

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4552811号
(P4552811)

(45) 発行日 平成22年9月29日(2010.9.29)

(24) 登録日 平成22年7月23日(2010.7.23)

(51) Int.Cl.

F 1

HO2P 27/06 (2006.01)
HO2P 27/08 (2006.01)HO2P 7/63 302C
HO2P 7/63 302K

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-259401 (P2005-259401)
 (22) 出願日 平成17年9月7日 (2005.9.7)
 (65) 公開番号 特開2007-74825 (P2007-74825A)
 (43) 公開日 平成19年3月22日 (2007.3.22)
 審査請求日 平成19年10月11日 (2007.10.11)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100113077
 弁理士 高橋 省吾
 (74) 代理人 100112210
 弁理士 稲葉 忠彦
 (74) 代理人 100108431
 弁理士 村上 加奈子
 (74) 代理人 100128060
 弁理士 中鶴 一隆
 (72) 発明者 角田 義一
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電圧を出力するバッテリーと、前記直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、前記直流電圧により充電された後、充電により蓄積された蓄積電圧を出力するコンデンサを有し、前記蓄積電圧を前記交流電圧に重畠してモータ駆動電圧を出力する重畠回路とを備えることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 2】

重畠回路が、コンデンサの蓄積電圧を加算的に重畠するか減算的に重畠するか切り替えるスイッチを備え、重畠回路から出力されたモータ駆動電圧が所定の電圧に達しない場合に、インバータで変換された交流電圧の極性が正の時に前記蓄積電圧を前記交流電圧に加算的に重畠し、前記交流電圧の極性が負の時に前記蓄積電圧を前記交流電圧に減算的に重畠することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ駆動装置。 10

【請求項 3】

重畠回路が、重畠回路から出力されたモータ駆動電圧が所定の電圧に達しない場合に、インバータで変換された交流電圧の極性が正の時にコンデンサの蓄積電圧を前記交流電圧に加算的に重畠することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 4】

重畠回路が、重畠回路から出力されたモータ駆動電圧が所定の電圧に達しない場合に、インバータで変換された交流電圧の極性が負の時にコンデンサの蓄積電圧を前記交流電圧に減算的に重畠することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ駆動装置。 20

【請求項 5】

インバータが、 PWM制御されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 6】

重畠回路が、 PWM制御されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のモータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、バッテリーの直流電力を交流電力に変換してモータに供給するモータ駆動装置に関する。 10

【背景技術】**【0002】**

例えば、ハイブリッド車や電気自動車に搭載されたブラシレスモータにおいては、該車両に搭載されたバッテリーの直流電力をインバータを用いて交流電力に変換してからモータに供給するが、モータを駆動するために必要な所定の電圧がバッテリーから出力される直流電圧よりも高い場合には、昇圧を行ってからモータに供給する必要がある。

【0003】

そこで、従来のモータ駆動装置においては、バッテリーから出力される直流電圧を一旦昇圧用チャップで必要とされる電圧まで昇圧した上で、インバータに入力して、モータを駆動するために必要な所定の電圧を有した交流電力を得るようにしていた（例えば、特許文献 1）。 20

【0004】**【特許文献 1】特開平 8 - 214592 号公報（第 5 ~ 6 頁、第 1 図）****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記のように、特許文献 1 に記載の従来のモータ駆動装置は、バッテリーから出力される直流電圧を一旦昇圧した上でインバータに入力するようにしていたので、インバータに使用するスイッチ素子には、昇圧後の高い電圧が印加されることとなり、使用できるスイッチ素子が高い耐圧を有するものに限られるという問題があった。 30

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するために為されたもので、耐圧の高くないスイッチ素子を用いて構成することが可能なモータ駆動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】**【0007】**

この発明に係るモータ駆動装置は、直流電圧を出力するバッテリーと、前記直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、前記直流電圧で充電されるコンデンサを有する重畠回路を備え、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を前記交流電圧に重畠させてなるモータ駆動電圧を重畠回路から出力するようにした。 40

【発明の効果】**【0008】**

この発明によれば、インバータから出力される交流電圧に、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を重畠させるようにしたので、バッテリーから出力される直流電圧の 2 倍又は 3 倍の電圧を有するモータ駆動電圧を得ることが可能となり、その結果、インバータや重畠回路に使用されるスイッチ素子において、昇圧後にインバータで交流電圧に変換するという従来の回路構成で使用されるスイッチ素子の耐圧に比べて、1 / 2 又は 1 / 3 の低い耐圧しか有さないスイッチ素子を使用することができ、モータ駆動装置の小型軽量化を図れるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0009】

以下、この発明の実施の形態によるモータ駆動装置を、駆動するモータが3相モータであり、インバータが3相インバータである場合を例として説明する。なお、モータ駆動装置の回路に使用されているスイッチは、MOSFETやIGBT等の半導体のスイッチ素子を用いる。

【0010】

実施の形態1.

図1は、この発明に係る実施の形態1のモータ駆動装置の概略構成図である。

【0011】

当該モータ駆動装置は、バッテリー1から出力された直流電圧が3相インバータ2によって、U相、V相、及びW相の3相からなる交流電圧に変換されるとともに、その各相の交流電圧を入力として重畠回路3が接続される。その重畠回路からU'相、V'相、及びW'相のモータ駆動電圧が出力され、該モータ駆動電圧が3相モータ4に供給されるようになっている。10

【0012】

図2は、図1の概略構成図から、3相インバータ2の3相の交流電圧の内のU相に係る部分、及び、重畠回路3から出力されるモータ駆動電圧のU'相に係る部分についてのみ抜き出した、構成をより詳細に説明するためのモータ駆動装置の回路構成図である。図1と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。また、図1に記載のV相、W相、V'相、及びW'相についても、まったく同様の回路構成となっているので、図及びその説明は省略する。20

【0013】

なお、実施の形態1の重畠回路は、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を加算的に重畠するか減算的に重畠するか切り替えるスイッチを備える加減算式重畠回路である。

【0014】

さて、図2において、バッテリー1から出力される直流電圧V_Bは、スイッチ2-1とスイッチ2-2とからなる3相インバータ2のU相アームによってU相の交流電圧に変換される。

【0015】

一方、U相の加減算式重畠回路3aのコンデンサ3a-1は、バッテリー1から出力される直流電圧V_Bが順方向ダイオード3a-2と充電するかどうかを切り替えるためのスイッチ3a-3と充電インダクタ3a-4を介して印加されることによって充電される。なお、スイッチ3a-3をOFFにした時に、充電インダクタ3a-4に蓄えられた電力を効率良くコンデンサ3a-1に還流するための還流ダイオード3a-5が設けられている。30

【0016】

また、加減算式重畠回路3aは、コンデンサの蓄積電圧を加算的に重畠するか減算的に重畠するか切り替えるスイッチであるスイッチ3a-6、スイッチ3a-7、スイッチ3a-8、及びスイッチ3a-9により、U相アームから出力される交流電圧が正の極性の時に、コンデンサ3a-1に充電された蓄積電圧を極性が正の方向に加算的に重畠するように接続したり、前記交流電圧が負の極性の時に、コンデンサ3a-1の接続方向が逆転するようにスイッチを設定して、前記蓄積電圧が負の方向に減算的に重畠するように接続したりできるようになっており、その結果、U相の交流電圧にコンデンサ3a-1の蓄積電圧が重畠されて、加減算式重畠回路3aからU'相のモータ駆動電圧が出力される。40

【0017】

次に、図1及び図2に示したモータ駆動装置の動作について説明する。図3は、3相インバータ2のU相アーム及び加減算式重畠回路3aが有するスイッチの制御信号と加減算式重畠回路3aから出力されるU'相のモータ駆動電圧波形(V_{U'}・出力)との関係を説明するための動作波形図である。図2と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省50

略する。

【0018】

図3においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下であり、その結果、加減算式重畠回路3aから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達している場合の該モータ駆動装置の動作を図3の左側に示している。また、モータを高速回転ないしは高トルクで駆動するために、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越えており、その結果、図3の左側に示す動作では加減算式重畠回路3aから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達することができないため、図3の左側に示す動作に代えて、該モータ駆動装置が所定の電圧を得るために行う動作を図3の右側に示している。

10

【0019】

まずは、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合について、図2と図3の左側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0020】

加減算式重畠回路3aのスイッチ3a-6とスイッチ3a-7を常にONとしておき、3相インバータ2のU相上アームであるスイッチ2-1をONとすると、バッテリー1の直流電圧 V_B が、加減算式重畠回路3aからU'相のモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力される。次に、スイッチ2-1をOFFとし、代わりにU相下アームであるスイッチ2-2をONとすると、モータ駆動電圧 $V_{U'}$ として0Vが出力される。

【0021】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加減算式重畠回路3aからは、最大最小振幅(p e a k t o p e a k)が V_B の矩形波交流電圧がモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力されることとなる。

20

【0022】

この場合は、この発明に係るモータ駆動装置は、単なる3相インバータとして、バッテリー1の直流電圧を矩形交流電圧に変換してモータ駆動電圧を出力する。なお、モータの駆動に必要な所定の電圧が前記直流電圧 V_B よりも低い場合は、パルス幅変調(以下、PWMと呼ぶ)方式を適用して、スイッチ2-1がONの期間を短くし、その分、スイッチ2-2のOFFの期間を長くすることで調整して、実質的なモータ駆動電圧が所定の電圧となるようにする。

30

【0023】

次に、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合について、図2と図3の右側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0024】

U相アームについては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合である図3の左側と同様に、通常の単なる矩形波交流電圧を出力するインバータとして動作させる。

【0025】

一方、U相アームの出力である矩形波交流電圧が V_B の値となっている正の極性の期間において、コンデンサ3a-1に充電された蓄積電圧をU相アームの矩形波交流電圧に極性が正の方向に加算的に重畠するために、加減算式重畠回路3aにおいて、スイッチ3a-6とスイッチ3a-9のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 $V_{U'}$ は、図3の右側に示すように、コンデンサ3a-1の蓄積電力の消費により徐々に減衰するが、最大で $2V_B$ の電圧となる。

40

【0026】

次に、U相アームの出力が0Vの値となっている負の極性の期間においては、コンデンサ3a-1に充電された蓄積電圧をU相アームの出力に極性が負の方向に減算的に重畠するために、加減算式重畠回路3aにおいて、スイッチ3a-7とスイッチ3a-8のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 $V_{U'}$ は、図3の右側に示すように、最小で $-V_B$ の電圧となる。

50

【0027】

なお、コンデンサ3a-1の蓄積電圧は、重畠させる毎に減衰するので、スイッチ2-2がONで、かつ、重畠させない期間を利用して、スイッチ3a-3、スイッチ3a-6及びスイッチ3a-7をONの状態とし、スイッチ3a-8とスイッチ3a-9をOFFの状態とすることで、バッテリー1の直流電圧 V_B を順方向ダイオード3a-2、スイッチ3a-3及び充電インダクタ3a-4を介してコンデンサ3a-1に印加して充電すると、図3の右側のコンデンサ3a-1の蓄積電圧の波形に示すように、一旦減衰した蓄積電圧は充電により回復する。

【0028】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、U相の加減算式重畠回路3aからは、最大最小振幅(peak to peak)が $3V_B$ の交流電圧、つまり、バッテリー1から出力される直流電圧の3倍の交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力されることとなる。 10

【0029】

なお、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリーの直流電圧 V_B よりも高いが、 $3V_B$ より低い場合は、コンデンサ3a-1を充電するかどうか切り替えるスイッチ3a-3のONの期間を短くすることで調整して、実質的なモータ駆動電圧が所定の電圧となるようとする。

【0030】

以上のように、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合に、加減算式重畠回路3aからなる重畠回路3で、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を、3相インバータ2から出力される交流電圧に重畠せるようにしたので、バッテリー1の直流電圧の最大3倍の電圧を有するモータ駆動電圧を、高い耐圧のスイッチ素子を使用すること無しに得ることができるという効果がある。 20

【0031】

上記においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合には、3相インバータ2のU相アームの出力をそのまま当該モータ駆動装置のモータ駆動電圧として出力したが、U相アームの出力の代わりに、加減算式重畠回路3aのコンデンサ3a-1の蓄積電圧を出力するようにしても良い。

【0032】

図4は、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合に、加減算式重畠回路3aのコンデンサ3a-1の蓄積電圧をモータ駆動電圧として出力する、この発明に係るモータ駆動装置の加減算式重畠回路3aから出力されるU'相のモータ駆動電圧波形を説明するための動作波形図である。図3と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。 30

【0033】

図4の左側のモータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合の動作を、以下に説明する。

【0034】

U相アームのスイッチ2-1は常にOFFに、スイッチ2-2は常にONとしておき、加減算式重畠回路3aのスイッチ3a-6とスイッチ3a-9をONに、スイッチ3a-3、スイッチ3a-7及びスイッチ3a-8をOFFとすると、充電されたコンデンサ3a-1の蓄積電圧が、加減算式重畠回路3aからU'相のモータ駆動電圧 V_U として出力される。次に、スイッチ3a-7をONとし、スイッチ3a-9をOFFとすると、モータ駆動電圧 V_U として0Vが出力される。 40

【0035】

なお、コンデンサ3a-1の蓄積電圧は減衰していくので、モータ駆動電圧 V_U に0Vを出力している期間を利用して、スイッチ3a-3をONとすることで、バッテリー1の直流電圧 V_B を順方向ダイオード3a-2、スイッチ3a-3及び充電インダクタ3a-4を介してコンデンサ3a-1に印加して充電する。 50

【0036】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加減算式重畠回路3aからは、最大最小振幅(peak to peak)が V_B の矩形波交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力されることとなる。

【0037】

図4の右側のモータを駆動するために必要な電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合の動作については、図3の場合と全く同じであるので説明を省略する。

【0038】

次に、3相モータをより滑らかに回転させるために、高周波PWM方式を部分的に適用した場合について、以下に説明する。

10

【0039】

図5は、高周波PWM方式を部分的に適用した場合の、U相アーム及び加減算式重畠回路3aが有するスイッチの制御信号と加減算式重畠回路3aから出力されるU'相のモータ駆動電圧波形(V_U 、出力)との関係を説明するための動作波形図である。図3と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

【0040】

まずは、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合について、図2と図5の左側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0041】

加減算式重畠回路3aのスイッチ3a-6とスイッチ3a-7を常にONとしておき、3相インバータ2のU相上アームであるスイッチ2-1とスイッチ2-2に部分的に高周波PWM方式を適用して、スイッチ2-1をONとすると、バッテリー1の直流電圧 V_B がPWM駆動された状態で、加減算式重畠回路3aからU'相のモータ駆動電圧 V_U として出力される。次に、スイッチ2-1をOFFとし、代わりにU相下アームであるスイッチ2-2をONとすると、モータ駆動電圧 V_U として0Vが出力される。

20

【0042】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加減算式重畠回路3aからは、最大最小振幅(peak to peak)が V_B で部分的にPWM駆動された矩形波交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力される。

【0043】

次に、モータを駆動するために必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合について、図2と図5の右側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

30

【0044】

U相アームについては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合である図5の左側と同様に、部分的にPWM駆動された矩形波交流電圧を出力するインバータとして動作させる。

【0045】

一方、U相アームの部分的にPWM駆動された矩形波交流電圧が V_B の値となっている正の極性の期間において、コンデンサ3a-1に充電された蓄積電圧をU相アームの矩形波交流電圧に極性が正の方向に部分的にPWM駆動して加算的に重畠するために、加減算式重畠回路3aにおいて、スイッチ3a-6とスイッチ3a-7に部分的に高周波PWM方式を適用して、スイッチ3a-6とスイッチ3a-9のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 V_U は、図5の右側に示すように、最大で $2V_B$ の電圧のPWM駆動された波形となる。

40

【0046】

U相アームの出力が0Vの値となっている負の極性の期間においては、コンデンサ3a-1に充電された蓄積電圧をU相アームの出力に極性が負の方向に減算的に重畠するため、加減算式重畠回路3aにおいて、スイッチ3a-7とスイッチ3a-8のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 V_U は、図5の右側に示すように、最小で $-V_B$ の電圧となる。

50

【0047】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加減算式重畳回路3aからは、最大最小振幅(peak to peak)が V_B の部分的にPWM駆動された交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力される。

【0048】

なお、モータの駆動に必要な所定の電圧が、バッテリーの直流電圧 V_B よりも高いが $3V_B$ より低い場合は、PWM駆動でのパルス幅を調整して、実質的なモータ駆動電圧が所定の電圧となるようにする。

【0049】

以上のように、実施の形態1のモータ駆動装置において、部分的に高周波PWM方式を適用したので、高い耐圧のスイッチ素子を用いること無しに、バッテリー1の直流電圧の最大3倍の電圧を有するモータ駆動電圧を得ることができると同時に、部分的に高周波PWM駆動されたモータ駆動電圧とすることで、より滑らかなモータの回転が実現できるという効果がある。 10

【0050】

次に、加減算式重畳回路3aから出力されたモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達しているかどうかを検出し、U相アームのスイッチ及び加減算式重畳回路3aのスイッチを制御する回路構成例とその動作について、以下に説明する。

【0051】

図6は、この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態1のU相に係る部分についてのみを抜き出し、さらに、モータ駆動電圧を検出し、さらに、モータの駆動に必要な所定の電圧に達しているかどうか判定し、その判定信号に基づいてU相アームや加減算式重畳回路3aのスイッチを制御するようにしたモータ駆動装置の回路構成図である。図2と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。また、図1に記載のV相、W相、V'相、及びW'相についても、まったく同様の回路構成となっているので、図及びその説明は省略する。 20

【0052】

加減算式重畳回路3aから出力されたモータ駆動電圧は、駆動電圧検出判定部5によって検出され、モータの駆動に必要な所定の電圧に達しているかどうかの判定が行われる。駆動電圧検出判定部5から出力された判定信号に基づいて、駆動電圧検知式制御部6は、U相アームのスイッチ2-1及びスイッチ2-2と、加減算式重畳回路3aのスイッチ3a-3、スイッチ3a-6、スイッチ3a-7、スイッチ3a-8、及びスイッチ3a-9を制御する制御信号を出力する。この制御信号とモータ駆動電圧波形との関係については、図3、図4、及び図5を用いて、既に説明したとおりである。 30

【0053】

上記では、加減算式重畳回路3aから出力されるモータ駆動電圧そのものを検出するようにしたが、その代わりに、直接的にモータ自体の回転数や負荷トルク等の動作を検出判定して、その判定信号に基づいてU相アーム及び加減算式重畳回路3aのスイッチを制御するようにしても良い。

【0054】

実施の形態2。

実施の形態1のモータ駆動装置では、重畳回路が充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を加算的に重畳するか減算的に重畳するか切り替えるスイッチを備える加減算式重畳回路である場合について示したが、使用するスイッチ素子の数を減らして、加算的に重畳するのみの機能を持つ加算式重畳回路であっても有効である。

【0055】

図7は、図1の概略構成図から、3相インバータ2の3相の交流電圧の内のU相に係る部分、及び、重畳回路3から出力されるモータ駆動電圧のU'相に係る部分についてのみ抜き出し、さらに、重畳回路3として加算的に重畳するのみの加算式重畳回路を用いたモータ駆動装置の回路構成図である。図1及び図2と同一符号は同一又は相当部分を示すの 40

で説明を省略する。また、図1に記載のV相、W相、V'相、及びW'相についても、まったく同様の回路構成となっているので、図及びその説明は省略する。

【0056】

U相の加算式重畠回路3bのコンデンサ3b-1は、バッテリー1から出力される直流電圧 V_B が順方向ダイオード3b-2と充電インダクタ3b-3を介して印加されることによって充電される。なお、スイッチ2-2をOFFにした時に、充電インダクタ3b-3に蓄えられた電力を効率良くコンデンサ3b-1に還流するための還流ダイオード3b-4が設けられている。

【0057】

また、加算式重畠回路3bは、スイッチ3b-5及びスイッチ3b-6により、U相アームから出力される交流電圧が正の極性の時に、コンデンサ3b-1に充電された蓄積電圧を極性が正の方向に加算的に重畠するようになっており、その結果、U相の交流電圧にコンデンサ3b-1の蓄積電圧が重畠されて、加算式重畠回路3bからU'相のモータ駆動電圧が出力される。

【0058】

次に、図1及び図7に示したモータ駆動装置の動作について説明する。図8は、3相インバータ2のU相アーム及び加算式重畠回路3bが有するスイッチの制御信号と加算式重畠回路3bから出力されるU'相のモータ駆動電圧波形($V_{U'}$ 出力)との関係を説明するための動作波形図である。図7と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

10

20

【0059】

図8においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下であり、その結果、加算式重畠回路3bから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達している場合の該モータ駆動装置の動作を図8の左側に示している。また、モータを高速回転ないしは高トルクで駆動するために、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越えており、その結果、図8の左側に示す動作では加算式重畠回路3bから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達することができないため、図8の左側に示す動作に代えて、該モータ駆動装置が所定の電圧を得るために行う動作を図8の右側に示している。

【0060】

30

まずは、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合について、図7と図8の左側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0061】

加算式重畠回路3bの3b-5を常にONとしておき、3相インバータ2のU相上アームであるスイッチ2-1をONとすると、バッテリー1の直流電圧 V_B が、加算式重畠回路3bからU'相のモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力される。次に、スイッチ2-1をOFFとし、代わりにU相下アームであるスイッチ2-2をONとすると、モータ駆動電圧 $V_{U'}$ として0Vが出力される。

【0062】

40

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加算式重畠回路3bからは、最大最小振幅(peak to peak)が V_B の矩形波交流電圧がモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力されることとなる。

【0063】

次に、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合について、図7と図8の右側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0064】

Uアームについては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合である図8の左側と同様に、通常の単なる矩形波交流電圧を出力するインバータとして動作させる。

【0065】

50

一方、U相アームの出力である矩形波交流電圧が V_B の値となっている正の極性の期間において、コンデンサ3b-1に充電された蓄積電圧をU相アームの矩形波交流電圧に極性が正の方向に加算的に重畠するため、加算式重畠回路3bにおいて、スイッチ3b-6のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 V_U は、図8の右側に示すように、コンデンサ3b-1の蓄積電力の消費により徐々に減衰するが、最大で $2V_B$ の電圧となる。

【0066】

なお、コンデンサ3b-1の蓄積電圧は、重畠させる毎に減衰するが、スイッチ2-2がONとなる間に、バッテリー1の直流電圧 V_B が順方向ダイオード3b-2及び充電インダクタ3b-3を通してコンデンサ3b-1に印加されて充電される。

10

【0067】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、U相の加算式重畠回路3bからは、最大最小振幅(peak to peak)が $2V_B$ の交流電圧、つまり、バッテリー1から出力される直流電圧の2倍の交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力されることとなる。

【0068】

以上のように、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合に、加算式重畠回路3bからなる重畠回路3で、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を、3相インバータ2から出力される交流電圧に重畠させるようにしたので、バッテリー1の直流電圧の最大2倍の電圧を有するモータ駆動電圧を、高い耐圧のスイッチ素子を使用すること無しに得ることができるという効果がある。

20

【0069】

なお、上記においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合には、3相インバータ2のU相アームの出力をそのまま当該モータ駆動装置のモータ駆動電圧として出力したが、既に説明した図4の加減算式重畠回路3aの場合と同様に、U相アームの出力の代わりに、図9に示すように、加算式重畠回路3bのコンデンサ3b-1の蓄積電圧を出力するようにしても良い。ところで、図9において、図8と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

【0070】

また、3相モータをより滑らかに回転させるために、高周波PWM方式を部分的に適用することも可能である。

30

【0071】

すなわち、既に説明した図5の加減算式重畠回路3aの場合と同様に、図10の左側に示すように、モータの駆動に必要な電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合には、U相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動して重畠させてやれば良い。一方、図10の右側に示すように、モータの駆動に必要な電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合には、U相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動するとともに、充電されたコンデンサ3b-1の蓄積電圧をU相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動して、重畠させてやれば良い。なお、図10において、図8と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

40

【0072】

実施の形態3.

実施の形態2のモータ駆動装置では、重畠回路が充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を加算的に重畠するのみの機能を持つ加算式重畠回路の場合を示したが、減算的に重畠するのみの機能を持つ減算式重畠回路であっても有効である。

【0073】

図11は、図1の概略構成図から、3相インバータ2の3相の交流電圧の内のU相に係る部分、及び、重畠回路3から出力されるモータ駆動電圧のU'相に係る部分についてのみ抜き出し、さらに、重畠回路3として減算的に重畠するのみの減算式重畠回路を用いたモータ駆動装置の回路構成図である。図1及び図2と同一符号は同一又は相当部分を示す

50

ので説明を省略する。また、図1に記載のV相、W相、V'相、及びW'相についても、まったく同様の回路構成となっているので、図及びその説明は省略する。

【0074】

U相の減算式重畠回路3cのコンデンサ3c-1は、バッテリー1から出力される直流電圧 V_B が順方向ダイオード3c-2と充電インダクタ3c-3を介して印加されることによって充電される。なお、スイッチ2-1をOFFにした時に、充電インダクタ3c-3に蓄えられた電力を効率良くコンデンサ3c-1に還流するための還流ダイオード3c-4が設けられている。

【0075】

また、減算式重畠回路3cは、スイッチ3c-5及びスイッチ3c-6により、U相アームから出力される交流電圧が負の極性の時に、コンデンサ3c-1に充電された蓄積電圧を極性が負の方向に減算的に重畠するようになっており、その結果、U相の交流電圧にコンデンサ3c-1の蓄積電圧が重畠されて、減算式重畠回路3cからU'相のモータ駆動電圧が出力される。

【0076】

次に、図1及び図11に示したモータ駆動装置の動作について説明する。図12は、3相インバータ2のU相アーム及び減算式重畠回路3cが有するスイッチの制御信号と減算式重畠回路3cから出力されるU'相のモータ駆動電圧波形($V_{U'}$ 出力)との関係を説明するための動作波形図である。図11と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

10

20

【0077】

図12においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下であり、その結果、減算式重畠回路3cから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達している場合の該モータ駆動装置の動作を図12の左側に示している。また、モータを高速回転ないしは高トルクで駆動するために、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越えており、その結果、図12の左側に示す動作では減算式重畠回路3cから出力されるモータ駆動電圧がモータの駆動に必要な所定の電圧に達することができないため、図12の左側に示す動作に代えて、該モータ駆動装置が所定の電圧を得るために行う動作を図12の右側に示している。

【0078】

30

まずは、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合について、図11と図12の左側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0079】

減算式重畠回路3cの3c-5を常にONとしておき、3相インバータ2のU相上アームであるスイッチ2-1をONとすると、バッテリー1の直流電圧 V_B が、減算式重畠回路3cからU'相のモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力される。次に、スイッチ2-1をOFFとし、代わりにU相下アームであるスイッチ2-2をONとすると、モータ駆動電圧 $V_{U'}$ として0Vが出力される。

【0080】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、減算式重畠回路3cからは、最大最小振幅(peak to peak)が V_B の矩形波交流電圧がモータ駆動電圧 $V_{U'}$ として出力されることとなる。

40

【0081】

次に、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合について、図11と図12の右側の動作波形図を用いて、以下に説明する。

【0082】

Uアームについては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合である図12の左側と同様に、通常の単なる矩形波交流電圧を出力するインバータとして動作させる。

【0083】

50

一方、U相アームの出力である矩形波交流電圧が0Vとなっている負の極性の期間において、コンデンサ3c-1に充電された蓄積電圧をU相アームの矩形波交流電圧に極性が負の方向に減算的に重畠するために、減算式重畠回路3cにおいて、スイッチ3c-6のみをONの状態にする。その結果、モータ駆動電圧 V_U は、図12の右側に示すように、コンデンサ3c-1の蓄積電力の消費により徐々に変動するが、最小で $-V_B$ の電圧となる。

【0084】

なお、コンデンサ3c-1の蓄積電圧は、重畠させる毎に減衰するが、スイッチ2-1がONとなる間に、バッテリー1の直流電圧 V_B が順方向ダイオード3c-2及び充電インダクタ3c-3を通してコンデンサ3c-1に印加されて充電される。

10

【0085】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、U相の減算式重畠回路3cからは、最大最小振幅(peak to peak)が $2V_B$ の交流電圧、つまり、バッテリー1から出力される直流電圧の2倍の交流電圧がモータ駆動電圧 V_U として出力されることとなる。

【0086】

以上のように、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合に、減算式重畠回路3cからなる重畠回路3で、充電されたコンデンサに蓄積された蓄積電圧を、3相インバータ2から出力される交流電圧に重畠させるようにしたので、バッテリー1の直流電圧の最大2倍の電圧を有するモータ駆動電圧を、高い耐圧のスイッチ素子を使用すること無しに得ることができるという効果がある。

20

【0087】

なお、上記においては、モータの駆動に必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合には、3相インバータ2のU相アームの出力をそのまま当該モータ駆動装置のモータ駆動電圧として出力したが、既に説明した図4の加減算式重畠回路3aや図9の加算式重畠回路3bの場合と極性は反対であるが同様の原理に基づいて、U相アームの出力の代わりに、図13に示すように、減算式重畠回路3cのコンデンサ3c-1の蓄積電圧を出力するようにしても良い。ところで、図13において、図12と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

【0088】

30

また、3相モータをより滑らかに回転させるために、高周波PWM方式を部分的に適用することも可能である。

【0089】

すなわち、既に説明した図5の加減算式重畠回路3aや図10の加算式重畠回路3bの場合と同様に、図14の左側に示すように、モータの駆動に必要な電圧がバッテリー1の直流電圧以下の場合にはU相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動して重畠させてやれば良い。一方、図14の右側に示すように、モータの駆動に必要な電圧がバッテリー1の直流電圧を越える場合には、U相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動するとともに、充電されたコンデンサ3c-1の蓄積電圧をU相アームの出力に部分的に高周波PWM駆動して、重畠させてやれば良い。なお、図14において、図12と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

40

【0090】

実施の形態4.

以上では、モータを駆動するために必要な所定の電圧がバッテリー1の直流電圧よりも高い場合に、高い耐圧のスイッチ素子を使用すること無しに、バッテリー1から出力される直流電圧の最大2倍ないしは3倍の電圧を有するモータ駆動電圧を得ることができる点についてのみ説明したが、この発明に係る実施の形態1乃至3のモータ駆動装置は、バッテリー1の使用による放電ないしはバッテリー1自体の消耗劣化により、バッテリー1から出力される直流電圧が低下した場合においても有効である。

【0091】

50

図15は、この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態1を一例として、U相に係る部分についてのみを抜き出し、さらに、バッテリー1から出力される直流電圧が低下していないかどうかを検出判定し、その判定信号に基づいてU相アームのスイッチ及び加減算式重畠回路3aのスイッチを制御するようにしたモータ駆動装置の回路構成図である。図2と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。また、図1に記載のV相、W相、V'相、及びW'相についても、まったく同様の回路構成となっているので、図及びその説明は省略する。

【0092】

バッテリー1の直流電圧は、直流電圧検出判定部7で検出され、バッテリー1の使用による放電ないしはバッテリー1自体の消耗劣化による電圧低下が生じているかどうか判定される。直流電圧検出判定部7から出力された判定信号に基づいて、直流電圧検知式制御部8は、U相アームのスイッチ2-1及びスイッチ2-2と、加減算式重畠回路3aのスイッチ3a-3、スイッチ3a-6、スイッチ3a-7、スイッチ3a-8、及びスイッチ3a-9を制御する制御信号を出力する。

【0093】

既に実施の形態1のモータ駆動装置の動作説明において説明したとおり、バッテリー1の直流電圧が低下したとしても、バッテリー1の直流電圧の最大3倍までのモータ駆動電圧を加減算式重畠回路3aから出力できるので、バッテリー1の直流電圧が当初の1/3に低下するまでの期間は、モータを駆動し続けることが可能となる。

【0094】

以上のように、実施の形態4のモータ駆動装置においては、バッテリー1の直流電圧が低下していない時点では、高い耐圧のスイッチ素子を用いること無しに、バッテリー1の直流電圧の最大3倍の電圧を有するモータ駆動電圧を得ることができるという効果があるだけでなく、バッテリー1の直流電圧が低下してきた場合は、当初の1/3に低下するまでの期間は、モータを駆動し続けることができるという効果も兼ね備えている。

【0095】

ところで、実施の形態1乃至4においては、3相インバータを備え、3相モータを駆動するモータ駆動装置を例にして説明したが、単相インバータを備え、単相モータを駆動するモータ駆動装置に対してもこの発明を適用できることは言うまでも無い。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態1の概略構成図である。

【図2】加減算式重畠回路を備えるモータ駆動装置の回路構成図である。

【図3】加減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図4】所定の電圧が直流電圧以下の場合にコンデンサの蓄積電圧をモータ駆動電圧として出力する加減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図5】高周波PWM方式を部分的に適用した場合の加減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図6】駆動電圧検出判定部と駆動電圧検知式制御部を備えるモータ駆動装置の回路構成図である。

【図7】この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態2の回路構成図である。

【図8】加算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図9】所定の電圧が直流電圧以下の場合にコンデンサの蓄積電圧をモータ駆動電圧として出力する加算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図10】高周波PWM方式を部分的に適用した場合の加算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

10

20

30

40

50

【図11】この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態3の回路構成図である。

【図12】減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図13】所定の電圧が直流電圧以下の場合にコンデンサの蓄積電圧をモータ駆動電圧として出力する減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図14】高周波PWM方式を部分的に適用した場合の減算式重畠回路でのスイッチの制御信号とモータ駆動電圧波形の関係を説明するための動作波形図である。

【図15】この発明に係るモータ駆動装置の実施の形態4の回路構成図である。

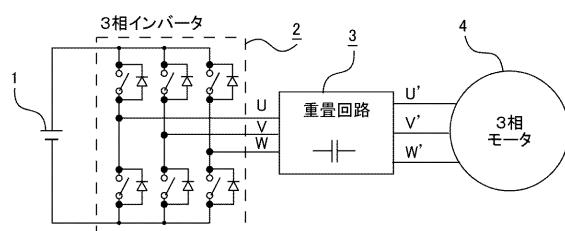
【符号の説明】

10

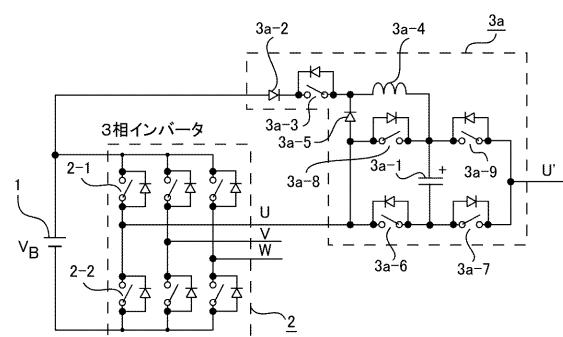
- 【 0 0 9 7 】

 - 1 バッテリー
 - 2 3相インバータ
 - 3 重畠回路
 - 3 a - 1 コンデンサ
 - 3 b - 1 コンデンサ
 - 3 c - 1 コンデンサ
 - 4 3相モータ
 - 5 駆動電圧検出判定部

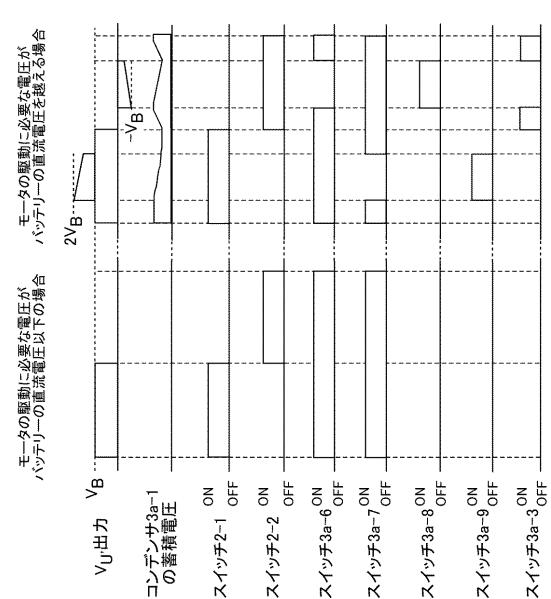
(1)



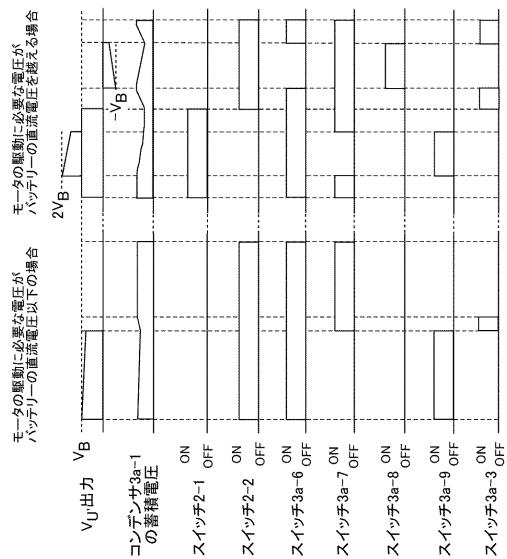
【 四 2 】



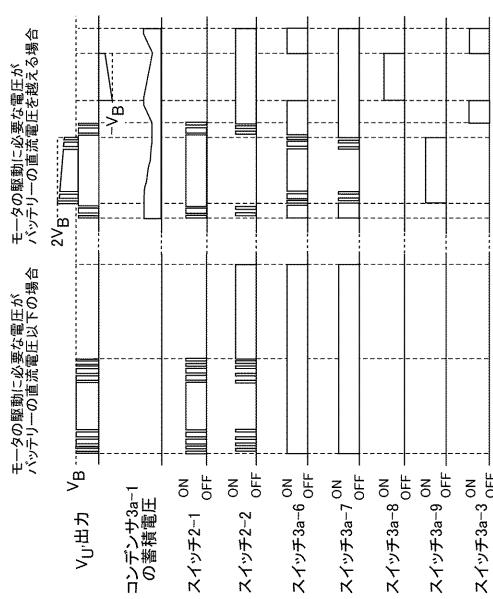
(3)



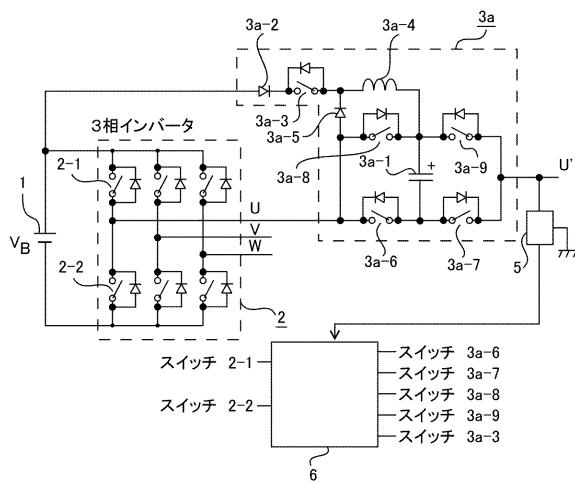
【図4】



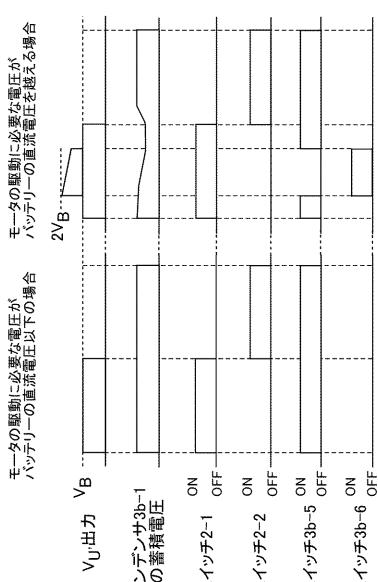
【図5】



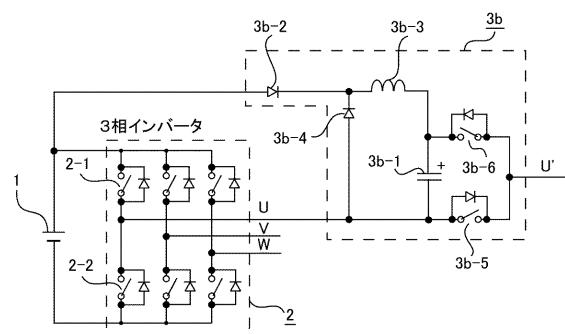
【図6】



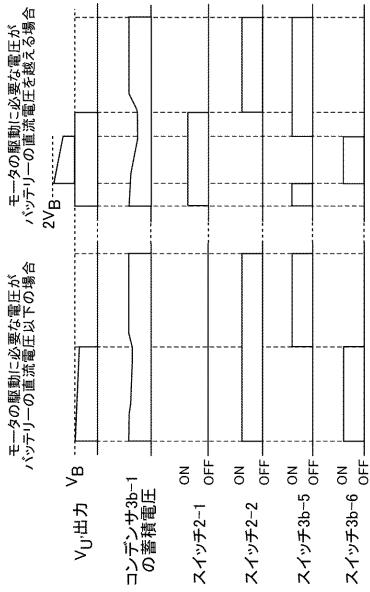
【図8】



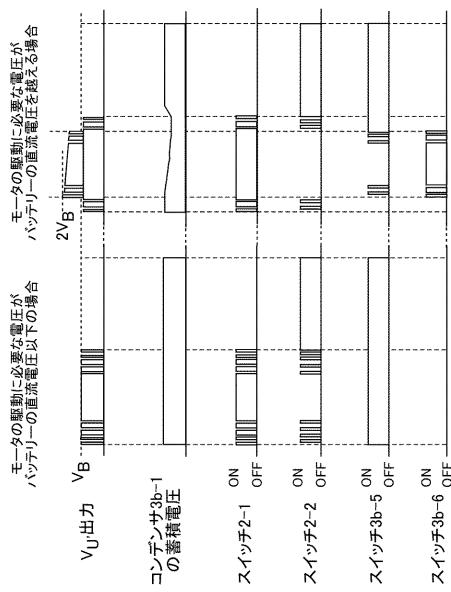
【図7】



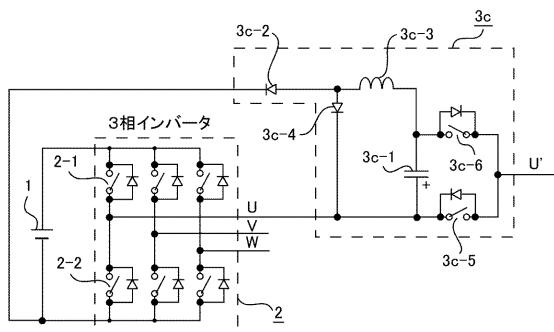
【図 9】



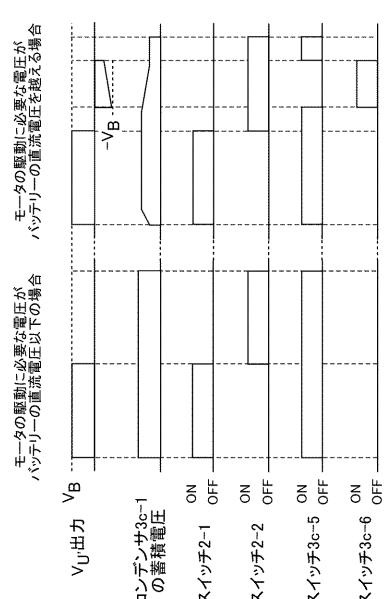
【図 10】



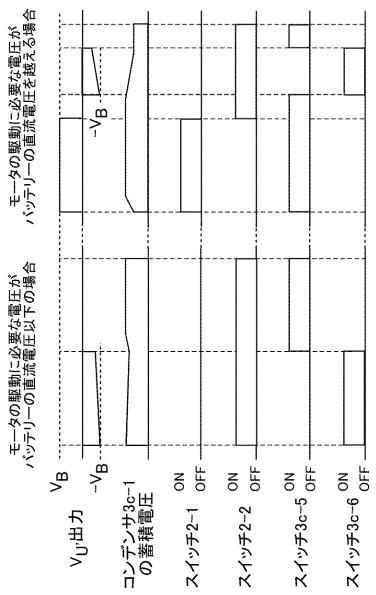
【図 11】



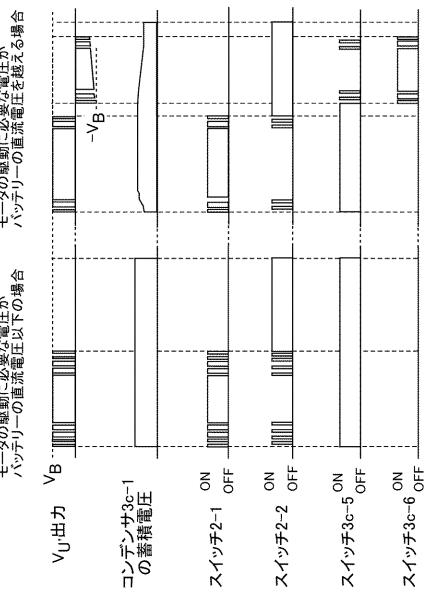
【図 12】



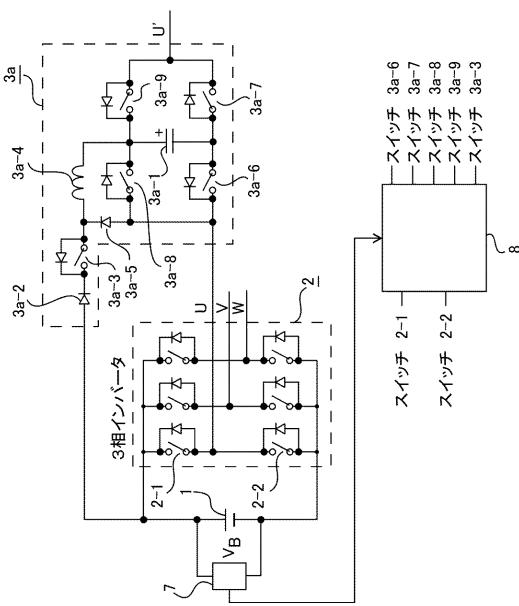
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2005-086921(JP,A)

特開2001-231270(JP,A)

特開2006-025518(JP,A)

特開平08-214592(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 27/00 - 27/18