

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4140552号
(P4140552)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int. Cl.		F I	
B60L	11/14	(2006.01)	B60L 11/14 ZHV
B60W	10/08	(2006.01)	B60K 6/20 320
B60W	20/00	(2006.01)	B60K 6/445
B60K	6/445	(2007.10)	HO2M 5/297
HO2M	5/297	(2006.01)	

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-134172 (P2004-134172)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成16年4月28日(2004.4.28)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2005-318731 (P2005-318731A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成19年1月8日(2007.1.8)		弁理士 深見 久郎
前置審査		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫
		(72) 発明者	及部 七郎斎
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動車用電源装置およびそれを備える自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

mを3以上の自然数とするとき、
内燃機関から動力を受けてm相の第1の交流電力を発電可能な第1の回転電機と、
前記第1の交流電力と相の数が等しいm相の第2の交流電力を受けて車輪を駆動する第2の回転電機と、
バッテリーと、
前記バッテリーから得られる直流電力を変換して前記第2の交流電力の少なくとも一部として出力するインバータと、
前記第1の交流電力を変換して前記第2の交流電力の少なくとも一部として出力するマトリックスコンバータとを備え、
前記マトリックスコンバータは、
前記第1の回転電機のm相の出力の各々と前記第2の回転電機のm相の入力の各々との間に接続されるm×m個のスイッチング素子を含み、
前記バッテリーと前記インバータとを電氣的に接続する第1のスイッチと、
前記マトリックスコンバータに対して電力変換の制御を行ない、かつ、前記第1のスイッチの開閉を前記マトリックスコンバータの電力変換の状態に連動して制御する制御手段とをさらに備える、自動車用電源装置。

【請求項2】

mを3以上の自然数とするとき、

内燃機関から動力を受けてm相の第1の交流電力を発電可能な第1の回転電機と、
前記第1の交流電力と相の数が等しいm相の第2の交流電力を受けて車輪を駆動する第
2の回転電機と、

バッテリーと、

前記バッテリーから得られる直流電力を変換して前記第2の交流電力の少なくとも一部と
して出力するインバータと、

前記第1の交流電力を変換して前記第2の交流電力の少なくとも一部として出力するマ
トリックスコンバータとを備え、

前記マトリックスコンバータは、

前記第1の回転電機のm相の出力の各々と前記第2の回転電機のm相の入力の各々との
間に接続されるm×m個のスイッチング素子を含み、

前記マトリックスコンバータに対して電力変換の制御を行ない、かつ、前記マトリッ
 クスコンバータの電力変換の状態に連動して前記インバータを制御する制御手段をさらに備
 える、自動車用電源装置。

【請求項3】

前記内燃機関、前記第1、第2の回転電機の回転に応じてそれぞれ回転する第1～第3
 の回転軸を有し、前記内燃機関、前記第1、第2の回転電機の間で動力を分割する動力分
 割機構をさらに備える、請求項1または2に記載の自動車用電源装置。

【請求項4】

前記スイッチング素子は、逆阻止型の絶縁ゲートバイポーラトランジスタを含む、請求
 項1または2に記載の自動車用電源装置。

【請求項5】

前記マトリックスコンバータと前記第2の回転電機とを電氣的に接続する第2のスイッ
 チと、

前記第2のスイッチと前記マトリックスコンバータとの間に接続され、単相交流電力を
 出力するためのソケットとをさらに備える、請求項1または2に記載の自動車用電源装置
 。

【請求項6】

前記マトリックスコンバータと前記第1の回転電機と電氣的に接続する第3のスイッ
 チと、

前記第3のスイッチと前記マトリックスコンバータとの間に接続され、自動車外部から
 単相交流電力を入力するためのソケットとをさらに備える、請求項1または2に記載の自
 動車用電源装置。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の自動車用電源装置を備える自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、自動車用電源装置およびそれを備える自動車に関し、特に、交流 - 交流変
 換を行なうマトリックスコンバータを用いた自動車用電源装置およびそれを備える自動車
 に関する。

【背景技術】

【0002】

近年ますます高まりつつある省エネ・環境問題を背景に、ハイブリッド自動車が大きく
 注目されている。このハイブリッド自動車は、既に商品として実用化されている。

【0003】

ハイブリッド自動車は、従来の内燃機関であるエンジンに加え、直流電源とインバータ
 とインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。すなわち、ハイ
 ブリッド自動車は、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源から
 の直流電圧をインバータによって交流電圧に変換して変換された交流電圧によりモータを

10

20

30

40

50

回転させることによって動力源を得るものである。

【 0 0 0 4 】

特開 2 0 0 2 - 3 7 4 6 0 4 号公報 (特許文献 1) は、このようなハイブリッド自動車の構成の例を開示している。この構成では、ハイブリッド自動車は発電用のモータジェネレータおよび駆動用のモータジェネレータを備えている。エンジンから発生された動力の一部によって発電用モータジェネレータが発電を行ない、この発電された電力が駆動用のモータジェネレータに用いられる。車輪は、エンジンと駆動用モータジェネレータとから動力を受けて回転する。

【 0 0 0 5 】

また、ハイブリッド自動車においては、搭載する発電用のモータジェネレータによって発電される電力を商用電源として利用したいというニーズが存在している。すなわち、キャンプ時など周囲に商用電源設備が存在しない場合や停電時などの商用電源として、ハイブリッド自動車を利用するというものである。

10

【 0 0 0 6 】

一方、逆に外部の商用電源からハイブリッド自動車に電力を供給したいというニーズも存在する。すなわち、エンジンの動力を用いて発電機により発電することもできるが、その代わりにエンジンを運転することなく、外部の商用電源を用いて直流電源であるバッテリーを充電し、また車内で電気機器を利用可能にするというものである。

【 0 0 0 7 】

特開 2 0 0 2 - 3 7 4 6 0 4 号公報 (特許文献 1) および特開 2 0 0 0 - 2 7 8 8 0 8 号公報 (特許文献 2) には交流 1 0 0 V のコンセントを備える自動車が開示されている。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 3 7 4 6 0 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 2 7 8 8 0 8 号公報

【特許文献 3】特表 2 0 0 2 - 5 3 4 0 5 0 号公報

【非特許文献 1】パトリック W ホイラー (Patrick W. Wheeler) 他 4 名 , 「マトリックスコンバータ : テクノロジーレビュー (Matrix Converters: A Technology Review) 」 , IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS , 2 0 0 2 年 4 月 , 第 4 9 巻 , 第 2 号 , p . 2 7 6 - 2 8 8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 0 8 】

図 9 は、従来のハイブリッド自動車のエネルギー伝達を説明するための図である。

【 0 0 0 9 】

図 9 を参照して、従来のハイブリッド自動車は、エンジン 5 0 2 と、モータジェネレータ M G 1 と、モータジェネレータ M G 1 と接続されるインバータ 5 3 7 と、モータジェネレータ M G 2 と、モータジェネレータ M G 2 に接続されるインバータ 5 3 6 とを含む。

【 0 0 1 0 】

このハイブリッド自動車は、さらに、バッテリー 5 1 2 と、バッテリーの両端の電圧を安定化させるコンデンサ C 5 0 1 と、エンジン 5 0 2 , モータジェネレータ M G 1 , M G 2 に接続されるプラネタリギヤ 5 1 6 と、プラネタリギヤ 5 1 6 によって駆動されるタイヤ 5 2 0 とを含む。

40

【 0 0 1 1 】

プラネタリギヤ 5 1 6 は、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 およびエンジン 5 0 2 に接続されておりこの三者の間で動力を分割する動力分割機構としての役割を果たす。

【 0 0 1 2 】

図 9 に示すように、エンジン 5 0 2 の回転によるエネルギーは、通常の走行状態では一部が矢印 P 3 に示すようにタイヤの駆動のために伝達されるが大半は矢印 P 1 に示すようにモータジェネレータ M G 1 を回転させ、発電に用いられる。

【 0 0 1 3 】

モータジェネレータ M G 1 で発電された三相交流の電力はインバータ 5 3 7 によって一

50

度直流電力に変換される。インバータ537から出力される直流電力は、バッテリー512またはコンデンサC501に蓄積される。一方、インバータ536はバッテリー512およびコンデンサC501から直流電力を受けてモータジェネレータMG2を駆動する。モータジェネレータMG2の回転エネルギーは矢印P2に示すようにタイヤ520を駆動する。

【0014】

つまり、従来のハイブリッド自動車においては、エネルギーの大半はエンジンからモータジェネレータMG1に伝達され、これにより発電された電力が交流から直流に変換され、そして再びインバータ536によって直流から交流に変換されモータジェネレータMG2において動力に変換されていた。

【0015】

そのため、モータジェネレータMG1からインバータ537, 536を経由してモータジェネレータMG2に電力を伝達する経路は、インバータを2回通過するものであるため電力変換効率が悪い。また、モータジェネレータMG1によって発電された電力がインバータ537によって直流に変換されたとき、一度バッテリー512またはキャパシタC501に電力が蓄積されるため、バッテリーの寿命の問題や比較的大きなコンデンサが必要となるという問題があった。

【0016】

また、特開2002-374604号公報(特許文献1)では、交流100Vを車両から出力するために、交流100V専用の電力変換器を増設している。つまり、ハイブリッド自動車から交流100Vの商用電源を出力するために専用の電力変換器を増設しなければいけないという問題がある。

【0017】

この発明の目的は、エネルギー効率が向上した自動車用電源装置およびそれを備える自動車を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

この発明は要約すると、自動車用電源装置であって、 m を3以上の自然数とするとき、内燃機関から動力を受けて m 相の第1の交流電力を発電可能な第1の回転電機と、第1の交流電力と相の数が等しい m 相の第2の交流電力を受けて車輪を駆動する第2の回転電機と、第1の交流電力を変換して第2の交流電力の少なくとも一部として出力するマトリクスコンバータとを備える。マトリクスコンバータは、第1の回転電機の m 相の出力の各々と第2の回転電機の m 相の入力の各々との間に接続される $m \times m$ 個のスイッチング素子を含む。

【0019】

好ましくは、自動車用電源装置は、バッテリーと、バッテリーから得られる直流電力を変換して第2の交流電力の少なくとも一部として出力するインバータとをさらに備える。

【0020】

より好ましくは、自動車用電源装置は、バッテリーとインバータとを電氣的に接続する第1のスイッチと、マトリクスコンバータに対して電力変換の制御を行ない、かつ、第1のスイッチの開閉をマトリクスコンバータの電力変換の状態に連動して制御する制御手段とをさらに備える。

【0021】

より好ましくは、自動車用電源装置は、マトリクスコンバータに対して電力変換の制御を行ない、かつ、マトリクスコンバータの電力変換の状態に連動してインバータを制御する制御手段をさらに備える。

【0022】

好ましくは、スイッチング素子は、逆阻止型の絶縁ゲートバイポーラトランジスタを含む。

【0023】

好ましくは、自動車用電源装置は、マトリクスコンバータと第2の回転電機とを電気

10

20

30

40

50

的に接続する第2のスイッチと、第2のスイッチとマトリックスコンバータとの間に接続され、単相交流電力を出力するためのソケットとをさらに備える。

【0024】

好ましくは、自動車用電源装置は、マトリックスコンバータと第1の回転電機と電氣的に接続する第3のスイッチと、第3のスイッチとマトリックスコンバータとの間に接続され、自動車外部から単相交流電力を入力するためのソケットとをさらに備える。

【0025】

この発明の他の局面に従うと、自動車であって上記いずれかの自動車用電源装置を備える。

【発明の効果】

10

【0026】

この発明による自動車用電源装置は2つの回転電機間の電力のやり取りがより直接的に行なわれるので、電力の損失を低減させることができる。

【0027】

また、専用の電力変換器が不要となるので車両を小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0029】

20

[実施の形態1]

図1は、実施の形態1のハイブリッド自動車1の構成を示す概略図である。

【0030】

図1を参照して、ハイブリッド自動車1は、前輪20R、20Lと、後輪22R、22Lと、エンジン2と、プラネタリギヤ16と、自動車用電源装置14、デファレンシャルギヤ18と、ギヤ4、6を含む。

【0031】

自動車用電源装置14は、車両後方に配置されるバッテリー12と、バッテリー12の出力する直流電力を昇圧する昇圧ユニット32と、昇圧ユニット32との間で直流電力を授受するインバータ36と、プラネタリギヤ16を介してエンジン2の動力を受けて発電を行なうモータジェネレータMG1と、回転軸がプラネタリギヤ16に接続されるモータジェネレータMG2と、モータジェネレータMG1、MG2およびインバータ36に接続され交流電力相互の変換を行なうマトリックスコンバータ38を含む。

30

【0032】

プラネタリギヤ16は第1～第3の回転軸を有する。第1の回転軸はエンジン2に接続され第2の回転軸はモータジェネレータMG1に接続され第3の回転軸はモータジェネレータMG2に接続される。

【0033】

この第3の回転軸にはギヤ4が取り付けられ、このギヤ4はギヤ6を駆動することによりデファレンシャルギヤ18に動力を伝達する。デファレンシャルギヤ18はギヤ6から受ける動力を前輪20R、20Lに伝達するとともに、前輪20R、20Lの回転力をギヤ6、4を介してプラネタリギヤの第3の回転軸に伝達する。

40

【0034】

プラネタリギヤ16はエンジン2、モータジェネレータMG1、MG2の間で動力を分割する役割を果たす。すなわちプラネタリギヤ16の3つの回転軸のうちの2つの回転軸の回転が定めれば残る1つの回転軸の回転は自ずと定められる。したがって、エンジン2を最も効率のよい領域で動作させつつ、モータジェネレータMG1の発電量を制御してモータジェネレータMG2を駆動させることにより車速の制御を行ない、全体としてエネルギー効率のよい自動車を実現している。

【0035】

50

直流電源であるバッテリー12は、たとえば、ニッケル水素またはリチウムイオンなどの二次電池からなり、直流電力を昇圧ユニット32に供給するとともに、昇圧ユニット32からの直流電力によって充電される。

【0036】

昇圧ユニット32はバッテリー12から受ける直流電圧を昇圧し、その昇圧された直流電圧をインバータ36に供給する。インバータ36は供給された直流電圧を交流電圧に変換してエンジン始動時にはモータジェネレータMG1を駆動制御する。また、エンジン始動後にはモータジェネレータMG1が発電した交流電力はインバータ36によって直流に変換されて昇圧ユニット32によってバッテリー12の充電に適切な電圧に変換されバッテリー12が充電される。

10

【0037】

また、MG1によって発電された三相交流の電力はマトリックスコンバータ38を経由してモータジェネレータMG2に伝達される。そしてモータジェネレータMG2はエンジン2を補助して前輪20R, 20Lを駆動する。

【0038】

図2は、図1における自動車用電源装置14の構成を示した回路図である。

【0039】

図2を参照して、自動車用電源装置14は、昇圧ユニット32と、インバータ36と、マトリックスコンバータ38と、制御装置40と、電圧センサ42~46と、制御コントローラ48と、コンデンサC1, C2と、抵抗Rと、電源ラインL1, L2, L4と、スイッチS1と、接地ラインL3と、U相ラインLU1, LU2と、V相ラインLV1, LV2と、W相ラインLW1, LW2とを含む。

20

【0040】

モータジェネレータMG1は、三相交流同期電動発電機であって、U, V, W各相ラインLU1, LV1, LW1に接続され、エンジン2の始動時には、U, V, W各相ラインLU1, LV1, LW1から受ける交流電力によって駆動力を発生する。また、エンジン2が始動した後は、モータジェネレータMG1は、図1のエンジン2からの動力をプラネタリギヤ16を介して受けて交流電力に変換し、その変換した交流電力をU, V, W各相ラインLU1, LV1, LW1へ出力する。

【0041】

30

モータジェネレータMG2は、三相交流同期電動機であって、U, V, W各相ラインLU2, LV2, LW2に接続される。モータジェネレータMG2は、U, V, W各相ラインLU2, LV2, LW2から受ける交流電力によって駆動力を発生する。また、減速時には回生制動を行ないタイヤからの動力を電力に変換してU, V, W各相ラインLU2, LV2, LW2に出力する。

【0042】

なお、モータジェネレータMG1, MG2にはその回転位置を検出するための回転位置センサ50, 52がそれぞれ設けられている。

【0043】

昇圧ユニット32は、IGBT素子Q11, Q12と、ダイオードD11, D12と、リアクトルLとを含む。

40

【0044】

IGBT素子Q11, Q12は、電源ラインL2と接地ラインL3との間に直列に接続され、各々のゲートには制御装置40からの制御信号を受ける。IGBT素子Q11のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ向かう向きが順方向となるようにダイオードD11が接続される。IGBT素子Q12のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ向かう向きが順方向となるようにダイオードD12が接続される。

【0045】

電源ラインL1はバッテリー12の正極に接続されている。リアクトルLの一方端は、電

50

源ラインL1に接続される。リアクトルLの他方端はIGBT素子Q11のエミッタおよびIGBT素子Q12のコレクタに接続される。

【0046】

そして、リアクトルLは、IGBT素子Q12のスイッチング動作に応じてコイルに流れる電流を磁場エネルギーとして蓄積することによってバッテリー12からの直流電圧を昇圧する。昇圧された直流電圧はIGBT素子Q12がオフ状態となったタイミングに同期してダイオードD11を介して電源ラインL2に供給される。

【0047】

このように昇圧ユニット32は、制御装置40からの制御信号に基づいて、バッテリー12から受ける直流電圧を昇圧して電源ラインL2に供給する。また一方で、昇圧ユニット32は、インバータ36から受ける直流電圧を充電電圧として適切な電圧まで降圧してバッテリー12を充電する。

10

【0048】

コンデンサC1は、電源ラインL1と接地ラインL3との間に接続され、電圧変動に起因するバッテリー12および昇圧ユニット32に対しての影響を低減する。

【0049】

スイッチS1は、電源ラインL2と電源ラインL4との間に接続され制御装置40によって導通/非導通が制御される。

【0050】

インバータ36は、電源ラインL4と接地ラインL3との間に並列に接続されるU相アーム36U、V相アーム36V、W相アーム36Wを含む。

20

【0051】

U相アーム36Uは、電源ラインL4と接地ラインL3との間に直列に接続されるIGBT素子Q31、Q32と、IGBT素子Q31に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD31と、IGBT素子Q32に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD32とを含む。

【0052】

V相アーム36Vは、電源ラインL4と接地ラインL3との間に直列に接続されるIGBT素子Q33、Q34と、IGBT素子Q33に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD33と、IGBT素子Q34に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD34とを含む。

30

【0053】

W相アーム36Wは、電源ラインL4と接地ラインL3との間に直列に接続されるIGBT素子Q35、Q36と、IGBT素子Q35に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD35と、IGBT素子Q36に対してエミッタからコレクタに向かう向きが順方向となるように並列接続されるダイオードD36とを含む。

【0054】

40

ラインLU2は、U相アーム36UのIGBT素子Q31、Q32の接続点とモータジェネレータMG2のU相コイルの一方端との間に接続される。ラインLV2は、V相アーム36VのIGBT素子Q33、Q34の接続点とモータジェネレータMG2のV相コイルの一方端との間に接続される。ラインLW2は、W相アーム36WのIGBT素子Q35、Q36の接続点とモータジェネレータMG2のW相コイルの一方端との間に接続される。モータジェネレータMG2のU相、V相、W相コイルの他方端はともに中性点に結合される。

【0055】

インバータ36は、制御装置40からの制御信号に基づいて、電源ラインL4から受ける直流電力を交流電力に変換してU、V、W各相ラインLU2、LV2、LW2へ出力す

50

る。

【0056】

コンデンサC2は、電源ラインL2と接地ラインL3との間に接続され電圧変動に起因するインバータ36および昇圧ユニット32に対しての影響を低減する。抵抗Rは、電源ラインL2と接地ラインL3との間に接続される放電抵抗である。

【0057】

マトリックスコンバータ38は、双方向スイッチング素子SAa~SAc, SBa~SBc, SCa~SCcと、電源ラインLA~LC, La~Lcとを含む。

【0058】

電源ラインLA~LCは、インバータ36のU相ラインLU2, V相ラインLV2, W相ラインLW2にそれぞれ接続される。電源ラインLa~Lcは、モータジェネレータMG1に接続されるU相ラインLU1, V相ラインLV1, W相ラインLW1にそれぞれ接続される。

10

【0059】

つまり、マトリックスコンバータ38は、モータジェネレータMG1の3相の出力である電源ラインLa~Lcの各々とモータジェネレータMG2の3相の入力である電源ラインLA~LCの各々との間に接続される3x3個のスイッチング素子SAa~SAc, SBa~SBc, SCa~SCcを含む。

【0060】

より具体的には、9つの双方向スイッチング素子SAa~SAc, SBa~SBc, SCa~SCcは、3行3列の行列状に配置される。双方向スイッチング素子SAaは、電源ラインLAと電源ラインLaとの間に接続される。双方向スイッチング素子SBaは、電源ラインLBと電源ラインLaとの間に接続される。双方向スイッチング素子SCaは電源ラインLCと電源ラインLaとの間に接続される。

20

【0061】

また、双方向スイッチング素子SAbは、電源ラインLAと電源ラインLbとの間に接続される。双方向スイッチング素子Sbbは、電源ラインLBと電源ラインLbとの間に接続される。双方向スイッチング素子SCbは電源ラインLCと電源ラインLbとの間に接続される。

【0062】

また、双方向スイッチング素子SAcは、電源ラインLAと電源ラインLcとの間に接続される。双方向スイッチング素子Sbcは、電源ラインLBと電源ラインLcとの間に接続される。双方向スイッチング素子SCcは電源ラインLCと電源ラインLcとの間に接続される。

30

【0063】

そして、双方向スイッチング素子の各々は、制御装置40から受ける制御指令に応じてスイッチング動作を行ない、オン状態のときは、対応する2つの電源ライン間で双方向に電流を通流することができる。また、双方向スイッチング素子の各々は、オフ状態のときは、対応する2つの電源ラインを電氣的に分離する。

【0064】

マトリックスコンバータは、交流から別の周波数の交流に直接電力変換を行なう電力変換装置である。双方向性のスイッチを用いてPWM制御を行なうことにより、任意の周波数の正弦波交流電力を発生することができる。

40

【0065】

マトリックスコンバータを用いる構成の特徴としては、第1に、直流部分を介さずに電力変換を行なうため直流部分に必要な平滑コンデンサ等のエネルギー蓄積要素を必要としない。

【0066】

第2に、交流を直流に一旦インバータで変換し、さらにこの変換された直流を別のインバータによって交流に変換する方式と比べると、スイッチング素子数は増えるが、個々の

50

スイッチング素子のサイズは小さくできる。全体としてみれば小型で大容量の自動車用電源装置を構成することが可能となる。

【 0 0 6 7 】

3 × 3 のマトリックスコンバータの P W M 制御については、種々の提案がなされており、ここでは詳細には説明はしないが、たとえば、パトリック W . ホイラーらの論文（非特許文献 1）等においても紹介されている。

【 0 0 6 8 】

このマトリックスコンバータ 3 8 は、モータジェネレータ M G 1 によって発電された三相交流電力を従来の三相全波整流インバータ方式のように三相交流を一旦直流に整流することなく、モータジェネレータ M G 1 から入力された三相交流電力をモータジェネレータ M G 2 を駆動するための三相交流電力に直接変換して出力する。

【 0 0 6 9 】

モータジェネレータ M G 1 で発電された電力をモータジェネレータ M G 2 に送るときには、制御装置 4 0 はスイッチ S 1 を非導通状態とする。

【 0 0 7 0 】

また、バッテリー 1 2 からの電力とモータジェネレータ M G 1 で発電された電力の両方を用いてモータジェネレータ M G 2 を駆動する場合には、スイッチ S 1 のオン状態とオフ状態とを時分割で制御する。

【 0 0 7 1 】

モータジェネレータ M G 1 で発電された電力をモータジェネレータ M G 2 に対して送電する瞬間においては、スイッチ S 1 はオフ状態に制御されインバータ 3 6 の動作は停止状態に制御される。そして、マトリックスコンバータ 3 8 の内部のスイッチング素子を適切に P W M 制御を行なうことによりモータジェネレータ M G 2 を駆動するための電力を発生することができる。

【 0 0 7 2 】

一方、バッテリー 1 2 から電力をモータジェネレータに送電する瞬間においては、スイッチ S 1 がオン状態に制御され、バッテリー 1 2 から出力される直流電力が昇圧ユニット 3 2 を介して昇圧され、そしてインバータ 3 6 によって三相交流電力に変換されモータジェネレータ M G 2 を駆動する。このときマトリックスコンバータ 3 8 のスイッチング素子はすべてオフ状態に制御される。

【 0 0 7 3 】

自動車用電源装置 1 4 は 2 つのモータジェネレータ M G 1、M G 2 間の三相交流電力のやり取りがマトリックスコンバータ 3 8 より直接的に行なわれるので、従来のように直流に一旦変換するよりも電力の損失を低減させることができる。

【 0 0 7 4 】

図 3 ~ 図 6 は、マトリックスコンバータに用いられるスイッチング素子の例を示した回路図である。

【 0 0 7 5 】

図 3 を参照して、スイッチング素子 S W A は、端子 X にエミッタが接続され端子 Y にコレクタが接続される I G B T 素子 6 2 と、端子 Y にエミッタが接続され端子 X にコレクタが接続される I G B T 素子 6 4 とを含む。I G B T 素子 6 2、6 4 は、ともに逆阻止機能付 I G B T 素子である。逆阻止機能付 I G B T は、近年注目されている素子であり、素子に逆方向の電圧が印加されても十分な耐圧を有するものである。

【 0 0 7 6 】

図 3 に示したスイッチング素子 S W A は図 2 におけるスイッチング素子 S A a ~ S A c、S B a ~ S B c、S C a ~ S C c として用いられる。制御装置 4 0 は、I G B T 素子 6 2、6 4 のゲートを活性化することにより I G B T 素子 6 2、6 4 を導通状態に制御する。このときに端子 X よりも端子 Y の方が高電圧のときは I G B T 素子 6 2 によって電流が流れる。I G B T 素子 6 4 には逆方向電圧が印加されるが、逆阻止型の I G B T であるため I G B T 素子 6 4 は電流を流さない。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

一方、端子Xの方が端子Yよりも電圧が高いときにはI G B T素子64に電流が流れる。I G B T素子62には逆方向電圧が印加されるが、逆阻止型のI G B TであるためI G B T素子62は電流を流さない。このようにスイッチング素子S W Aは双方向のスイッチング素子として動作する。

【 0 0 7 8 】

図4は、スイッチング素子の第2の例であるスイッチング素子S W Bの回路図である。

【 0 0 7 9 】

図4を参照して、スイッチング素子S W Bは、ノードN1にエミッタが接続され端子Yにコレクタが接続されるI G B T素子72と、ノードN1と端子Xとの間にノードN1から端子Xに向かう向きを順方向とするように接続されるダイオード73と、端子Xにコレクタが接続されノードN1にエミッタが接続されるI G B T素子74と、ノードN1と端子Yとの間にノードN1から端子Yに向かう向きを順方向とするように接続されるダイオード75とを含む。

10

【 0 0 8 0 】

スイッチング素子S W Bは、I G B T素子72, 74のゲートがともに活性化される時は双方向に電流を流すことが可能である。

【 0 0 8 1 】

すなわち端子Xより端子Yが電圧が高い場合にはI G B T素子72およびダイオード73を経由して端子Yから端子Xに電流が流れる。逆に端子Xの方が端子Yよりも電圧が高い場合にはI G B T素子74およびダイオード75を介して端子Xから端子Yへと電流が流れる。

20

【 0 0 8 2 】

また、この構成ではダイオード73, 75を含むのでI G B T素子72, 74は図3に示したような逆阻止機能付のI G B T素子でなくてもよい。逆阻止機能付のI G B T素子で無い場合には、両端に逆方向の電圧が印加されているときにゲートを非活性化しても逆方向電流を阻止できない。

【 0 0 8 3 】

しかし、端子Xより端子Yが電圧が高い場合はI G B T素子72には順方向電圧が印加されているので、I G B T素子72のゲートが非活性化状態においては、I G B T素子72には電流が流れない。またダイオード75には逆方向電圧が印加されるので電流は流れない。したがって端子YからノードN1に向かって電流を遮断することができる。

30

【 0 0 8 4 】

一方、端子Yより端子Xが電圧が高い場合はI G B T素子74には順方向電圧が印加されているので、I G B T素子74のゲートが非活性化状態においては、I G B T素子74には電流が流れない。またダイオード73には逆方向電圧が印加されるので電流は流れない。したがって端子XからノードN1に向かって電流を遮断することができる。

【 0 0 8 5 】

以上よりスイッチング素子S W Bは双方向スイッチとして用いることが可能である。

【 0 0 8 6 】

図5は、スイッチング素子の第3の例であるスイッチング素子S W Cの構成を示した図である。

40

【 0 0 8 7 】

図5を参照して、スイッチング素子S W Cは、端子Yにコレクタが接続されノードN2にエミッタが接続されるI G B T素子82と、ノードN2と端子Xとの間にノードN2から端子Xに向かう向きを順方向とするように接続されるダイオード83と、ノードN2Aにエミッタが接続され端子Xにコレクタが接続されるI G B T素子84と、ノードN2Aと端子Yとの間にノードN2Aから端子Yに向かう向きを順方向とするように接続されるダイオード85とを含む。

【 0 0 8 8 】

50

スイッチング素子 SWC も、図 4 で示したスイッチング素子 SWB と同様に、双方向スイッチとして使用することができる。

【 0089 】

図 6 は、スイッチング素子の第 4 の例であるスイッチング素子 SWD の構成を示した回路図である。

【 0090 】

図 6 を参照して、スイッチング素子 SWD は、端子 X とノード $N3$ との間に端子 X からノード $N3$ に向かう向きを順方向として接続されるダイオード 92 と、端子 Y とノード $N3$ との間に端子 Y からノード $N3$ に向かう向きを順方向として接続されるダイオード 93 とを含む。

10

【 0091 】

スイッチング素子 SWD は、さらに、端子 X とノード $N4$ との間にノード $N4$ から端子 X に向かう向きを順方向として接続されるダイオード 94 と、端子 Y とノード $N4$ との間にノード $N4$ から端子 Y に向かう向きを順方向として接続されるダイオード 95 と、ノード $N3$ にコレクタが接続されノード $N4$ にエミッタが接続される $IGBT$ 素子 91 とを含む。

【 0092 】

$IGBT$ 素子 91 のゲートが活性化されると端子 X の方が端子 Y よりも電位が高い場合にはダイオード 92 , $IGBT$ 素子 91 , ダイオード 95 の順に電流が流れる経路が形成される。逆に端子 Y の方が端子 X よりも電位が高い場合にはダイオード 93 , $IGBT$ 素子 91 , ダイオード 94 の順に電流が流れる経路が形成される。

20

【 0093 】

上述の場合、電流が流れる経路は必ずノード $N3$ からノード $N4$ に向かって電流が流れる。つまり、ノード $N3$ のほうがノード $N4$ より電位がいつも高い状態である。したがって、このとき $IGBT$ 素子 91 のゲートが非活性化されると端子 X と端子 Y とは電氣的に分離される。

【 0094 】

以上図 3 ~ 図 6 で例を示したスイッチング素子のいずれを用いても本発明のマトリックスコンバータ 38 は実現可能である。ただし図 3 に示すような逆阻止機能付 $IGBT$ 素子を使用する場合には、電流が流れる経路上にダイオードが存在しないためダイオードを通過するとき発生する熱損失分だけ他のスイッチング素子を使用する場合よりも効率を上げることができる。このため、図 3 に示した例を使用するのが好ましい。

30

【 0095 】

図 7 は、図 2 に示した自動車用電源装置の変形例を示す回路図である。

【 0096 】

図 7 を参照して自動車用電源装置 14A は、図 2 に示した自動車用電源装置 14 の構成においてスイッチ $S1$ は取除かれ電源ライン $L4$ は電源ライン $L2$ に結合されている。

【 0097 】

このような構成においては、制御装置 40 は、モータジェネレータ $MG2$ において必要とされる電力に応じて、インバータ 36 とマトリックスコンバータ 38 とに対して同時に PWM 制御を行なう。

40

【 0098 】

同時に PWM 制御を行なうことによりマトリックスコンバータ 38 から出力されるモータジェネレータ $MG1$ で発電された電力とインバータ 36 から出力されるバッテリー 12 から供給される電力とを足し込んでモータジェネレータ $MG2$ に供給することが可能となる。そうすれば、モータジェネレータ $MG2$ が最大出力となるときに、インバータ 36 の負荷を減らすことができる。モータジェネレータ $MG2$ が最大出力となるときは、たとえば車両が高速で走行する場合である。

【 0099 】

たとえばモータジェネレータ $MG2$ の最大出力が 50 kW である場合には、図 2 で説明

50

した時分割で駆動する方式においてはインバータ36の最大出力も50kW分必要であった。

【0100】

これに対し図7で示した構成とすれば、モータジェネレータMG1で発電される電力に対してインバータ36で電力を足し込んでモータジェネレータMG2に供給することができる。このため、インバータ36は、モータジェネレータMG2の最大出力時におけるモータジェネレータMG1の発電量で補いきれない不足分の電力のみを出力するだけですむ。したがって、図2に示した場合よりもインバータ36の出力をたとえば50kWから30kW程度まで小さくすることが可能となる。

【0101】

[実施の形態2]

図8は、実施の形態2の自動車用電源装置114の構成を示した回路図である。

【0102】

図8を参照して、自動車用電源装置114は、図2で説明した自動車用電源装置14の構成においてラインLU2, LV2とラインLA, LBとの間にスイッチS2が設けられスイッチS2とラインLA, LBとの間に交流100Vの出力ソケット122が接続される。

【0103】

また、ラインLU1, LV1とラインLa, Lbとの間にスイッチS3が設けられ、スイッチS3とラインLA, LBとの間に交流100Vの入力用のソケット124が接続される。以上の点において図8の自動車用電源装置114は図2の自動車用電源装置14と異なる。他の部分については自動車用電源装置114と自動車用電源装置14は同様であるので説明は繰返さない。

【0104】

自動車用電源装置114は、車両をソケット122から交流商用電力を出力する発電所として使用することができる。この場合には、制御装置40はスイッチS1, S2をともにオフ状態とし、スイッチS3をオン状態とする。そしてエンジンを始動させてモータジェネレータMG1を用いて発電し発電された三相交流がマトリックスコンバータ38によって単相交流100Vに変換される。このとき、制御装置40は、マトリックスコンバータ38中のスイッチング素子SCa~SCcは非導通状態とし、スイッチング素子SAa~SAc, SBa~SBcに対してPWM制御を行なう。

【0105】

また、自動車用電源装置114は、商用電源交流100Vを用いて、車両に搭載されたバッテリー12への充電と車両の電気系統への電力供給も可能である。この場合は制御装置40は、スイッチS3をオフ状態とし、スイッチS1, S2はともにオン状態とする。

【0106】

そして、ソケット124から入力された商用電源交流100Vをマトリックスコンバータ38によって一旦三相交流に変換する。このとき、制御装置40は、マトリックスコンバータ38中のスイッチング素子SAc, Sbc, SCcは非導通状態とし、スイッチング素子SAa~SAb, Sba~Sbb, SCa~SCbに対してPWM制御を行なう。

【0107】

マトリックスコンバータ38によって変換された三相交流は、インバータ36を用いて直流電圧に変換され、そして昇圧ユニット32によってバッテリー12を充電させるのに適切な電圧に変換される。

【0108】

以上説明したように、実施の形態2においては、実施の形態1で得られる効果に加えて、さらに、車両から商用電源を取出したり、車両に商用電源を入力して車載バッテリーを充電したりすることが可能となる。

【0109】

また、実施の形態2では、商用交流電圧を出力するための専用インバータが不要となり

10

20

30

40

50

また従来交流 - 交流変換装置が備えていたリアクトルやコンデンサが不要となるのでハイブリッド自動車を小型化できる。

【0110】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】実施の形態1のハイブリッド自動車1の構成を示す概略図である。

10

【図2】図1における自動車用電源装置14の構成を示した回路図である。

【図3】マトリックスコンバータに用いられるスイッチング素子の第1の例を示した回路図である。

【図4】スイッチング素子の第2の例であるスイッチング素子SWBの回路図である。

【図5】スイッチング素子の第3の例であるスイッチング素子SWCの構成を示した図である。

【図6】スイッチング素子の第4の例であるスイッチング素子SWDの構成を示した回路図である。

【図7】図2に示した自動車用電源装置の変形例を示す回路図である。

【図8】実施の形態2の自動車用電源装置114の構成を示した回路図である。

20

【図9】従来のハイブリッド自動車のエネルギー伝達を説明するための図である。

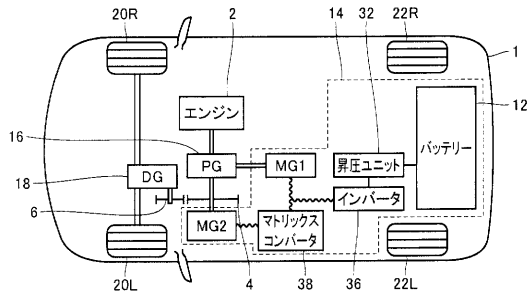
【符号の説明】

【0112】

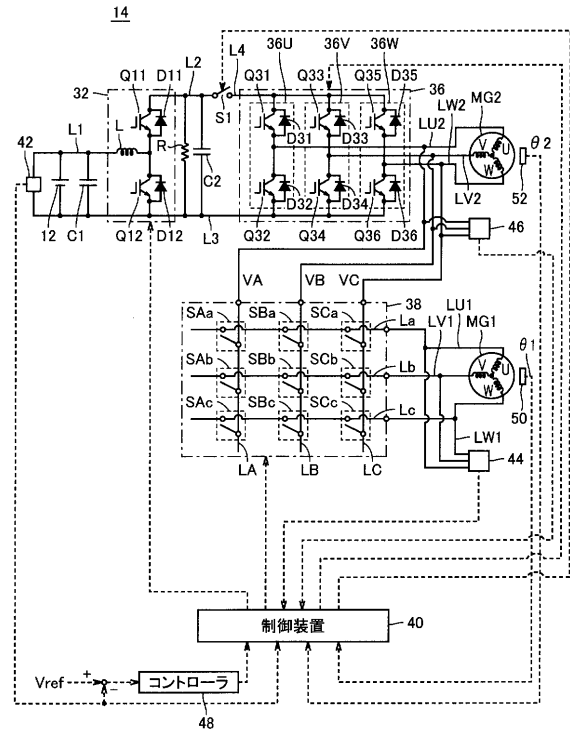
SAa~SAc, SBa~SBc, SCa~SCc, SWA~SWD スwitchング素子、R 抵抗、L3 接地ライン、LU1, LV1, LW1, LU2, LV2, LW2 ライン、X, Y 端子、Q11, Q12, Q31~Q36, 62, 64, 72, 74, 82, 84, 91 IGBT素子、L1, L2, L4, LA~LC, La~Lc 電源ライン、42~46 電圧センサ、1 ハイブリッド自動車、2 エンジン、4, 6 ギヤ、12 バッテリ、14, 14A, 114 自動車用電源装置、16 プラネタリギヤ、18 デファレンシャルギヤ、20R, 20L 前輪、22R, 22L 後輪、32 昇圧ユニット、36 インバータ、36U U相アーム、36V V相アーム、36W W相アーム、38 マトリックスコンバータ、40 制御装置、48 制御コントローラ、50, 52 回転位置センサ、73, 75, 83, 85, 92~95, D11, D12, D31~D33, D34~D36 ダイオード、122, 124 ソケット、C1, C2 コンデンサ、L リアクトル、MG1, MG2 モータジェネレータ、S1~S3 スイッチ。

30

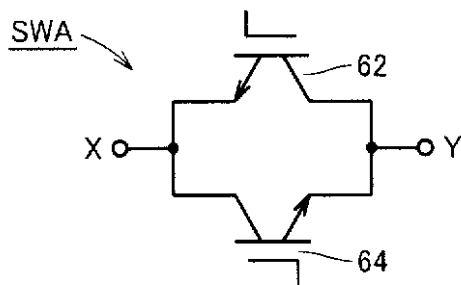
【図1】



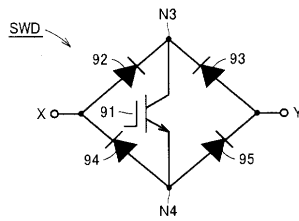
【図2】



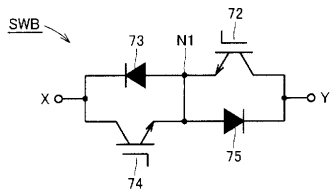
【図3】



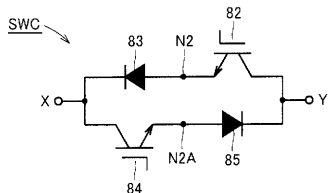
【図6】



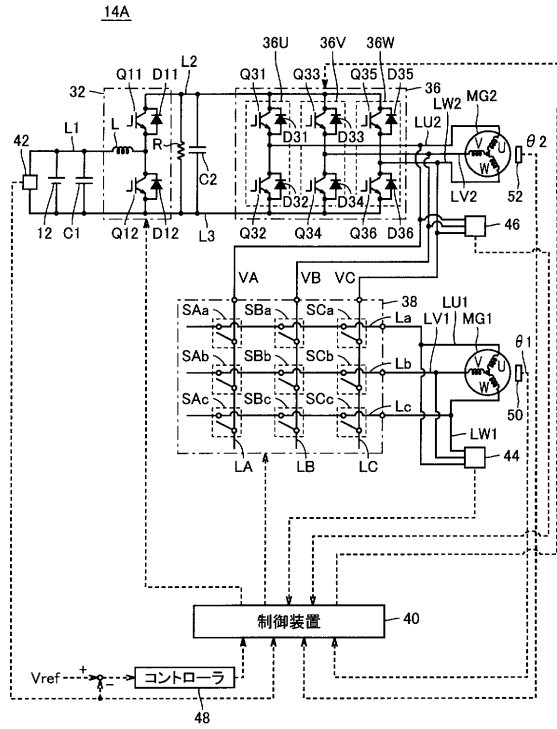
【図4】



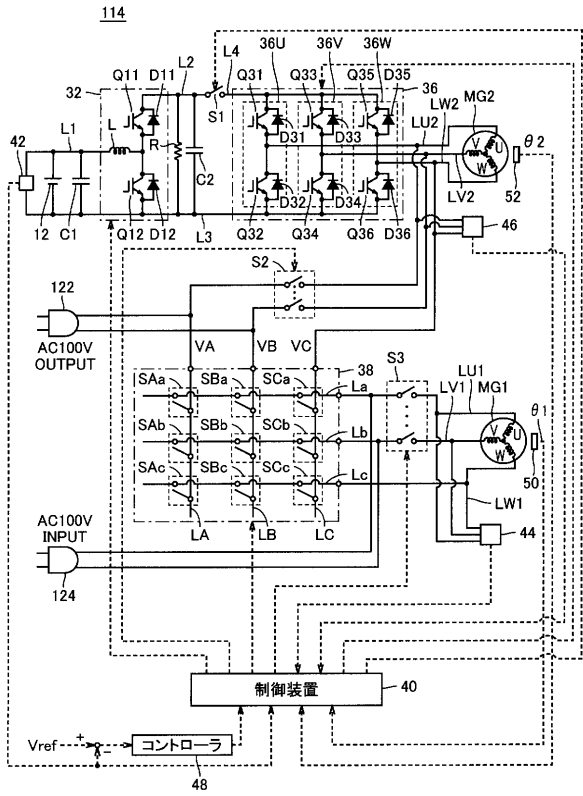
【図5】



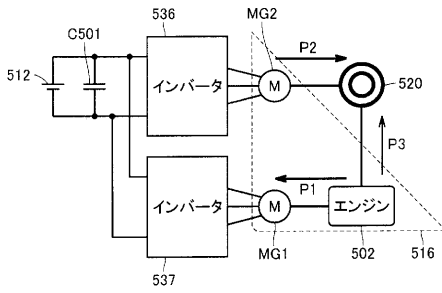
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 哲浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 山村 和人

(56)参考文献 特開2001-329884(JP,A)
特開2003-309975(JP,A)
特開2003-244960(JP,A)
特開2002-374604(JP,A)
特開2000-278808(JP,A)
特開平10-191501(JP,A)
特開2003-235105(JP,A)
欧州特許出願公開第01167110(EP,A2)
米国特許第05669470(US,A)
米国特許出願公開第2001/0021116(US,A1)
Hofmann,W.;Paul,M.;Tenberge,P, Automatic Gearbox Continuously Controlled by Electromagnetic and Electronic Power Converter, POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE,2000.P
ESC 00, 2000年 6月, vol.1, June 2000(2000-06), 521-526

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 11/14
B60K 6/445
B60W 10/08
B60W 20/00
H02M 5/297