネルギーを放出及び蓄積するリアクトルを有し、前記冷却装置は、前記折り返し部の前記冷却液で前記リアクトルを冷却するように形成されていると、リアクトルの冷却のために別途冷却装置等を配置する必要がない。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、冷却液の上流側で回生側の上アーム素子を冷却し、その下流側で駆動側の下アーム素子を冷却することにより、回生時におけるDC/DCコンバータの冷却性能を有効に向上させることができ、当該電気車両の回生可能電力量を増加させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明に係る車両用DC/DCコンバータの冷却方法について、この冷却方法が適用される電気車両との関係で好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。

40

【0019】

先ず、本実施形態に係る電気車両である燃料電池車両20の基本的な構成について説明する。

【0020】

図1に示すように、燃料電池車両20は、基本的には、燃料電池22とエネルギーストレージである蓄電装置(バッテリーという。)24とから構成されるハイブリッド型の電源装置と、このハイブリッド型の電源装置から電流(電力)がインバータ34を通じて供給される走行用のモータ(電動機)26と、バッテリー24が接続される1次側1Sと燃料電池22とモータ26(インバータ34)とが接続される2次側2Sとの間で電圧変換を行う

50

DC / DCコンバータ装置 23 とから構成される。バッテリー 24 は、電力線 18 を介して DC / DCコンバータ装置 23 の 1 次側 1 S に接続される。

【 0 0 2 1 】

モータ 26 の回転は、減速機 12、シャフト 14 を通じて車輪 16 に伝達され、車輪 16 を回転させる。

【 0 0 2 2 】

DC / DCコンバータ装置 23 は、DC / DCコンバータ（車両用 DC / DCコンバータ）36 と、これを駆動制御するコンバータ制御部 54 とから構成される。

【 0 0 2 3 】

燃料電池 22 は、例えば固体高分子電解質膜をアノード電極とカソード電極とで両側から挟み込んで形成されたセルを積層したスタック構造にされている。燃料電池 22 には、水素タンク 28 とエアコンプレッサ 30 が配管により接続されている。燃料電池 22 内で反応ガスである水素（燃料ガス）と空気（酸化剤ガス）の電気化学反応により生成された発電電流 I_f は、電流センサ 32 及びダイオード（ディスコネクトダイオードともいう。）33 を介して、インバータ 34 及び（又は）DC / DCコンバータ 36 に供給される。

10

【 0 0 2 4 】

インバータ 34 は、直流 / 交流変換を行い、モータ電流 I_m をモータ 26 に供給する一方、回生動作に伴う交流 / 直流変換後のモータ電流 I_m を 2 次側 2 S から DC / DCコンバータ 36 を通じて 1 次側 1 S に供給する。

【 0 0 2 5 】

20

この場合、回生電圧又は発電電圧 V_f である 2 次電圧 V_2 が DC / DCコンバータ 36 により低電圧の 1 次電圧 V_1 に変換される。

【 0 0 2 6 】

1 次側 1 S に接続されるバッテリー 24 は、例えばリチウムイオン 2 次電池又はキャパシタを利用することができる。この実施形態ではリチウムイオン 2 次電池を利用している。

【 0 0 2 7 】

バッテリー 24 は、DC / DCコンバータ 36 を通じてインバータ 34 にモータ電流 I_m を供給する。

【 0 0 2 8 】

1 次側 1 S 及び 2 次側 2 S には、それぞれ平滑用のコンデンサ 38、39 が設けられている。2 次側 2 S のコンデンサ 39 には、並列に、すなわち燃料電池 22 に対しても並列に、抵抗器 40 が接続されている。

30

【 0 0 2 9 】

燃料電池 22 を含むシステムは FC 制御部 50 により制御され、インバータ 34 とモータ 26 を含むシステムはインバータ駆動部を含むモータ制御部 52 により制御され、DC / DCコンバータ 36 を含むシステムはコンバータ駆動部を含むコンバータ制御部 54 により、それぞれ基本的に制御される。

【 0 0 3 0 】

そして、これら FC 制御部 50、モータ制御部 52、及びコンバータ制御部 54 は、上位の制御部であり燃料電池 22 の総負荷量 L_t 等を決定する統括制御部 56 により制御される。これら統括制御部 56、FC 制御部 50、モータ制御部 52、及びコンバータ制御部 54 は、車内 LAN である CAN (Controller Area Network) 等の通信線 70 を通じて相互に接続され、各種スイッチ及び各種センサからの入出力情報を共有し、これら各種スイッチ及び各種センサからの入出力情報を入力として各 CPU が各 ROM に格納されたプログラムを実行することにより各種機能を実現する。

40

【 0 0 3 1 】

DC / DCコンバータ 36 は、第 1 の電力装置（バッテリー 24）と第 2 の電力装置 { 燃料電池 22 又は回生電源（インバータ 34 とモータ 26） } との間に、それぞれ IGBT 等のスイッチング素子からなる上アーム素子 81 { 81u、81v、81w (81u ~ 81w) } と、下アーム素子 82 { 82u、82v、82w (82u ~ 82w) } とからな

50

る3つの相アーム{U相アームUA(81u、82u)、V相アームVA(81v、82v)、W相アームWA(81w、82w)}が並列的に接続された3相アームとして構成されている。

【0032】

各アーム素子81u、81v、81w、82u、82v、82wには、それぞれ、逆方向に並列にダイオード83u、83v、83w、84u、84v、84w(逆並列ダイオード)が接続されている。

【0033】

DC/DCコンバータ36により1次電圧V1と2次電圧V2との間で電圧を変換する際に、エネルギーを放出及び蓄積する1個のリアクトル90が、3相アームの各相のアーム(U相アームUA、V相アームVA、W相アームWA)の midpoint の共通接続点とバッテリー24との間に挿入されている。

10

【0034】

上アーム素子81(81u~81w)は、コンバータ制御部54から出力されるゲートの駆動信号(駆動電圧)UH、VH、WH(のハイレベル)によりそれぞれオンにされ、下アーム素子82(82u~82w)は、ゲートの駆動信号(駆動電圧)UL、VL、WL(のハイレベル)によりそれぞれオンにされる。

【0035】

ここで、コンバータ制御部54により駆動制御されるDC/DCコンバータ36の基本動作について説明する。

20

【0036】

まず、昇圧動作では、コンバータ制御部54は、下アーム素子82uをオンし、リアクトル90にバッテリー電流Ibat(1次電流I1)によりエネルギーを蓄積すると同時に、コンデンサ39から2次電流I2をインバータ34へ供給する。次に、下アーム素子82uをオフにすると、ダイオード83u~83wが導通してリアクトル90からエネルギーが放出されコンデンサ39にエネルギーが蓄積されると共に、2次電流I2がインバータ34へ供給される。以下、同様に、次に、下アーム素子82vをオンし、次に、下アーム素子82vをオフにしてダイオード83u~83wを導通させる。次に、下アーム素子82wをオンし、次に、下アーム素子82wをオフにしてダイオード83u~83wを導通させる。次に、下アーム素子82uをオンし、上記の順でDC/DCコンバータ36をローテーションスイッチングする。

30

【0037】

なお、上アーム素子81u~81w及び下アーム素子82u~82wのオンデューティは、出力電圧V2が統括制御部56からの指令電圧に保持されるように決定される。

【0038】

一方、DC/DCコンバータ36の2次側2Sから1次側1Sのバッテリー24に2次電流I2を供給する降圧動作では、上アーム素子81uをオンし、リアクトル90にコンデンサ39から出力される2次電流I2によりエネルギーを蓄積すると共にコンデンサ38からバッテリー24に1次電流I1を供給する。次いで、上アーム素子81uをオフにすると、ダイオード84u~84wがフライホイールダイオードとして導通し、リアクトル90からエネルギーが放出され、コンデンサ38にエネルギーを蓄積すると共にバッテリー24に1次電流I1を供給する。以下同様に、上アーム素子81vオン 上アーム素子81vオフ ダイオード84u~84w導通 上アーム素子81wオン 上アーム素子81wオフ ダイオード84u~84w導通 上アーム素子81uオン...の順でDC/DCコンバータ36をローテーションスイッチングする。

40

【0039】

以上が、コンバータ制御部54により駆動制御されるDC/DCコンバータ36の基本動作の説明である。

【0040】

図1、図2A及び図2Bに示すように、このようなDC/DCコンバータ36では、各

50

アーム素子 81u ~ 81w、82u ~ 82w と、これに対応する各ダイオード 83u ~ 83w、84u ~ 84w とは、各組（例えば、上アーム素子 81u とダイオード 83u とで一組）ごとに集積された上チップ 91 { 91u、91v、91w (91u ~ 91w) } 及び下チップ 92 { 92u、92v、92w (92u ~ 92w) } として構成されている。

【0041】

各上チップ 91u ~ 91w 及び各下チップ 92u ~ 92w は、例えば、金属製（銅やアルミニウム等）からなる一枚（共通）の放熱板（ヒートスプレッダ）94 上に、それぞれ絶縁基板 96 { 96u、96v、96w (96u ~ 96w) } 及び絶縁基板 97 { 97u、97v、97w (97u ~ 97w) } を挟んで配列固着され、これらが一体的にモールドされたスイッチングモジュール 98 として構成されている（図 2 B 及び図 7 参照）。 10

【0042】

すなわち、スイッチングモジュール 98 は、いわゆる 6in1 モジュールとして構成され、各アーム素子 81u ~ 81w、82u ~ 82w のゲート端子がコンバータ制御部 54 に接続されている。

【0043】

次に、このような DC / DC コンバータ 36 を冷却する冷却装置 10 について説明する。

【0044】

図 3 に示すように、冷却装置 10 は、扁平箱状のケーシング 100 と、該ケーシング 100 内に収容され、図示しない冷却液（例えば、水やクーラント）が流通される冷却液流路 102 とを備え、ケーシング 100 表面と冷却液流路 102（冷却液）との間で高い伝熱性を有している。冷却液流路 102 は途中に U 字状の折り返し部 104 を有し、ケーシング 100 の一側面に並設された入口ポート 106 及び出口ポート 108 を介して冷却液が直列に循環されることにより、ケーシング 100 上に放熱板 94 を介して密着配置されるスイッチングモジュール 98 を冷却することができる。 20

【0045】

図 1 に示すように、冷却液流路 102 には、入口ポート 106 及び出口ポート 108 を介して循環ポンプ 110 及びラジエータ 112 が接続されている。従って、循環ポンプ 110 の駆動作用下に、冷却液が冷却液流路 102 内を循環されると共に、出口ポート 108 から流出した冷却液は、ラジエータ 112 にて放熱し冷却された後、再び入口ポート 106 から冷却液流路 102 へと循環されてスイッチングモジュール 98 の冷却に供される。 30

【0046】

図 4 及び図 5 に示すように、冷却液流路 102 は、ラジエータ 112 で冷却された直後に入口ポート 106 から流入した冷却液が最初に流通する第 1 直線部（上直線部）114 と、第 1 直線部 114 を通過した冷却液の流通方向を反転させる折り返し部 104 と、第 1 直線部 114 に並設され、折り返し部 104 を通過した冷却液が流通する第 2 直線部（下直線部）116 とを有する。第 2 直線部 116 を通過した冷却液は、出口ポート 108 を介して再びラジエータ 112 へと送られる。このように、冷却液流路 102 では、第 1 直線部 114 及び第 2 直線部 116 を折り返し部 104 を介して並列することにより、全体構成を大幅に小型化すると共に、入口ポート 106 及び出口ポート 108 を並列可能であるため、燃料電池車両 20 への設置自由度を向上させている。 40

【0047】

各直線部 114、116 には、冷却液の流通方向に延びた複数枚（本実施形態の場合、6 枚）の冷却フィン（放熱フィン）120 が設けられ、各冷却フィン 120 は、3 つの切欠部（間隙部）118 によって前記流通方向（長手方向）で 4 分割されている。冷却フィン 120 は、銅やアルミニウム等により形成された薄板からなり、スイッチングモジュール 98 からの熱を高効率に冷却液に伝達することができる。また、各冷却フィン 120 の前記流通方向端部には、湾曲した R 部（R 形状）121 が形成されている。

【0048】

切欠部 118 は、冷却フィン 120 をその長手方向の所定位置で分割し、直線部 114、116 の途中で冷却フィン 120 が配置されない空間、すなわちチャンバー 122 を形成するものである。該切欠部 118 は、スイッチングモジュール 98 に設けられる各チップ 91u ~ 91w、92u ~ 92w の配置間隔に対応して設けられる（図 6 参照）。つまり、各直線部 114、116 には、各チップ 91u ~ 91w、92u ~ 92w に対応する位置にそれぞれ 3 つのチャンバー 122 が設けられている。

【0049】

図 6 及び図 7 から諒解されるように、各チャンバー 122 は、冷却液の流通方向において、発熱体であるチップ 91u ~ 91w、92u ~ 92w の中心部を通る中心線 CL に対応する位置にそれぞれ設定されている。また、チャンバー 122 の高さ H_c は、冷却フィン 120 の高さ H_f より大きく設定され（ $H_c > H_f$ ）、これにより、チャンバー 122 の容積を可及的に増大させている。チャンバー 122 の容積を拡大するために、該チャンバー 122 部分での幅方向（冷却液の流通方向に直交する方向）の寸法を拡大することも可能である。

10

【0050】

図 5 中に破線で囲む参照符号 124 は、当該冷却液流路 102 を鑄造する際の砂抜き穴であり、該砂抜き穴 124 をチャンバー 122 に対応した位置とすると、チャンバー 122 の容積を一層増大させることができる。

【0051】

なお、冷却装置 10 では、折り返し部 104 の上流側の第 1 直線部 114 側に、スイッチングモジュール 98 のうち、回生側の上チップ 91u ~ 91w を配置し、折り返し部 104 の下流側の第 2 直線部 116 側に駆動側の下チップ 92u ~ 92w を配置しているが、さらに、折り返し部 104 にリアクトル 90 を配置することもできる。そうすると、該リアクトル 90 の冷却のために別途冷却装置等を配置する必要がなく、すなわち、リアクトル 90 の冷却を同時に行うこともでき（図 3 及び図 6 参照）、折り返し部 104 のスペースを一層有効に活用することができる。

20

【0052】

次に、基本的には以上のように構成される本実施形態に係る燃料電池車両 20 の作用効果及び冷却装置 10 を用いた DC / DC コンバータの冷却方法について説明する。

【0053】

上記したように、冷却装置 10 では、スイッチングモジュール 98 を構成する各チップ 91u ~ 91w、92u ~ 92w にそれぞれ対応する各直線部 114、116 に冷却フィン 120 を設けると共に、該冷却フィン 120 に切欠部 118 を設けてチャンバー 122 を形成している。このため、流通される冷却液を各冷却フィン 120 間の狭い流路から、広い空間であるチャンバー 122 内に流入させ、該チャンバー 122 内で冷却液の流れを乱すことができる（図 8 参照）。換言すれば、直線部 114、116 を流れる冷却液は、各冷却フィン 120 間では層流又は層流に近い整流された状態であり、チャンバー 122 内では乱流となる。これにより、チャンバー 122 内では、冷却液とスイッチングモジュール 98 との間の熱伝達率を大幅に向上させることができ、冷却装置 10 の冷却性能を向上させることができ、すなわち、所望の冷却性能に対して冷却装置 10 をより小型に構成

30

40

【0054】

また、チャンバー 122 の高さ H_c を冷却フィン 120 の高さ H_f より大きく設定することにより、冷却フィン 120 部分に比べて、当該チャンバー 122 の容積を可及的に大きくすることができる。これにより、冷却性能を一層高めることができ、しかも冷却液流路 102 の大型化を最小限に抑えることができる。

【0055】

図 6 及び図 7 に示すように、発熱体であるチップ 91u ~ 91w、92u ~ 92w の少なくとも冷却液の流通方向での中心部をチャンバー 122 に対応するように設定することにより、乱流発生位置であるチャンバー 122 を発熱体の直下とすることができる。この

50

ため、各チップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w で発生する熱を一層効率的に放熱させ、当該冷却装置 1 0 の冷却性能を一層向上させることができる。この場合、冷却液の流通方向での各チャンバー 1 2 2 の配置間隔は図 6 等に示すように必ずしも等間隔である必要はなく、発熱体であるチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w の配置間隔に対応して適宜変更可能である。

【 0 0 5 6 】

なお、前記の発熱体の少なくとも冷却液の流通方向での中心部をチャンバー 1 2 2 に対応するように設定するとは、発熱体であるチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w の中心部を通る中心線 C L がチャンバー 1 2 2 内に位置していればよく、当然、中心線 C L の位置を図 7 中の中心線 C L 1 又は C L 2 等の位置としてもよい。さらには、前記の発熱体の少なくとも冷却液の流通方向での中心部をチャンバー 1 2 2 に対応するように設定するとは、発熱体であるチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w において最も発熱を生じる素子の中心部ともいうことができ、例えば、スイッチング素子であるアーム素子 8 1 u ~ 8 1 w、8 2 u ~ 8 2 w 又はダイオード 8 3 u ~ 8 3 w、8 4 u ~ 8 4 w のうち、最も発熱するか又は冷却を必要とするものの中心部がチャンバー 1 2 2 に対応する位置としてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、冷却装置 1 0 では、各切欠部 1 1 8 に対応する各冷却フィン 1 2 0 の端部には R 部 1 2 1 が形成されている。このため、チャンバー 1 2 2 内から冷却フィン 1 2 0 間へと冷却液を円滑に流入させることができ、エッジ形状とした上記従来構成のように大きな圧力損失を生じることがない。従って、冷却液流路 1 0 2 での冷却液の円滑な流通とこれによる冷却性能の向上を図ることができる。さらに、循環ポンプ 1 1 0 の負荷を低減することができるため、当該循環ポンプ 1 1 0 を小型化することができ、冷却装置 1 0 の小型・軽量化や車両での設置自由度の向上が可能となる。

【 0 0 5 8 】

さらに、図 6 に示すように、スイッチングモジュール 9 8 のケーシング 1 0 0 への当接側面には、ヒートスプレッドである放熱板 9 4 が配置され、発熱体であるチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w は共通の放熱板 9 4 上に配置されている。これにより、最も発熱量の高いチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w の直下にはチャンバー 1 2 2 を設定しつつ、放熱板 9 4 に拡散されたチップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w からの熱が当該放熱板 9 4 を介して冷却フィン 1 2 0 側へと効率的に放熱される。すなわち、各チップ 9 1 u ~ 9 1 w、9 2 u ~ 9 2 w からの熱をより広い面積で冷却液と熱交換させることが可能となり、冷却装置 1 0 の冷却性能を一層向上させることができる。

【 0 0 5 9 】

ところで、このような冷却装置 1 0 によって冷却する DC / DC コンバータ 3 6 において、スイッチングモジュール 9 8 を構成する上チップ 9 1 u ~ 9 1 w と下チップ 9 2 u ~ 9 2 w との間では、その発熱量に差異を生じることがあり、通常、駆動側となる下チップ 9 2 u ~ 9 2 w より回生側となる上チップ 9 1 u ~ 9 1 w の発熱量が大きくなる。

【 0 0 6 0 】

燃料電池車両 2 0 では、例えば、燃料電池 2 2 は高出力時に端子間電圧が下がってしまう特性があるため、車両として回生と駆動では同じ出力を行ったとしても、スイッチング素子であるアーム素子 8 1 u ~ 8 1 w、8 2 u ~ 8 2 w の 1 次側 1 S と 2 次側 2 S の電圧差は、駆動時に比べてモータ逆起電圧の影響を受ける回生時の方が大きくなり、このためスイッチング損失が大きくなる。従って、例えば、回生側（上チップ 9 1 u ~ 9 1 w）と駆動側（下チップ 9 2 u ~ 9 2 w）とを、同一の冷却設計とした場合には、回生側の方が熱的に厳しく、回生量を駆動側と同等に得ることができない。

【 0 0 6 1 】

そこで、本実施形態に係る車両用 DC / DC コンバータの冷却方法によれば、冷却装置 1 0 において、折り返し部 1 0 4 の上流側の第 1 直線部 1 1 4 側に上チップ 9 1 u ~ 9 1 w を配置し、折り返し部 1 0 4 の下流側の第 2 直線部 1 1 6 側に下チップ 9 2 u ~ 9 2 w

10

20

30

40

50

を配置するように構成している。すなわち、冷却液流路 102 では、冷却液を発熱量（熱負荷）の大きな回生側である上アーム素子 81u ~ 81w 側に流した後、折り返し部 104 を介して駆動側である下アーム素子 82u ~ 82w 側へと直列に流すことにより、発熱量の大きい回生側を先に冷却し、上アーム素子 81u ~ 81w が過熱されることを防止して最大出力及び該最大出力を発生させておくことが可能な時間を最大限利用することができる。

【0062】

従って、回生時における DC / DC コンバータ 36 の冷却性能を有効に向上させることができ、燃料電池車両 20 の回生可能電力量を増加させることができる。

【0063】

また、冷却液流路 102 では、第 1 直線部 114 から折り返し部 104 を介して第 2 直線部 116 へと連続する U ターン構造としているため、入口ポート 106 及び出口ポート 108 を当該冷却装置 10 の一側面側にまとめることができる。このため、冷却装置 10 の一層の小型化を図ることができると共に、循環ポンプ 110 やラジエータ 112 への配管を一層容易に且つ簡素にすることができる。冷却液流路 102 では、このような折り返し部 104 による U ターン構造以外にも、車載時の設置スペース等を考慮して適宜直線状や曲線状等からなる流路構成とすることもできる。

【0064】

なお、図 9 に示すように、本実施形態に係る電気車両である燃料電池車両 20 は、燃料電池 22 及びその関連部品を省略すると共に、エンジン（内燃機関）130 を設け、該エンジン 130 の出力軸をモータ 26 及び減速機 12 に連結した電気車両 20a として構成することもできる。すなわち、電気車両 20a は、いわゆる平行方式のハイブリッド車両として構成されている。

【0065】

さらに、図 10 に示すように、燃料電池車両 20 から燃料電池 22 及びその関連部品を省略すると共に、エンジン 130 及び発電機 132 を設け、エンジン 130 の出力軸を発電機 132 及び減速機 12 に連結すると共に、発電機 132 とモータ 26 とを電氣的に接続した電気車両 20b として構成することもできる。すなわち、電気車両 20b は、いわゆるシリーズ・平行方式のハイブリッド車両として構成されている。なお、当該電気車両 20b において、エンジン 130 の出力軸を発電機 132 にのみ連結し、減速機 12 への連結を省略又は減速機 12 自体を省略した場合には、いわゆるシリーズ方式のハイブリッド車両を構成することができる。

【0066】

なお、本実施形態に係る電気車両である燃料電池車両 20 から燃料電池 22 及びその関連部品を省略してエンジン 130 等を追加しない電気車両として構成してもよいことは言うまでもない。

【0067】

本発明は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図 1】本発明の一実施形態に係る燃料電池車両の回路図である。

【図 2】図 2A は、DC / DC コンバータを構成するスイッチングモジュールの概略分解斜視図であり、図 2B は、図 2A に示すスイッチングモジュールを模式的に示す概略斜視図である。

【図 3】冷却装置の構成を示す概略斜視図である。

【図 4】冷却装置を構成する冷却液流路を冷却液の流通方向に沿って切断した概略断面斜視図である。

【図 5】冷却装置を構成する冷却液流路を冷却液の流通方向に沿って切断した概略断面平面図である。

10

20

30

40

50

【図6】冷却装置の概略平面図である。

【図7】図6中のV I I - V I I線に沿う概略断面図である。

【図8】冷却液流路でのチャンバー付近での冷却液の流れを模式的に示す説明図である。

【図9】変形例に係る電気車両の回路図である。

【図10】他の変形例に係る電気車両の回路図である。

【符号の説明】

【0069】

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 10 ... 冷却装置 | 20 ... 燃料電池車両 |
| 20 a、20 b ... 電気車両 | 22 ... 燃料電池 |
| 23 ... DC / DCコンバータ装置 | 24 ... 蓄電装置 |
| 26 ... モータ | 34 ... インバータ |
| 36 ... DC / DCコンバータ | 91、91u ~ 91w ... 上チップ |
| 92、92u ~ 92w ... 下チップ | 94 ... 放熱板 |
| 98 ... スwitchingモジュール | 100 ... ケーシング |
| 102 ... 冷却液流路 | 104 ... 折り返し部 |
| 106 ... 入口ポート | 108 ... 出口ポート |
| 118 ... 切欠部 | 120 ... 冷却フィン |
| 121 ... R部 | 122 ... チャンバー |

【図1】

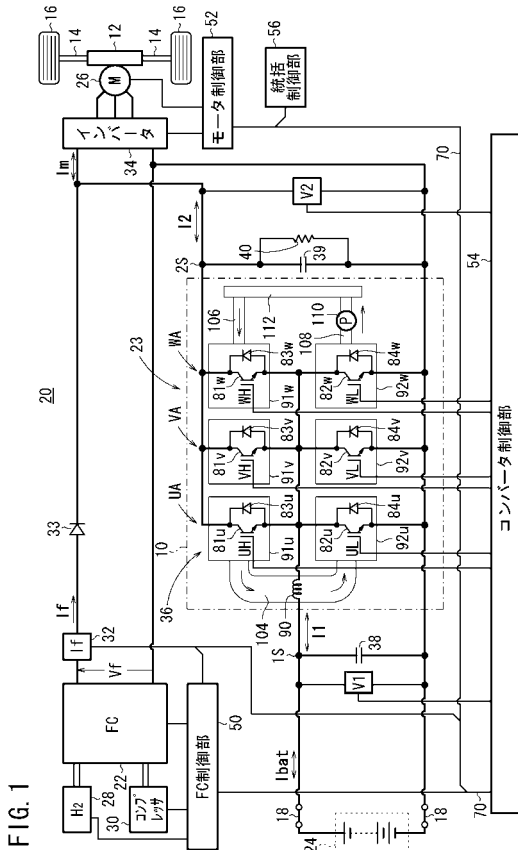


FIG. 1

【図2】

FIG. 2A

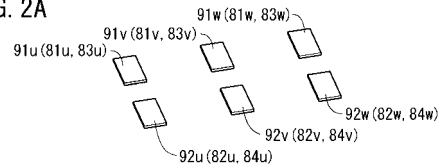
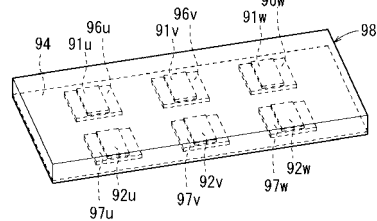


FIG. 2B



【 図 3 】

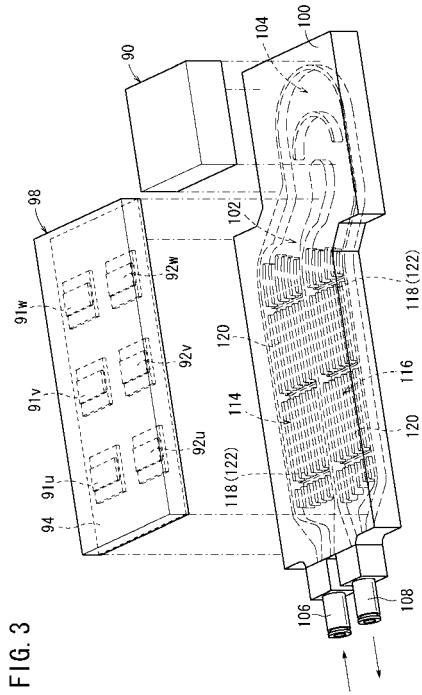


FIG. 3

【 図 4 】

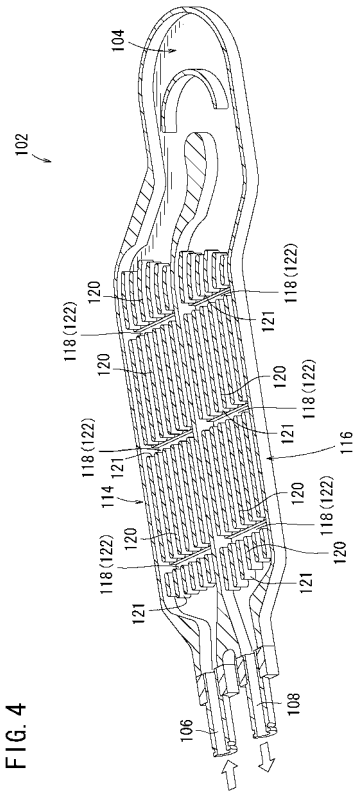


FIG. 4

【 図 5 】

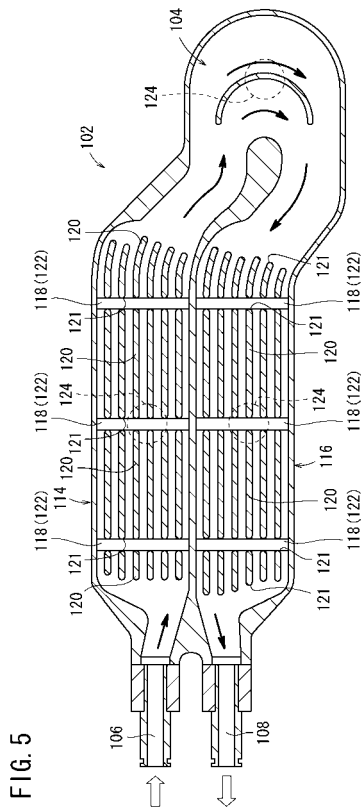


FIG. 5

【 図 6 】

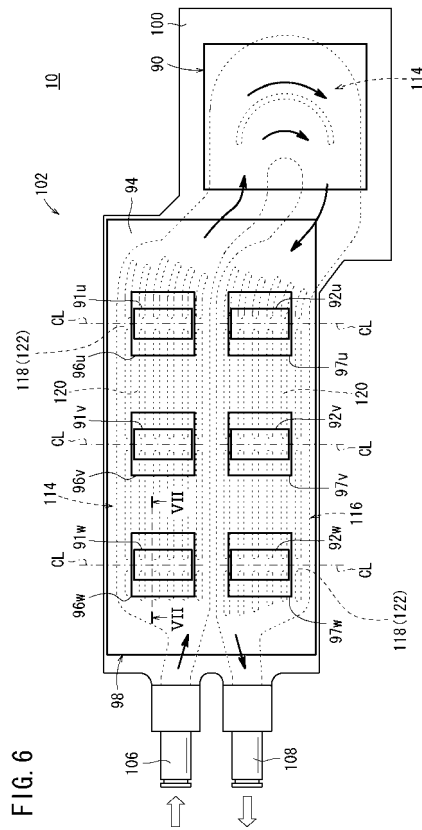


FIG. 6

【 図 7 】

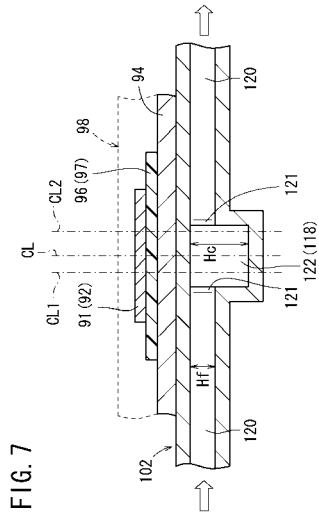


FIG. 7

【 図 8 】

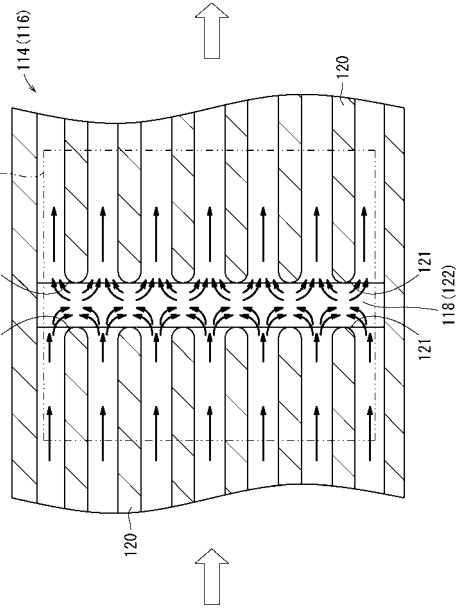


FIG. 8

【 図 9 】

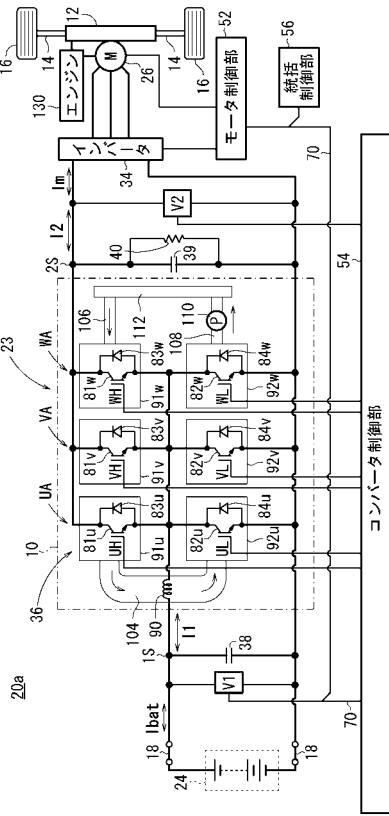


FIG. 9

【 図 10 】

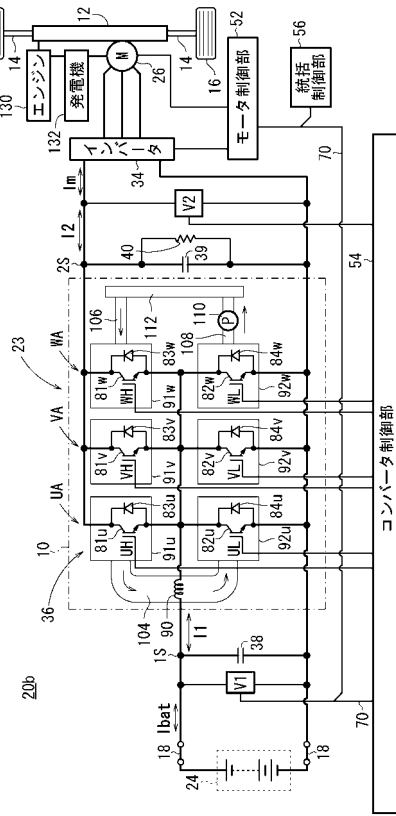


FIG. 10

フロントページの続き

(72)発明者 村上 友厚

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 安池 一貴

(56)参考文献 特開2006-286320(JP,A)

特開2004-201463(JP,A)

特開2005-346948(JP,A)

特開2005-332863(JP,A)

特開2005-353410(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/155

B60L 3/00

B60L 11/18

H01L 23/473

H01M 8/00