

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4349447号
(P4349447)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl. F 1
H02P 27/06 (2006.01) H02P 7/63 302D
 H02P 7/63 302S

請求項の数 6 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-188435 (P2007-188435) (22) 出願日 平成19年7月19日(2007.7.19) (65) 公開番号 特開2009-27833 (P2009-27833A) (43) 公開日 平成21年2月5日(2009.2.5) 審査請求日 平成20年7月16日(2008.7.16)</p>	<p>(73) 特許権者 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 100064746 弁理士 深見 久郎 (74) 代理人 100085132 弁理士 森田 俊雄 (74) 代理人 100112852 弁理士 武藤 正 (72) 発明者 野澤 奈津樹 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 森山 拓哉</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インバータ制御装置および車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インバータを制御するインバータ制御装置であって
 第1の直流電圧を出力する直流電源と、
 前記第1の直流電圧の電圧レベルを変換して、第2の直流電圧を前記インバータに供給する電圧変換部と、
 前記インバータの雰囲気温度を検出する温度検出部と、
 前記温度検出部の検出結果に基づいて、前記電圧変換部を制御し、かつ、前記第2の直流電圧を交流電圧に変換するように前記インバータの動作を制御する一方で、前記第2の直流電圧が上限値を超えると判定した場合には前記インバータを停止させる制御部とを備え、
 前記制御部は、前記雰囲気温度の低下に応じて、前記第2の直流電圧を低下させるとともに、前記第2の直流電圧の低下後に前記上限値を低下させる、インバータ制御装置。

【請求項2】

前記インバータ制御装置は、
 前記インバータと熱交換可能な熱交換媒体を循環させることにより前記インバータとの間で熱交換を行なう熱交換装置をさらに備え、
 前記雰囲気温度は、前記熱交換媒体の温度である、請求項1に記載のインバータ制御装置。

【請求項3】

前記熱交換媒体は、冷却水である、請求項 2 に記載のインバータ制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記雰囲気温度が所定の温度より低いと判定した場合には、前記雰囲気温度の低下に応じて前記第 2 の直流電圧が小さくなるように前記電圧変換部を制御する、請求項 1 に記載のインバータ制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記雰囲気温度が前記所定の温度より高い場合と、前記雰囲気温度が前記所定の温度より低い場合とで、前記インバータの動作周波数を異ならせる、請求項 4 に記載のインバータ制御装置。

【請求項 6】

前記インバータと、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のインバータ制御装置とを備える、車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インバータ制御装置および車両に関し、特に、インバータの温度に応じてインバータを制御する制御装置およびその制御装置を備える車両に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、環境に配慮した自動車として、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が注目されている。ハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、インバータを介して直流電源により駆動されるモータを動力源とする自動車である。つまり、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、その変換した交流電圧によりモータを回転することによって動力源を得るものである。

【0003】

また、電気自動車は、インバータを介して直流電源によって駆動されるモータを動力源とする自動車である。

【0004】

多くの場合、インバータは IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) や、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等の半導体スイッチング素子を含む。IGBT, MOSFET の絶縁耐圧 (以下、単に「耐圧」と呼ぶ) は周囲温度あるいは接合温度が低くなるにつれて低下する。このためインバータの雰囲気温度に応じてインバータの入力電圧を適切に制御することが必要になる。

【0005】

特開 2004 - 166341 号公報 (特許文献 1) は、雰囲気温度が低下してモータ逆起電圧がインバータ耐圧よりも高くなったとき、インバータの動作特性の低下を防止するように電源からの電圧を変換する電圧変換装置を開示する。この電圧変換装置は、電源からの入力電圧の電圧レベルを変えて出力電圧を電気負荷に供給する電圧変換器と、雰囲気温度が基準値よりも低下した場合、その電気負荷の温度が上昇するように電圧変換器を駆動する駆動回路とを備える。具体的には、インバータ冷却水温が基準温度から大きく低下するほど、昇圧コンバータ (電圧変換器) の昇圧比が高く設定される。これによりインバータ (電気負荷) の損失がより増加するのでインバータの温度が上昇する。

【特許文献 1】特開 2004 - 166341 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

半導体スイッチング素子を含むインバータにおいて、半導体スイッチング素子のオフ時には配線の寄生インダクタンスによりサージ電圧が生じる。ここでサージ電圧とは、インバータの入力電圧から、寄生インダクタンスにより生じる逆起電圧までの電圧上昇分を指

10

20

30

40

50

すものとする。この逆起電圧が半導体スイッチング素子の耐圧を超えないようにするためには、サージ電圧による電圧上昇分を考慮してインバータの入力電圧を定める必要がある。

【0007】

しかしながら半導体スイッチング素子の温度が低い場合には半導体スイッチング素子の耐圧が低下する。半導体スイッチング素子の耐圧が低いにも拘らずインバータの入力電圧が一定である場合には、耐圧と入力電圧との差、すなわちサージ電圧の許容量が小さくなる。よって、半導体スイッチング素子の温度が低い状態でインバータを駆動すると半導体スイッチング素子に悪影響が生じるおそれがある。特開2004-166341号公報には、電気負荷の温度がまだ十分に上がっていない場合における電圧変換器の制御については特に示されていない。

10

【0008】

本発明の目的は、インバータの雰囲気温度が低下した場合にもインバータを保護しつつ駆動させることが可能なインバータ制御装置、およびそれを備える車両を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は要約すれば、インバータを制御するインバータ制御装置である。インバータ制御装置は、第1の直流電圧を出力する直流電源と、第1の直流電圧の電圧レベルを変換して、第2の直流電圧をインバータに供給する電圧変換部と、インバータの雰囲気温度を検出する温度検出部と、制御部とを備える。制御部は、温度検出部の検出結果に基づいて、雰囲気温度が低下するほど前記第2の直流電圧が低下するように前記電圧変換部を制御する。制御部は、前記第2の直流電圧を交流電圧に変換するようにインバータの動作を制御する。

20

【0010】

好ましくは、制御部は、第2の直流電圧が上限値を超えると判定した場合にはインバータを停止させる。

【0011】

より好ましくは、制御部は、雰囲気温度が低下するにつれて上限値を低下させる。

さらに好ましくは、制御部は、第2の直流電圧を低下させた後に、上限値を低下させる

30

【0012】

好ましくは、インバータ制御装置は、インバータと熱交換可能な熱交換媒体を循環させることによりインバータとの間で熱交換を行なう熱交換装置をさらに備える。雰囲気温度は、熱交換媒体の温度である。

【0013】

より好ましくは、熱交換媒体は、冷却水である。

好ましくは、制御部は、雰囲気温度が所定の温度より低いと判定した場合には、雰囲気温度の低下に応じて第2の直流電圧が小さくなるように電圧変換部を制御する。

【0014】

より好ましくは、制御部は、雰囲気温度が所定の温度より高い場合と、雰囲気温度が所定の温度より低い場合とで、インバータの動作周波数を異ならせる。

40

【0015】

本発明の他の局面に従うと、車両であって、インバータと、上述のいずれかに記載のインバータ制御装置とを備える。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、インバータの雰囲気温度が低下した場合にも、インバータを保護しつつ駆動させることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 1 7 】

以下において、本発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。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を繰返さない。

【 0 0 1 8 】

[実施の形態 1]

図 1 は、本実施の形態のインバータ駆動装置を搭載する車両 1 0 0 の構成を示す図である。車両 1 0 0 は、エンジンに加え、インバータを介して直流電源により駆動されるモータを動力源とするハイブリッド自動車である。

【 0 0 1 9 】

図 1 を参照して、車両 1 0 0 は、直流電源 B と、電圧センサ 1 0 と、システムリレー S R 1 , S R 2 と、コンデンサ C 1 と、電圧変換部 2 0 と、インバータ 1 4 と、電流センサ 2 4 と、制御装置 3 0 A とを備える。

10

【 0 0 2 0 】

直流電源 B は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池である。電圧センサ 1 0 は、直流電源 B から出力される直流電圧値 V_B を検出し、検出した直流電圧値 V_B を制御装置 3 0 A へ出力する。システムリレー S R 1 , S R 2 は、制御装置 3 0 A からの信号 S E によりオン/オフされる。より具体的には、システムリレー S R 1 , S R 2 は、H (論理ハイ) レベルの信号 S E によりオンされ、L (論理ロー) レベルの信号 S E によりオフされる。コンデンサ C 1 は、システムリレー S R 1 , S R 2 オン時において、直流電源 B の端子間電圧を平滑化する。

20

【 0 0 2 1 】

電圧変換部 2 0 は、電圧センサ 2 1 と、電流センサ 1 1 と、リアクトル L 1 と、コンバータ 1 2 と、コンデンサ C 2 と、電圧センサ 1 3 とを含む。リアクトル L 1 は、一方端がシステムリレー S R 1 を介して直流電源 B の正極と接続される。

【 0 0 2 2 】

電流センサ 1 1 は、直流電源 B とコンバータ 1 2 との間に流れる直流電流を検出し、その検出した電流を直流電流値 I_B として制御装置 3 0 A へ出力する。

【 0 0 2 3 】

コンバータ 1 2 は、電圧 V_H を出力するコンバータ 1 2 の出力端子間に直列に接続される I G B T 素子 Q 1 , Q 2 と、I G B T 素子 Q 1 , Q 2 にそれぞれ並列に接続されるダイオード D 1 , D 2 とを含む。

30

【 0 0 2 4 】

リアクトル L 1 の他方端は I G B T 素子 Q 1 のエミッタおよび I G B T 素子 Q 2 のコレクタに接続される。ダイオード D 1 のカソードは I G B T 素子 Q 1 のコレクタと接続され、ダイオード D 1 のアノードは I G B T 素子 Q 1 のエミッタと接続される。ダイオード D 2 のカソードは I G B T 素子 Q 2 のコレクタと接続され、ダイオード D 2 のアノードは I G B T 素子 Q 2 のエミッタと接続される。

【 0 0 2 5 】

電圧センサ 2 1 はコンバータ 1 2 の入力側の電圧を電圧値 V_L として検知する。電流センサ 1 1 はリアクトル L 1 に流れる電流を電流値 I_B として検知する。コンデンサ C 2 はコンバータ 1 2 の出力側に接続されコンバータ 1 2 から送られたエネルギーを蓄積するとともに、電圧の平滑化を行なう。電圧センサ 1 3 は、コンバータ 1 2 の出力側の電圧すなわちコンデンサ C 2 の電極間の電圧を電圧値 V_H として検知する。

40

【 0 0 2 6 】

インバータ 1 4 は、コンバータ 1 2 から昇圧電位を受けて交流モータ M 1 を駆動する。また、インバータ 1 4 は、回生制動に伴い交流モータ M 1 において発電された電力をコンバータ 1 2 に戻す。このときコンバータ 1 2 は、降圧回路として動作するように制御装置 3 0 A によって制御される。

【 0 0 2 7 】

インバータ 1 4 は、U 相アーム 1 5 と、V 相アーム 1 6 と、W 相アーム 1 7 とを含む。

50

U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、コンバータ12の出力ライン間に並列に接続される。

【0028】

U相アーム15は、直列接続されたIGBT素子Q3、Q4と、IGBT素子Q3、Q4とそれぞれ並列に接続されるダイオードD3、D4を含む。ダイオードD3のカソードはIGBT素子Q3のコレクタと接続され、ダイオードD3のアノードはIGBT素子Q3のエミッタと接続される。ダイオードD4のカソードはIGBT素子Q4のコレクタと接続され、ダイオードD4のアノードはIGBT素子Q4のエミッタと接続される。

【0029】

V相アーム16は、直列接続されたIGBT素子Q5、Q6と、IGBT素子Q5、Q6とそれぞれ並列に接続されるダイオードD5、D6を含む。ダイオードD5のカソードはIGBT素子Q5のコレクタと接続され、ダイオードD5のアノードはIGBT素子Q5のエミッタと接続される。ダイオードD6のカソードはIGBT素子Q6のコレクタと接続され、ダイオードD6のアノードはIGBT素子Q6のエミッタと接続される。

【0030】

W相アーム17は、直列接続されたIGBT素子Q7、Q8と、IGBT素子Q7、Q8とそれぞれ並列に接続されるダイオードD7、D8を含む。ダイオードD7のカソードはIGBT素子Q7のコレクタと接続され、ダイオードD7のアノードはIGBT素子Q7のエミッタと接続される。ダイオードD8のカソードはIGBT素子Q8のコレクタと接続され、ダイオードD8のアノードはIGBT素子Q8のエミッタと接続される。

【0031】

各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM1は、三相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルは各々一方端が中点に共に接続されている。そして、U相コイルの他方端がIGBT素子Q3、Q4の接続ノードに接続される。またV相コイルの他方端がIGBT素子Q5、Q6の接続ノードに接続される。またW相コイルの他方端がIGBT素子Q7、Q8の接続ノードに接続される。

【0032】

電流センサ24は、交流モータM1に流れる電流をモータ電流値MCR T1として検出し、モータ電流値MCR T1を制御装置30Aへ出力する。

【0033】

制御装置30Aは、トルク指令値TR1、モータ回転数MRN1、電圧値VB、VL、VH、電流値IBおよびモータ電流値MCR T1を受ける。そして制御装置30Aは、電圧変換部20に対して昇圧指示PWU、降圧指示PWDおよび停止指示STPを出力する。さらに、制御装置30Aは、インバータ14に対して、コンバータ12の出力である直流電圧を交流モータM1を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示PWMI1と、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンバータ12側に戻す回生指示PWMC1と、停止指示STP1を出力する。

【0034】

次に、電圧変換部20の動作について簡単に説明する。電圧変換部20中のコンバータ12は、力行運転時には直流電源Bからの電力をインバータ14に供給する順方向変換回路としての昇圧回路として動作する。逆に、回生運転時には、コンバータ12は、直流電源Bに交流モータM1で発電された電力を回生する逆方向変換回路としての降圧回路としても動作する。

【0035】

コンバータ12は、IGBT素子Q1をオフにした状態で、IGBT素子Q2のオンとオフとを行なうことにより、昇圧回路として動作する。すなわち、IGBT素子Q2がオンの状態においては、直流電源Bの正極からリアクトルL1、IGBT素子Q2を經由して直流電源Bの負極に電流が流れる経路が形成される。この電流が流れている間に、リアクトルL1にエネルギーが蓄積される。

【 0 0 3 6 】

そして、I G B T 素子 Q 2 をオフ状態にすると、リアクトル L 1 に蓄積されたエネルギーはダイオード D 1 を介してインバータ 1 4 側に流れる。これによりコンデンサ C 2 の電極間の電圧が増大する。したがって、インバータ 1 4 に与えられるコンバータ 1 2 の出力電圧は昇圧される。

【 0 0 3 7 】

一方、コンバータ 1 2 は、I G B T 素子 Q 2 をオフにした状態で、I G B T 素子 Q 1 のオンとオフを行なうことにより降圧回路として動作する。すなわち、I G B T 素子 Q 1 がオンの状態においては、インバータ 1 4 から回生される電流は、I G B T 素子 Q 1、リアクトル、直流電源 B へと流れる。

10

【 0 0 3 8 】

また、I G B T 素子 Q 1 がオフの状態においては、リアクトル L 1、直流電源 B およびダイオード D 2 からなるループが形成され、リアクトル L 1 に蓄積されたエネルギーが直流電源 B に回生される。この逆方向変換においては、インバータ 1 4 が電力を供給する時間よりも、直流電源 B が電力を受ける時間の方が長くなり、インバータ 1 4 における電圧は降圧されて直流電源 B に回生される。電圧変換部 2 0 の動作は、以上の力行動作と回生動作とを適切に制御することで行なわれる。

【 0 0 3 9 】

なお、回生制御には、車両 1 0 0 を運転するドライバによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動が含まれる。また、フットブレーキを操作しない場合であっても、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速させたりまたは加速を中止させたりするときに含まれる。

20

【 0 0 4 0 】

車両 1 0 0 は、電流センサ 2 8 およびインバータ 1 4 A をさらに備える。

インバータ 1 4 A は、ノード N 1 とノード N 2 との間にインバータ 1 4 と並列的に接続され、また共に電圧変換部 2 0 に接続される。

【 0 0 4 1 】

インバータ 1 4 A は、コンバータ 1 2 から昇圧電位を受けて交流モータ M 2 を駆動する。また、インバータ 1 4 A は、回生制動に伴い交流モータ M 2 において発電された電力をコンバータ 1 2 に戻す。このときコンバータ 1 2 は、降圧回路として動作するように制御装置 3 0 A によって制御される。

30

【 0 0 4 2 】

また、車両 1 0 0、すなわちハイブリッド車においては、エンジン 2 0 0 と交流モータ M 1 とが動力をやり取りし、あるときは交流モータ M 1 はエンジンの始動を行ない、またあるときには交流モータ M 1 はエンジンの動力を受けて発電を行なうジェネレータとして働く。

【 0 0 4 3 】

インバータ 1 4 A は、U 相アーム 1 5 A と、V 相アーム 1 6 A と、W 相アーム 1 7 A とを含む。U 相アーム 1 5 A、V 相アーム 1 6 A、および W 相アーム 1 7 A は、コンバータ 1 2 の出力ライン間に並列に接続される。U 相アーム 1 5 A、V 相アーム 1 6 A、および W 相アーム 1 7 A の構成は、U 相アーム 1 5、V 相アーム 1 6、および W 相アーム 1 7 とそれぞれ同様であるので説明は繰返さない。

40

【 0 0 4 4 】

インバータ 1 4 A の U、V、W 相アームの中間点は、交流モータ M 2 の U、V、W 相コイルの各一方端にそれぞれ接続されている。すなわち、交流モータ M 2 は、三相の永久磁石モータであり、U、V、W 相の 3 つのコイルの他方端が中点に共に接続されている。

【 0 0 4 5 】

電流センサ 2 8 は、交流モータ M 2 に流れるモータ電流値 M C R T 2 を検出し、モータ電流値 M C R T 2 を制御装置 3 0 A へ出力する。

【 0 0 4 6 】

50

制御装置 30A は、トルク指令値 $TR1$ 、モータ回転数 $MRN1$ 、電圧値 VB 、 VL および VH 、電流値 IB およびモータ電流値 $MCR T1$ に加えて、さらに交流モータ $M2$ に対応するトルク指令値 $TR2$ 、モータ回転数 $MRN2$ 、およびモータ電流値 $MCR T2$ を受ける。

【0047】

制御装置 30A は、これらの入力に応じて、電圧変換部 20 に対して昇圧指示 PWU 、降圧指示 PWD および停止指示 STP を出力する。

【0048】

また、制御装置 30A は、インバータ 14 に対しては、コンバータ 12 の出力である直流電圧を交流モータ $M1$ を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示 $PWMI1$ と、交流モータ $M1$ で発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンバータ 12 側に戻す回生指示 $PWMC1$ と、停止指示 $STP1$ とを出力する。

10

【0049】

さらに、制御装置 30A は、インバータ 14A に対しては、コンバータ 12 の出力である直流電圧を交流モータ $M2$ を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示 $PWMI2$ と、交流モータ $M2$ で発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンバータ 12 側に戻す回生指示 $PWMC2$ と、停止指示 $STP2$ とを出力する。

【0050】

車両 100 は、さらに、リアクトル $L1$ の温度を測定し温度値 TL を出力する温度センサ 36 と、コンバータ 12 の温度を測定し温度値 TCV を出力する温度センサ 35 と、インバータ 14 の温度を測定し温度値 $Ti1$ を出力する温度センサ 31 と、インバータ 14A の温度を測定し温度値 $Ti2$ を出力する温度センサ 32 とを含む。なお、インバータ 14 に含まれる $IGBT$ 素子 $Q3 \sim Q6$ およびインバータ 14A に含まれる 6 個の $IGBT$ 素子（合計 12 個の $IGBT$ 素子）の温度をそれぞれ検出するための 12 個の温度センサを設けてもよい。

20

【0051】

制御装置 30A は、温度値 $Ti1$ 、 $Ti2$ に基づいて、インバータ 14（14A）の雰囲気温度が低下するにつれて電圧 VH が小さくなるように電圧変換部 20 を制御するとともに、電圧 VH を交流電圧に変換するようにインバータ 14（14A）を制御する。

【0052】

図 2 は、図 1 の制御装置 30A の機能ブロック図である。なお図 2 に示す制御装置 30A はソフトウェアにより実現されてもよいし、ハードウェアにより実現されてもよい。図 2 を参照して、制御装置 30A は、上限値設定部 41 と、コンバータ制御部 42 と、インバータ制御部 43 とを含む。

30

【0053】

上限値設定部 41 は、インバータ 14（14A）に入力される電圧 VH の上限値 VHL を設定する。なお実施の形態 1 では上限値 VHL は一定の値である。

【0054】

コンバータ制御部 42 は、上限値設定部 41 から上限値 VHL を受ける。コンバータ制御部 42 は、さらに、温度値 $Ti1$ 、 $Ti2$ と、電圧値 VH と、トルク指令値 $TR1$ 、 $TR2$ と、モータ回転数 $MRN1$ 、 $MRN2$ とを受取る。そして、コンバータ制御部 42 は、電圧変換部 20 を制御するための昇圧指示 PWU および降圧指示 PWD を生成して出力する。コンバータ制御部 42 は温度値 $Ti1$ 、 $Ti2$ のうちのいずれか低いほうが所定の温度値よりも低くなった場合には、その温度値に応じて電圧値 VH を低下させる。コンバータ制御部 42 は、電圧値 VH が上限値 VHL を超えた場合には、電圧変換部 20 を停止させるための停止指示 STP を出力する。

40

【0055】

インバータ制御部 43 は、トルク指令値 $TR1$ 、 $TR2$ と、モータ回転数 $MRN1$ 、 $MRN2$ と、モータ電流値 $MCR T1$ 、 $MCR T2$ とを受けて、インバータ 14 を制御するための駆動指示 $PWMI1$ および回生指示 $PWMC1$ を出力するとともに、インバータ 1

50

4 Aを制御するための駆動指示PWM I 2および回生指示PWM C 2を出力する。インバータ制御部4 3は、コンバータ制御部4 2が停止指示STPを出力した場合にはインバータ1 4, 1 4 Aをそれぞれ停止させるための停止指示STP 1, STP 2を出力する。

【0056】

図3は、電圧V Hが温度によらず一定とした場合のインバータ1 4, 1 4 Aの制御について説明する図である。図3を参照して、温度T 1, T 2は、インバータ1 4 (1 4 A)に含まれるIGBT素子の動作環境における最低温度および最高温度をそれぞれ示す。耐圧V L MはIGBT素子の耐圧を示す。図3に示されるように耐圧V L Mは素子温度が低下するにつれて低下する。

【0057】

IGBT素子のオフ時には配線等の寄生インダクタンスによりサージ電圧が生じる。このサージ電圧はインバータ1 4, 1 4 Aの入力電圧に加算される。ここで電圧センサ1 3による電圧V Hの誤差(電圧V 1)が存在する。つまり電圧V HはV 1だけ高くなる可能性がある。IGBT素子のサージ許容量とインバータの入力電圧との合計が耐圧V L Mを超えないようにサージ許容量が定められる。よってサージ許容量は $V L M - (V H + V 1)$ と求められる。

【0058】

電圧V Hが温度T 1から温度T 2までの範囲内で一定の場合、サージ許容量は温度T 1において最も小さい。温度T 1におけるサージ許容量をV sとする。インバータ1 4, 1 4 Aのスイッチング速度(すなわち動作周波数)が大きくなるにつれてサージ電圧が大きくなるため、スイッチング速度は温度T 1におけるサージ許容量V sに基づいて定められる。この結果、インバータ1 4, 1 4 Aのスイッチング速度は速度Aに制限される。

【0059】

たとえば常温におけるサージ許容量は温度T 1におけるサージ許容量よりも大きいため、常温下ではスイッチング速度を大きくすることが可能である。一般的にインバータのスイッチング速度を大きくするほどインバータの効率は向上する。しかしながら図3に示す制御の場合にはインバータのスイッチング速度が固定されているので、常温下でのインバータの効率向上という課題が発生する。

【0060】

図4は、実施の形態1に係るインバータ制御を説明する図である。図4を参照して、実施の形態1では、素子温度が温度T 3(たとえば0)よりも低下した場合、コンバータ制御部4 2は素子温度が下がるにつれて電圧V Hを低下させる。

【0061】

電圧V Hを下げることによって、車両1 0 0の動力性能に影響が生じることも考えられる。しかし図4および図3を参照すれば分かるように、実施の形態1によれば温度T 3よりも低温側の温度領域におけるサージ許容量V sを大きくすることができる。よって、実施の形態1によれば温度T 3よりも低温側の温度領域におけるスイッチング速度を速度Aよりも大きい速度A 1とすることができる。

【0062】

スイッチング速度A 1を速度Aよりも大きくすることによって、温度T 3よりも低い温度におけるインバータの効率を向上させることが可能になる。この結果、インバータの動作温度の全範囲にわたりインバータの効率を向上させることができるので、車両1 0 0の燃費を向上させることができる。

【0063】

なお素子温度の範囲が温度T 2から温度T 3までの範囲の場合には電圧V Hは一定である。この温度範囲におけるスイッチング速度は速度A 1と異なる速度A 2に設定される。たとえば速度A 1よりも速度A 2を大きくすることでインバータの効率を一層高めることができる。なお、速度A 2が速度Aと等しくても実施の形態1によればインバータの動作温度の全範囲にわたるインバータの効率を向上させることができる。よって速度A 2は速度Aと等しくてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

図 5 は、図 2 に示す制御装置 3 0 A が実行する電圧 V H の制御処理を説明するフローチャートである。このフローチャートに示す処理は、たとえば一定の時間ごとに実行される。

【 0 0 6 5 】

図 5 および図 2 を参照して、まずコンバータ制御部 4 2 は、温度センサ 3 1 , 3 2 から温度値 T i 1 , T i 2 をそれぞれ取得する (ステップ S 1)。次にコンバータ制御部 4 2 は、温度値 T i 1 , T i 2 のいずれか低いほうが図 4 に示す温度 T 3 以下であるか否かを判定する (ステップ S 2)。なお、インバータの各素子の温度を測定する場合 (1 2 個の温度センサが設けられる場合) には、上限値設定部 4 1 は 1 2 個の I G B T 素子のうち最も低温の素子の温度が温度 T 3 以下であるか否かを判定する。

10

【 0 0 6 6 】

温度値 T i 1 , T i 2 のうち低いほうが温度 T 3 以下である場合 (ステップ S 2 において Y E S)、コンバータ制御部 4 2 はその温度値に応じて電圧 V H を低下させる (ステップ S 3)。温度値 T i 1 , T i 2 のうち低いほうが温度 T 3 より大きい場合 (ステップ S 2 において N O)、コンバータ制御部 4 2 は電圧 V H が一定になるよう電圧 V H を制御する (ステップ S 4)。ステップ S 3 またはステップ S 4 の処理が終了すると全体の処理は終了する。

【 0 0 6 7 】

図 1 を参照して実施の形態 1 を包括的に説明すると、実施の形態 1 のインバータの制御装置は、直流電圧 V B を出力する直流電源 B と、直流電圧 V B の電圧レベルを変換して、電圧 V H をインバータ 1 4 (1 4 A) に供給する電圧変換部 2 0 と、インバータ 1 4 (1 4 A) の雰囲気温度 (素子温度)を検出する温度センサ 3 1 (3 2) と、制御装置 3 0 A とを備える。制御装置 3 0 A は、温度センサ 3 1 (3 2) の検出結果である温度値 T i 1 (T i 2) に基づいて、雰囲気温度が低下するほど電圧 V H が低下するように電圧変換部 2 0 を制御する。制御装置 3 0 A は、電圧 V H を交流電圧に変換するようにインバータ 1 4 (1 4 A) の動作を制御する。

20

これにより、低温下 (図 4 に示す温度 T 3 よりも低温の温度領域)においてサージ許容量を十分に確保することができる。この結果、低温でのインバータの効率を向上させることができるので、インバータの動作温度範囲の全域にわたるインバータの効率を向上させることができる。

30

【 0 0 6 8 】

また、本実施の形態によれば、車両 1 0 0 は、このインバータ制御装置を備えるので、インバータの全温度範囲にわたる燃費を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

[実施の形態 2]

実施の形態 2 に係る車両は、冷却水を循環させることによりインバータ 1 4 , 1 4 A を冷却する冷却系を備える。実施の形態 2 に係るインバータ制御装置は、この冷却水の温度に基づいて、電圧 V H を制御する。つまり実施の形態 2 では冷却水の温度がインバータの雰囲気温度として検出される。

40

【 0 0 7 0 】

なお、実施の形態 2 に係る車両は、制御装置 3 0 A に代えて制御装置 3 0 B を備える点で図 1 に示す車両 1 0 0 と異なるが、他の部分の構成については図 1 の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

【 0 0 7 1 】

図 6 は、実施の形態 2 に係る車両に適用される冷却系を説明するための図である。図 6 を参照して、冷却系は、インバータ 1 4 , 1 4 A を冷却するために冷却水を循環させるポンプ 4 4 と、冷却水の熱を放出させ冷却するためのラジエータ 4 6 と、ラジエータ 4 6 によって冷却された冷却水の温度を測定し温度値 T C を出力する温度センサ 4 5 とを含む。

【 0 0 7 2 】

50

制御装置 30B は温度センサ 45 から温度値 T_C を受け、温度センサ 31 から温度値 T_{i1} を受け、温度センサ 32 から温度値 T_{i2} を受ける。制御装置 30B は温度値 T_C に基づいて電圧変換部 20 (図 1 参照) を制御することにより電圧 V_H を制御する。制御装置 30B は運転者からの指示に応じたトルク指令値 T_{R1} , T_{R2} に応じてインバータ 14 に対して駆動指示 $PWMI_1$, 回生指示 $PWMC_1$ を出力するとともにインバータ 14A に対して駆動指示 $PWMI_2$, 回生指示 $PWMC_2$ を出力する。制御装置 30B は、インバータ 14 , 14A を停止させる場合には、停止指示 STP_1 , STP_2 をインバータ 14 , 14A にそれぞれ出力する。

【 0073 】

図 7 は、図 6 の制御装置 30B の機能ブロック図である。図 7 および図 2 を参照して、制御装置 30B は、コンバータ制御部 42 に代えてコンバータ制御部 42A を含む点で制御装置 30A と異なる。コンバータ制御部 42A は、温度値 T_C に基づいて電圧 V_H を設定する。この点でコンバータ制御部 42A は、コンバータ制御部 42 と異なるが、他の点についてはコンバータ制御部 42 と同様である。なお、制御装置 30B の他の部分の構成は制御装置 30A の対応する部分の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

【 0074 】

図 8 は、図 7 に示す制御装置 30B が実行する電圧 V_H の制御処理を説明するフローチャートである。このフローチャートに示す処理は、たとえば一定の時間ごとに実行される。

【 0075 】

図 8 および図 7 を参照して、まず上限値設定部 41A は、温度センサ 45 から温度値 T_C を取得する (ステップ S1A)。次に上限値設定部 41A は、温度値 T_C が図 4 に示す温度 T_3 以下であるか否かを判定する (ステップ S2A)。

【 0076 】

温度値 T_C が温度 T_3 以下である場合 (ステップ S2A において YES)、コンバータ制御部 42 は温度値 T_C に応じて電圧 V_H を低下させる (ステップ S3A)。温度値 T_C が温度 T_3 より大きい場合 (ステップ S2 において NO)、コンバータ制御部 42 は電圧 V_H が一定となるように電圧 V_H を制御する (ステップ S4A)。ステップ S3A またはステップ S4A の処理が終了すると全体の処理は終了する。

【 0077 】

図 9 は、制御装置 30B による電圧 V_H の制御の第 1 の例を示す図である。

図 10 は、制御装置 30B による電圧 V_H の制御の第 2 の例を示す図である。

【 0078 】

図 9 および図 10 を参照して、温度 T_1 , T_2 , T_3 は図 4 に示す温度 T_1 , T_2 , T_3 とそれぞれ同じである。第 1 の例の場合、温度 T_3 よりも低温側の温度領域において、電圧 V_H は水温に対して一定の割合で低下する。第 2 の例の場合、この温度領域において電圧 V_H は段階的に低下する。図 9 および図 10 に示すように電圧 V_H をどのように低下させるかは特に限定されるものではなく、車両の動力性能等に基づいて適切に定めることが可能である。

【 0079 】

実施の形態 1 では、インバータの素子温度に基づいて電圧 V_H を制御する。この場合、素子温度を検出する温度センサの測定可能範囲は、素子の動作温度の範囲をカバーしなければならない。しかし、多くの場合、温度センサの測定精度を高くするために温度センサの測定可能範囲は比較的狭く定められる。特に、低い温度も測定するように温度センサの測定範囲を広げた場合には、低温での温度センサの測定精度が悪化する可能性が高くなる。よって、測定精度の低下を防ぐためには測定範囲を制限する必要がある。

【 0080 】

ただし、測定範囲を制限した場合、素子温度が温度センサの測定範囲を外れやすくなる。この場合には素子の保護機能が動作するため、たとえばインバータが停止する。よってインバータの動作温度の範囲が狭くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

この問題を防ぐために、たとえば I G B T 素子を大きくして発熱を小さくする方法や、測定範囲の異なる複数の温度センサを設置する方法が考えられる。しかし、これらの方法を採用した場合にはコストが高くなる。

【 0 0 8 2 】

さらに素子温度は、I G B T 素子に流れる電流に応じて変動しやすい。したがって素子温度に応じて電圧 V H が制御される場合、電圧 V H が常に変動する可能性がある。この場合には車両 1 0 0 の挙動に影響が生じる可能性がある。

【 0 0 8 3 】

実施の形態 2 によれば、冷却水の温度 T C に基づいて電圧 V H が制御される。図 6 に示すように、温度センサ 4 5 はインバータ 1 4 , 1 4 A の上流側の水温を検出する。よってインバータ 1 4 , 1 4 A の素子温度は温度センサ 4 5 が検出した冷却水の温度よりも高くなる。

10

【 0 0 8 4 】

このため冷却水の温度に基づいて電圧 V H を制御した場合には素子温度に基づいて電圧 V H を制御した場合に比べて電圧 V H が低くなる。よって I G B T 素子をより確実に保護することができる。

【 0 0 8 5 】

さらに、冷却水の温度は素子温度に比べて変化が緩やかであるため、電圧 V H の細かい変動を抑制することができる。これにより電圧 V H の制御を安定させることができる。

20

【 0 0 8 6 】

さらに、冷却水を検出する温度センサの測定可能範囲は、比較的広い(たとえば - 5 0 ~ 1 0 0) ため、コスト増加を生じさせることなく電圧 V H を制御することが可能になる。

【 0 0 8 7 】

[実施の形態 3]

実施の形態 3 に係る車両は、制御装置 3 0 B に代えて制御装置 3 0 C を備える点で図 1 に示す車両 1 0 0 と異なる。実施の形態 3 に係る車両の他の部分の構成については車両 1 0 0 の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。実施の形態 3 に係る車両は、実施の形態 3 に係る車両と同様に、インバータ 1 4 , 1 4 の冷却系を備える。

30

【 0 0 8 8 】

図 1 1 は、制御装置 3 0 C の機能ブロック図である。図 1 1 および図 7 を参照して、制御装置 3 0 C は、上限値設定部 4 1 に代えて上限値設定部 4 1 A を含む点において制御装置 3 0 B と異なる。上限値設定部 4 1 A は温度 T C に応じて電圧 V H の上限値 V H L を変化させる。上限値設定部 4 1 A は、たとえば温度値 T C と上限値 V L M とを対応付けるマップを予め記憶する。そして上限値設定部 4 1 A は、このマップと温度値 T C とに基づいて上限値 V L M を設定する。

【 0 0 8 9 】

なお制御装置 3 0 C の他の部分の構成は制御装置 3 0 B の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

40

【 0 0 9 0 】

図 1 2 は、上限値 V H L を一定にした場合に考えられる課題を説明するための図である。図 1 2 を参照して、冷却水の水温が温度 T 3 から温度 T 2 までの範囲内にある場合には耐圧 V L M は上限値 V H L より大きい。よって、上限値 V H L を超えないように電圧 V H が制御された場合、電圧 V H が耐圧 V L M を超えることはない。

【 0 0 9 1 】

しかし耐圧 V L M は温度が低下するにつれて低下する。水温が温度 T 1 から温度 T 3 までの範囲内にある場合には上限値 V H L が耐圧 V L M よりも高い。この場合には、上限値 V H L を超えないよう電圧 V H を制御した場合には電圧 V H が耐圧 V L M を超える可能性がある。図 1 2 においてハッチングで示した領域は、上限値 V H L が耐圧 V L M よりも大

50

きい領域を示す。この領域内では過電圧保護が有効に機能しない。

【 0 0 9 2 】

なお、図 1 2 では電圧 V_H は温度 T_4 , T_5 において段階的に変化するが、電圧 V_H が直線的に変化する場合にもこのような問題が発生する。

【 0 0 9 3 】

図 1 3 は、実施の形態 3 に係る上限値 V_{HL} の制御を説明するための図である。図 1 3 および図 1 1 を参照して、上限値設定部 4 1 A は、温度値 T_C (水温) が温度 T_3 よりも低い場合には電圧 V_H と同期させて上限値 V_{HL} を低下させる。ここで「電圧 V_H と同期させる」とは、図 1 3 に示すように、上限値設定部 4 1 A が上限値 V_{HL} を低下させるときの水温と、電圧 V_H を低下するときの水温とが同じであることを意味する。

10

【 0 0 9 4 】

上限値設定部 4 1 A が温度値 T_C に応じて上限値 V_{HL} を設定することによって、温度 T_1 から温度 T_2 までの範囲の全域にわたり上限値 V_{HL} を耐圧 V_{LM} よりも低くすることができる。よって実施の形態 3 によれば、インバータの動作温度範囲の全域にわたり過電圧保護を有効に機能させることができる。

【 0 0 9 5 】

図 1 4 は、制御装置 3 0 C による電圧 V_H の制御を説明するフローチャートである。図 1 4 および図 1 1 を参照して、上限値設定部 4 1 A およびコンバータ制御部 4 2 A は温度値 T_C を取得する (ステップ S 1 1)。次に、上限値設定部 4 1 A およびコンバータ制御部 4 2 A はともに温度値 T_C が温度 T_3 以下であるか否かを判定する (ステップ S 1 2)

20

【 0 0 9 6 】

温度値 T_C が温度 T_3 以下である場合 (ステップ S 1 2 において YES)、コンバータ制御部 4 2 A は温度値 T_C に応じて電圧 V_H を低下させる。上限値設定部 4 1 A は温度値 T_C に応じて上限値 V_{HL} を低下させる (ステップ S 1 3)。

【 0 0 9 7 】

温度値 T_C が温度 T_3 より大きい場合 (ステップ S 1 2 において NO)、コンバータ制御部 4 2 A は電圧 V_H を一定に制御する。上限値設定部 4 1 A は上限値 V_{HL} を一定に制御する。ステップ S 1 3 またはステップ S 1 4 の処理が終了すると全体の処理が終了する。

30

【 0 0 9 8 】

以上のように実施の形態 3 によれば、インバータの冷却水の温度が所定値を下回る場合には、水温に応じて電圧 V_H の上限値 V_{HL} を低下させるので、インバータの動作温度範囲の全域にわたり過電圧保護を有効に機能させることができる。

【 0 0 9 9 】

[実施の形態 4]

実施の形態 4 に係る車両の構成は実施の形態 3 に係る車両の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。なお実施の形態 4 に係る車両が備える制御装置の構成は図 1 1 に示す制御装置 3 0 C の構成と同様である。

【 0 1 0 0 】

実施の形態 3 では、電圧 V_H の低下に同期して上限値 V_{HL} が低下する。実施の形態 4 では電圧 V_H が低下した後に上限値 V_{HL} が低下する。この点で実施の形態 3 と実施の形態 4 とは異なる。以下に実施の形態 4 に係る上限値 V_{HL} の制御について詳しく説明する。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 5 は、上限値 V_{HL} の変化を電圧 V_H の変化に同期させた場合に考えられる課題を説明するための図である。図 1 5 および図 1 1 を参照して、上限値 V_{HL} は電圧 V_H (指令値) に対して電圧差 V_{mg1} だけ高い。ここで「指令値」とは、コンバータ制御部 4 2 A が電圧 V_H を制御する際にコンバータ制御部 1 2 の内部で生成される値である。コンバータ制御部 4 2 A はこの指令値に基づいて昇圧指示 PWU および降圧指示 PWD を生成す

50

る。

【 0 1 0 2 】

時刻 t_A において冷却水の温度が温度 T_3 を下回ると、コンバータ制御部 4 2 A は、電圧 V_H (指令値) を低下させる。また時刻 t_A において上限値設定部 4 1 A は上限値 V_{HL} を低下させる。

【 0 1 0 3 】

しかし電圧センサ 1 3 が検出した電圧値 V_H (実測値) は、電圧 V_H (指令値) の変化よりも遅れて変化する。このため時刻 t_A から時刻 t_B までの期間 (期間 t) では、電圧値 V_H (実測値) は電圧 V_H (指令値) より大きくなり、時刻 t_B において実測値と電圧指令値とが一致する。期間 t では、上限値 V_{HL} と電圧 V_H (実測値) との差が電圧差 V_{mg1} よりも小さい電圧差 V_{mg2} となる。このため、期間 t では電圧 V_H (実測値) が何らかの理由で上昇した場合に、過電圧状態が発生したと誤って判断される可能性が高くなる。上述のように過電圧が検出されると、電圧変換部 2 0 およびインバータ 1 4, 1 4 A の動作が停止するため、車両の挙動に影響が発生する可能性がある。

10

【 0 1 0 4 】

図 1 6 は、実施の形態 4 に係る上限値 V_{HL} の制御を説明するための図である。図 1 6 を参照して、時刻 t_A において冷却水の温度 T_C が温度 T_3 を下回るとコンバータ制御部 4 2 A は電圧 V_H (指令値) を低下させる。しかし、上限値 V_{HL} は電圧 V_H (指令値) と同時に低下しない。

【 0 1 0 5 】

時刻 t_B において電圧 V_H (実測値) が電圧 V_H (指令値) と一致する。このときコンバータ制御部 4 2 A は、上限値設定部 4 1 A に上限値 V_{HL} を低下させるよう指示を送る。上限値設定部 4 1 A は、コンバータ制御部 4 2 A からの指示に応じて上限値 V_{HL} を低下させる。これにより電圧差 V_{mg2} を電圧差 V_{mg1} と同じ大きさに保つことができるので上限値 V_{HL} を低下させても、過電圧を正しく検出することができる。

20

【 0 1 0 6 】

なお、図 1 5 および図 1 6 に示すように、時刻 t_C において上限値 V_{HL} と電圧 V_H (指令値) とは同時に上昇する。ただし、このときの水温は温度 T_3 よりも所定値 だけ高い $T_3 A$ に設定される。このように、電圧 V_H (指令値) の温度変化および上限値 V_{HL} の温度変化はヒステリシスを有する。これにより冷却水の温度が温度 T_3 付近で頻繁に変化する場合にも、電圧 V_H (指令値) および上限値 V_{HL} が頻繁に変化するのを防ぐことができるためインバータの制御を安定させることができる。

30

【 0 1 0 7 】

図 1 7 は、実施の形態 4 に係る上限値 V_{HL} および電圧 V_H の制御を説明するフローチャートである。図 1 7 および図 1 1 を参照して、上限値設定部 4 1 A およびコンバータ制御部 4 2 A は温度値 T_C を取得する (ステップ S 2 1)。次に、上限値設定部 4 1 A およびコンバータ制御部 4 2 A はともに温度値 T_C が温度 T_3 以下であるか否かを判定する (ステップ S 2 2)。

【 0 1 0 8 】

温度値 T_C が温度 T_3 より大きい場合 (ステップ S 2 2 において NO)、全体の処理は終了する。温度値 T_C が温度 T_3 以下の場合 (ステップ S 2 2 において YES)、コンバータ制御部 4 2 A は、温度値 T_C に応じて V_H (指令値) を低下させる (ステップ S 2 3)。

40

【 0 1 0 9 】

続いてコンバータ制御部 4 2 A は電圧センサ 1 3 の検出値に基づいて、電圧 V_H (実測値) が電圧 V_H (指令値) よりも低下したか否かを判定する (ステップ S 2 4)。図 1 6 に示す期間 t では、電圧 V_H (実測値) は電圧 V_H (指令値) 以上である。この場合 (ステップ S 2 4 において NO)、ステップ S 2 4 の判定処理が繰り返される。電圧 V_H (実測値) が電圧 V_H (指令値) よりも低い場合 (ステップ S 2 4 において YES)、コンバータ制御部 4 2 A は、上限値設定部 4 1 A に上限値 V_{HL} を低下するよう指示する。上

50

限值設定部 4 1 A はコンバータ制御部 4 2 A からの指示を受けた場合に、温度値 T C に応じて上限値 V H L を低下させる（ステップ S 2 5）。すなわち上限値設定部 4 1 A は温度値 T C が温度 T 3 より低く、かつ、電圧 V H（実測値）が電圧 V H（指令値）よりも低い場合に上限値 V H L を低下させる。

【 0 1 1 0 】

次に、コンバータ制御部 4 2 A および上限値設定部 4 1 A は温度値 T C が温度 T 3 A 以上であるか否かを判定する（ステップ S 2 6）。温度値 T C が温度 T 3 A より低い場合（ステップ S 2 6 において N O）、ステップ S 2 6 の判定処理が繰り返される。温度値 T C が温度 T 3 A 以上の場合、上限値設定部 4 1 A は上限値 V H L を上昇させ（ステップ S 2 7）、コンバータ制御部 4 2 A は電圧 V H（指令値）を上昇させる（ステップ S 2 8）。ステップ S 2 8 の処理が終了すると全体の処理が終了する。

10

【 0 1 1 1 】

このように実施の形態 4 によれば、上限値 V H L を低下させても、過電圧を正しく検出することができる。

【 0 1 1 2 】

なお、上述した各実施の形態のインバータ制御装置を搭載する車両はハイブリッド自動車に限定されるものではなく、たとえば電気自動車であってもよい。

【 0 1 1 3 】

また、実施の形態 2, 3, 4 において、インバータと熱交換を行なう熱交換媒体は冷却水であるが、熱交換媒体は、たとえば冷却風、冷却油等様々な媒体を用いることができる。

20

【 0 1 1 4 】

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、上記した実施の形態の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 】

【 0 1 1 5 】

【 図 1 】 本実施の形態のインバータ駆動装置を搭載する車両 1 0 0 の構成を示す図である。

30

【 図 2 】 図 1 の制御装置 3 0 A の機能ブロック図である。

【 図 3 】 電圧 V H が温度によらず一定とした場合のインバータ 1 4, 1 4 A の制御について説明する図である。

【 図 4 】 実施の形態 1 に係るインバータ制御を説明する図である。

【 図 5 】 図 2 に示す制御装置 3 0 A が実行する電圧 V H の制御処理を説明するフローチャートである。

【 図 6 】 実施の形態 2 に係る車両に適用される冷却系を説明するための図である。

【 図 7 】 図 6 の制御装置 3 0 B の機能ブロック図である。

【 図 8 】 図 7 に示す制御装置 3 0 B が実行する電圧 V H の制御処理を説明するフローチャートである。

40

【 図 9 】 制御装置 3 0 B による電圧 V H の制御の第 1 の例を示す図である。

【 図 1 0 】 制御装置 3 0 B による電圧 V H の制御の第 2 の例を示す図である。

【 図 1 1 】 制御装置 3 0 C の機能ブロック図である。

【 図 1 2 】 上限値 V H L を一定にした場合に考えられる課題を説明するための図である。

【 図 1 3 】 実施の形態 3 に係る上限値 V H L の制御を説明するための図である。

【 図 1 4 】 制御装置 3 0 C による電圧 V H の制御を説明するフローチャートである。

【 図 1 5 】 上限値 V H L の変化を電圧 V H の変化に同期させた場合に考えられる課題を説明するための図である。

【 図 1 6 】 実施の形態 4 に係る上限値 V H L の制御を説明するための図である。

【 図 1 7 】 実施の形態 4 に係る上限値 V H L および電圧 V H の制御を説明するフローチャ

50

ートである。

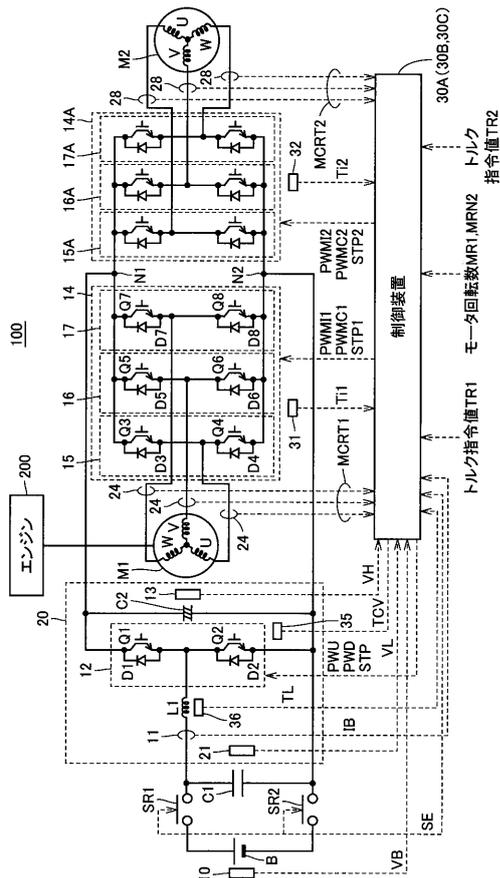
【符号の説明】

【0116】

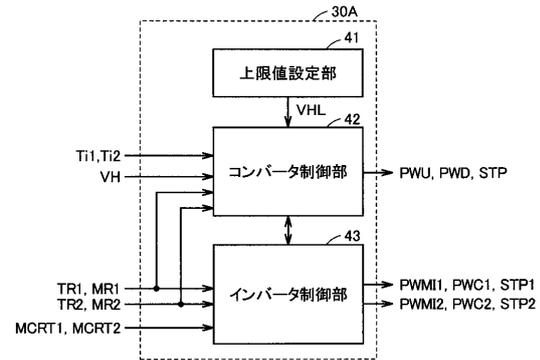
10, 13, 21 電圧センサ、11, 24, 28 電流センサ、12 コンバータ、
 14, 14A インバータ、15, 15A U相アーム、16, 16A V相アーム、17, 17A W相アーム、20 電圧変換部、30A~30C 制御装置、31, 32, 35, 36, 45 温度センサ、41, 41A 上限値設定部、42, 42A コンバータ制御部、43 インバータ制御部、44 ポンプ、46 ラジエータ、100 車両、200 エンジン、B 直流電源、C1, C2 コンデンサ、D1~D8 ダイオード、L1リアクトル、M1, M2 交流モータ、N1, N2 ノード、Q1~Q8 IGBT素子、SR1, SR2 システムリレー。

10

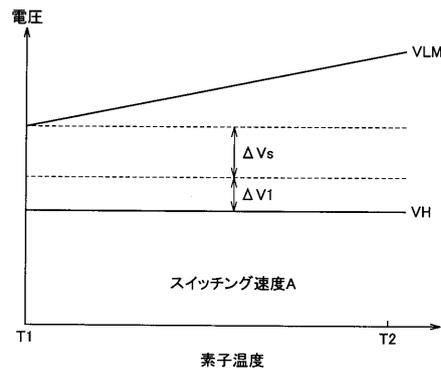
【図1】



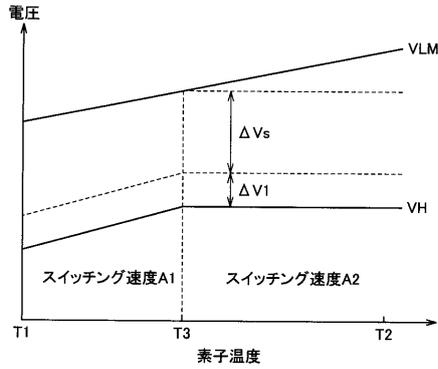
【図2】



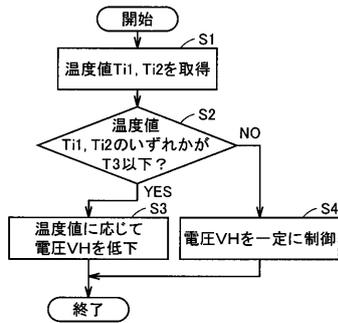
【図3】



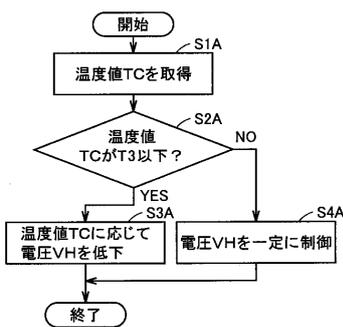
【図4】



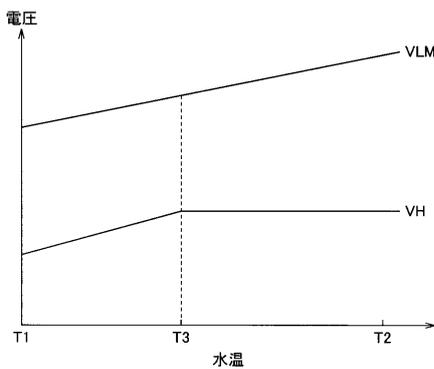
【図5】



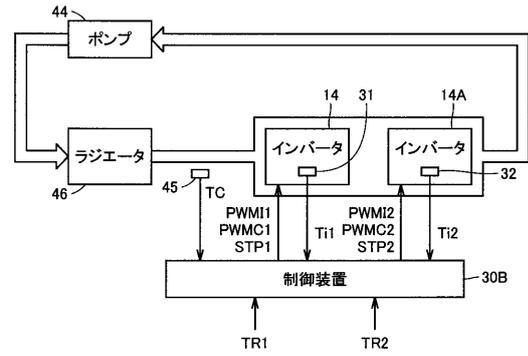
【図8】



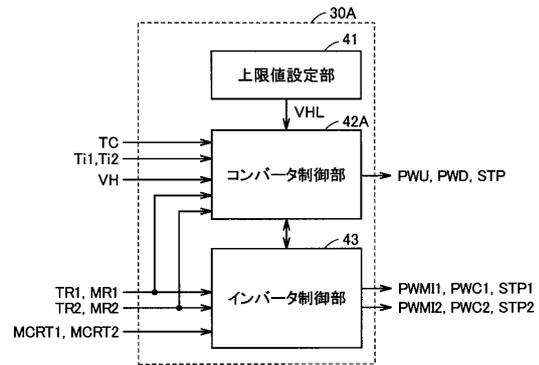
【図9】



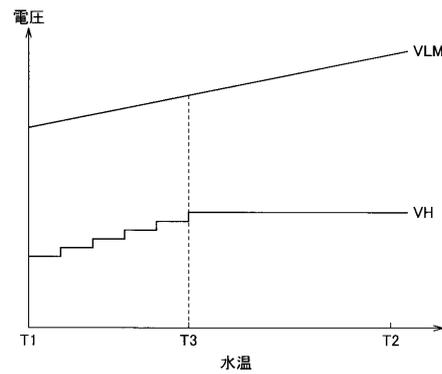
【図6】



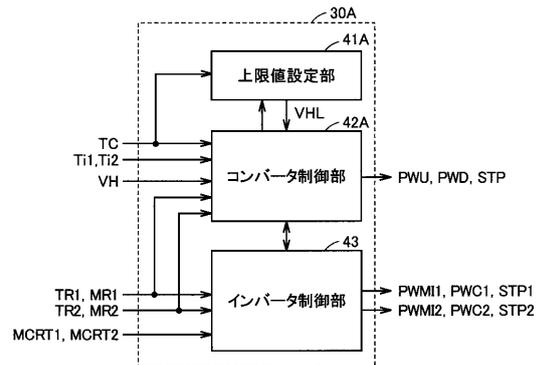
【図7】



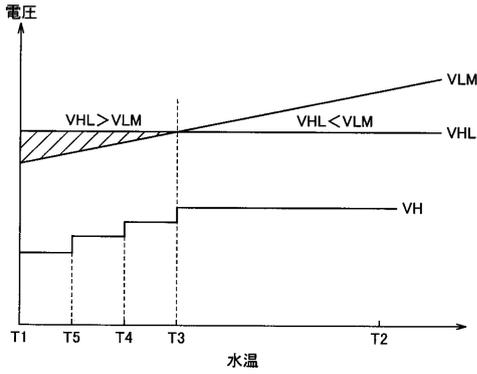
【図10】



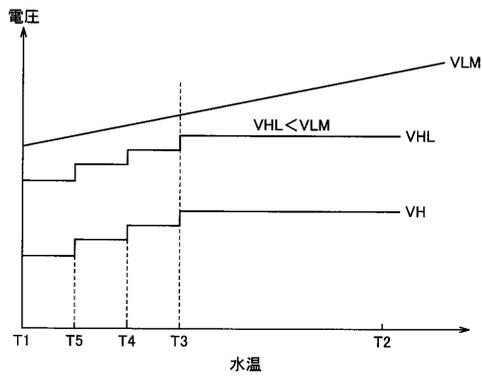
【図11】



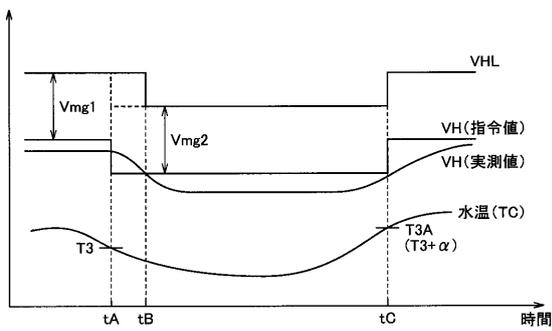
【図12】



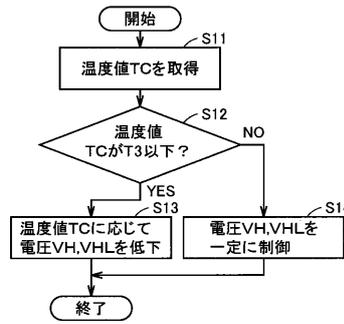
【図13】



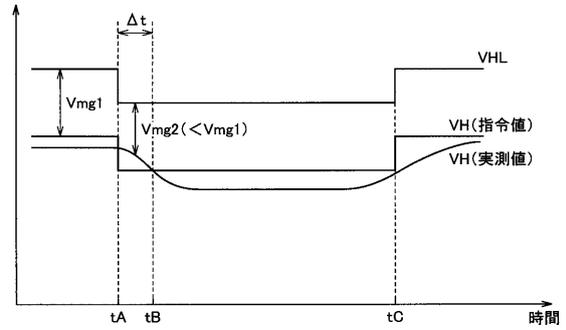
【図16】



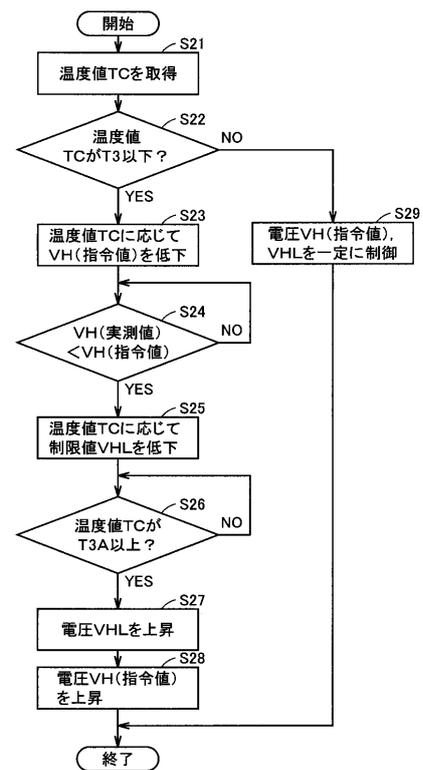
【図14】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-143293(JP,A)
特開2006-325341(JP,A)
特開平11-089270(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 21/00 - 27/18