

(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 I

H O 2 P 27/06 (2006.01)

H O 2 P 7/63 3 O 2 C

H O 2 P 27/08 (2006.01)

H O 2 P 7/63 3 O 2 K

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畳してモータ駆動電圧を出力する重畳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】

重畳回路が、コンデンサの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、重畳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畳し、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畳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 3】

重畳回路が、重畳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畳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】

重畳回路が、重畳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畳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

20

【請求項 5】

インバータが、P W M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】

重畳回路が、P W M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ョッパ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 - 2 1 4 5 9 2 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畳回路を備え、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畳させてなるモータ駆動電圧を重畳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畳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、インバータや重畳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す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】

【 0 0 0 9 】

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、MOS FETやIGBT等の半導体のスイッチ素子を用いる。

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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畳回路 3 が接続される。その重畳回路から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

【 0 0 1 2 】

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

【 0 0 1 3 】

なお、実施の形態 1 の重畳回路は、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。

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

一方、U相の加減算式重畳回路 3 a のコンデンサ 3 a - 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 3 a - 2 と充電するかどうかを切り替えるためのスイッチ 3 a - 3 と充電インダクタ 3 a - 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 3 a - 3 をOFFにした時に、充電インダクタ 3 a - 4 に蓄えられた電力を効率良くコンデンサ 3 a - 1 に還流するための還流ダイオード 3 a - 5 が設けられている。

30

【 0 0 1 6 】

また、加減算式重畳回路 3 a は、コンデンサの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であるスイッチ 3 a - 6、スイッチ 3 a - 7、スイッチ 3 a - 8、及びスイッチ 3 a - 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 3 a - 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畳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 3 a - 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畳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 3 a - 1 の蓄積電圧が重畳されて、加減算式重畳回路 3 a からU'相のモータ駆動電圧が出力される。

40

【 0 0 1 7 】

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畳回路 3 a が有するスイッチの制御信号と加減算式重畳回路 3 a から出力されるU'相のモータ駆動電圧波形 ($V_{U'}$ 出力) との関係を示す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。

【 0 0 1 8 】

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、加減算式重畳回路 3 a 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畳回路 3 a 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

【 0 0 1 9 】

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。

【 0 0 2 0 】

加減算式重畳回路 3 a のスイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 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、加減算式重畳回路 3 a 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 0 V が出力される。

【 0 0 2 1 】

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 3 a 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。

20

【 0 0 2 2 】

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

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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 3 a - 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畳するために、加減算式重畳回路 3 a において、スイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 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 3 a - 1 の蓄積電力の消費により徐々に減衰するが、最大で $2 V_B$ の電圧となる。

40

【 0 0 2 6 】

次に、U 相アームの出力が 0 V 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 3 a - 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畳するために、加減算式重畳回路 3 a において、スイッチ 3 a - 7 とスイッチ 3 a - 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

【 0 0 2 7 】

なお、コンデンサ 3 a - 1 の蓄積電圧は、重畳させる毎に減衰するので、スイッチ 2 - 2 が ON で、かつ、重畳させない期間を利用して、スイッチ 3 a - 3、スイッチ 3 a - 6 及びスイッチ 3 a - 7 を ON の状態とし、スイッチ 3 a - 8 とスイッチ 3 a - 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 3 a - 2、スイッチ 3 a - 3 及び充電インダクタ 3 a - 4 を介してコンデンサ 3 a - 1 に印加して充電すると、図 3 の右側のコンデンサ 3 a - 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。

【 0 0 2 8 】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、U 相の加減算式重畳回路 3 a から
は、最大最小振幅 (peak to peak) が $3 V_B$ 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。

【 0 0 2 9 】

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、 $3 V_B$ より低い場合は、コンデンサ 3 a - 1 を充電するかどうか切り替えるスイッチ 3 a - 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
ようにする。

【 0 0 3 0 】

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、加減算式重畳回路 3 a からなる重畳回路 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畳さ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。

【 0 0 3 1 】

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、加減算式重畳回路 3 a のコンデ
ンサ 3 a - 1 の蓄積電圧を出力するようにしても良い。

【 0 0 3 2 】

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
減算式重畳回路 3 a のコンデンサ 3 a - 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畳回路 3 a 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。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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、
加減算式重畳回路 3 a のスイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 9 を ON に、スイッチ 3 a - 3、
スイッチ 3 a - 7 及びスイッチ 3 a - 8 を OFF とすると、充電されたコンデンサ 3 a - 1 の蓄積電圧が、加減算式重畳回路 3 a 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 3 a - 7 を ON とし、スイッチ 3 a - 9 を OFF とすると、モ
ータ駆動電圧 V_U として 0 V が出力される。

【 0 0 3 5 】

なお、コンデンサ 3 a - 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 0
V を出力している期間を利用して、スイッチ 3 a - 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 3 a - 2、スイッチ 3 a - 3 及び充電インダクタ 3 a - 4 を介してコンデンサ 3 a - 1 に印加して充電する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

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 3 a 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。

【 0 0 3 7 】

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。

【 0 0 3 8 】

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

【 0 0 3 9 】

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畳回路 3 a が有するスイッチの制御信号と加減算式重畳回路 3 a から出力される U' 相のモータ駆動電圧波形 ($V_{U'}$ 出力) との関係を示す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。

【 0 0 4 0 】

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。

【 0 0 4 1 】

加減算式重畳回路 3 a のスイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 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、加減算式重畳回路 3 a 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 0 V が出力される。

20

【 0 0 4 2 】

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 3 a 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。

【 0 0 4 3 】

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

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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 3 a - 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畳するために、加減算式重畳回路 3 a において、スイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 7 に部分的に高周波 PWM 方式を適用して、スイッチ 3 a - 6 とスイッチ 3 a - 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

【 0 0 4 6 】

U 相アームの出力が 0 V 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 3 a - 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畳するために、加減算式重畳回路 3 a において、スイッチ 3 a - 7 とスイッチ 3 a - 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

【 0 0 4 7 】

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 3 a からは、最大最小振幅 (p e a k t o p e a k) が $3 V_B$ の部分的に P W M 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。

【 0 0 4 8 】

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 $3 V_B$ より低い場合は、P W M 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。

【 0 0 4 9 】

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 P W M 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のと同時に、部分的に高周波 P W M 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

【 0 0 5 0 】

次に、加減算式重畳回路 3 a 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 3 a 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。

【 0 0 5 1 】

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 3 a 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

【 0 0 5 2 】

加減算式重畳回路 3 a 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 3 a のスイッチ 3 a - 3、スイッチ 3 a - 6、スイッチ 3 a - 7、スイッチ 3 a - 8、及びスイッチ 3 a - 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

【 0 0 5 3 】

上記では、加減算式重畳回路 3 a 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 3 a のスイッチを制御するようにしても良い。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 2 .

40

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。

【 0 0 5 5 】

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

50

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。

【 0 0 5 6 】

U 相の加算式重畳回路 3 b のコンデンサ 3 b - 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 3 b - 2 と充電インダクタ 3 b - 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 3 b - 3 に蓄えられた電力を効率良くコンデンサ 3 b - 1 に還流するための還流ダイオード 3 b - 4 が設けられている。

【 0 0 5 7 】

また、加算式重畳回路 3 b は、スイッチ 3 b - 5 及びスイッチ 3 b - 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 3 b - 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畳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 3 b - 1 の蓄積電圧が重畳されて、加算式重畳回路 3 b から U' 相のモータ駆動電圧が出力される。

【 0 0 5 8 】

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畳回路 3 b が有するスイッチの制御信号と加算式重畳回路 3 b 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。

【 0 0 5 9 】

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、加算式重畳回路 3 b 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畳回路 3 b 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。

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

加算式重畳回路 3 b の 3 b - 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、加算式重畳回路 3 b 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 0 V が出力される。

【 0 0 6 2 】

このようなスイッチ動作が繰り返されることにより、加算式重畳回路 3 b 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。

【 0 0 6 3 】

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。

【 0 0 6 4 】

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。

【 0 0 6 5 】

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畳するために、加算式重畳回路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、重畳させる毎に減衰するが、スイッチ2-2がONとなる期間に、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を介してコンデンサ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相の加算式重畳回路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、加算式重畳回路3bからなる重畳回路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畳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の加減算式重畳回路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、加算式重畳回路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の加減算式重畳回路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駆動して重畳させてやれば良い。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、重畳させてやれば良い。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のみの機能を持つ加算式重畳回路の場合を示したが、減算的に重畳するのみの機能を持つ減算式重畳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として減算的に重畳するのみの減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

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 相の減算式重畳回路 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、減算式重畳回路 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畳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 の蓄積電圧が重畳されて、減算式重畳回路 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畳回路 3c が有するスイッチの制御信号と減算式重畳回路 3c から出力される U' 相のモータ駆動電圧波形 ($V_{U'}$ 、出力) との関係を示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。

【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、減算式重畳回路 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畳回路 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】

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】

減算式重畳回路 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、減算式重畳回路 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、減算式重畳回路 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。

【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】

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畳するために、減算式重畳回路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、重畳させる毎に減衰するが、スイッチ2-1がONとなる期間に、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を介してコンデンサ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相の減算式重畳回路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、減算式重畳回路3cからなる重畳回路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畳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の加減算式重畳回路3aや図9の加算式重畳回路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、減算式重畳回路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の加減算式重畳回路3aや図10の加算式重畳回路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駆動して重畳させてやれば良い。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、重畳させてやれば良い。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畳回路 3 a 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、加減算式重畳回路 3 a のスイッチ 3 a - 3、スイッチ 3 a - 6、スイッチ 3 a - 7、スイッチ 3 a - 8、及びスイッチ 3 a - 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畳回路 3 a 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】加減算式重畳回路を備えるモータ駆動装置の回路構成図である。

【図 3】加減算式重畳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畳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畳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】加算式重畳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畳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畳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 1 1】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 1 2】減算式重畳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 1 3】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畳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 1 4】高周波 P W M 方式を部分的に適用した場合の減算式重畳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 1 5】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。

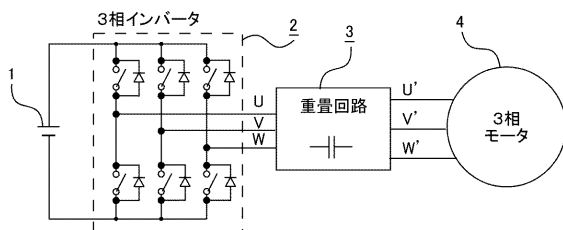
【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

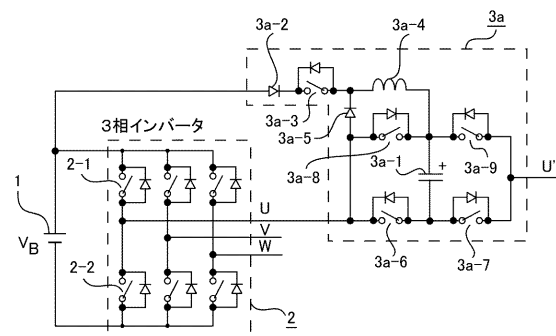
- 1 バッテリー
- 2 3 相インバータ
- 3 重畳回路
- 3 a - 1 コンデンサ
- 3 b - 1 コンデンサ
- 3 c - 1 コンデンサ
- 4 3 相モータ
- 5 駆動電圧検出判定部

10

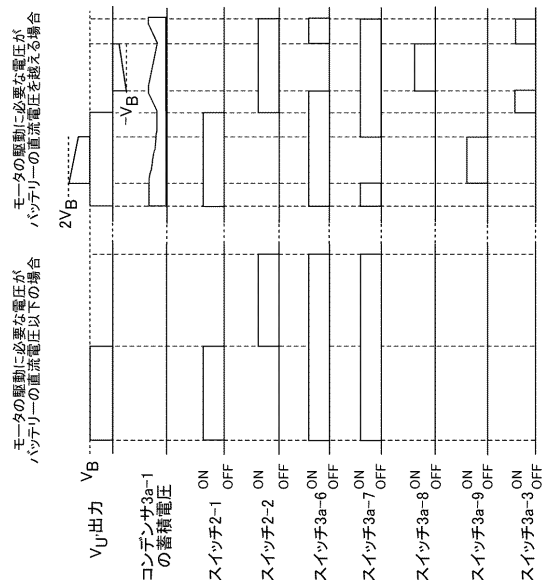
【図 1】



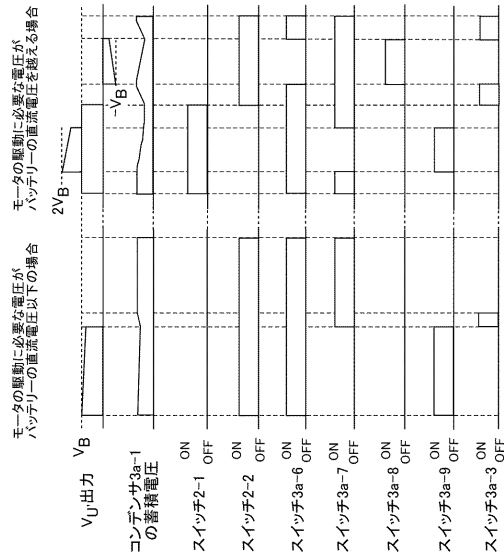
【図 2】



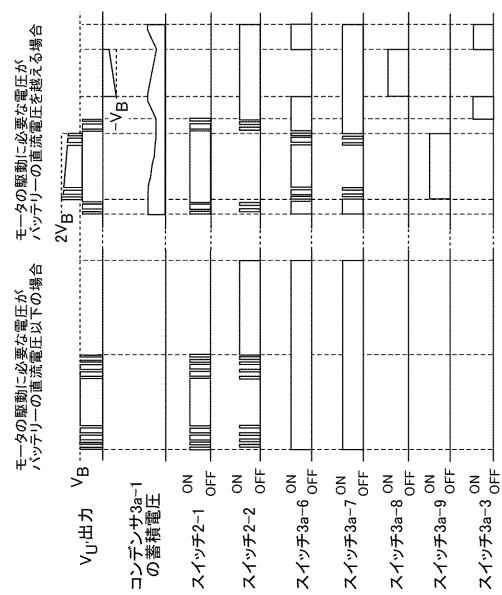
【図 3】



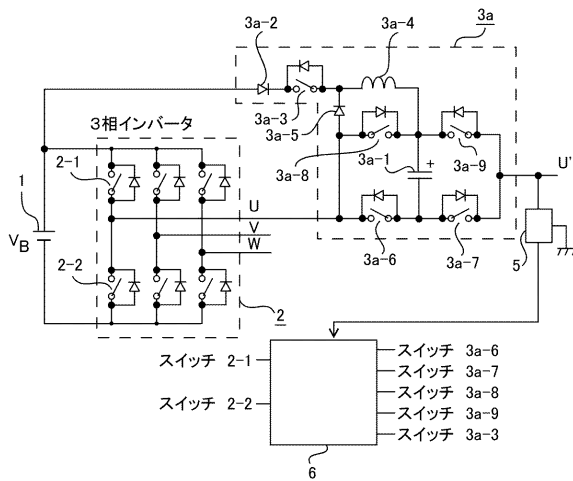
【図 4】



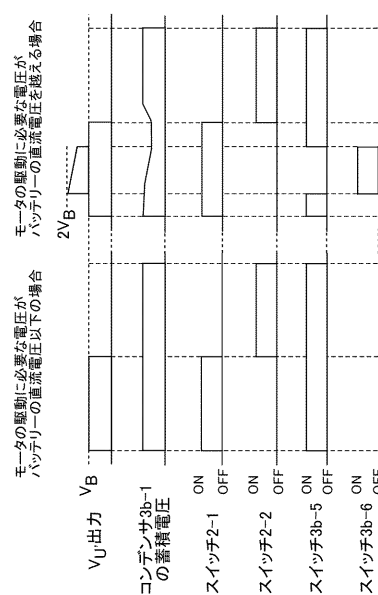
【図 5】



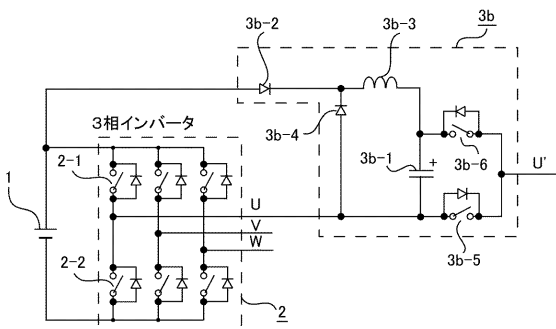
【図 6】



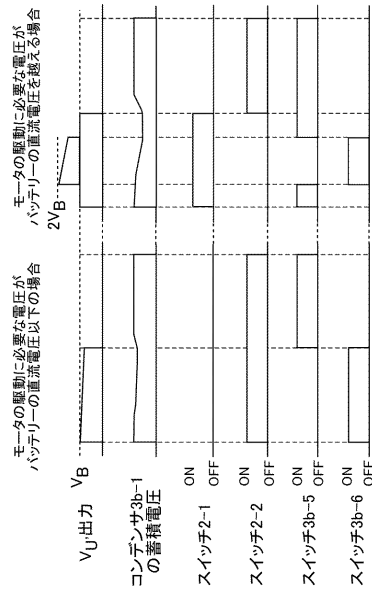
【図 8】



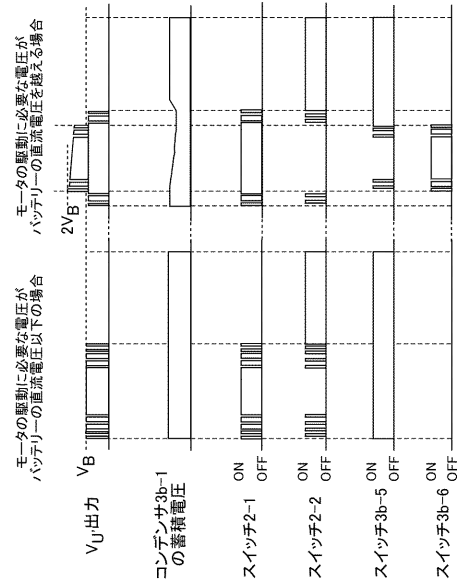
【図 7】



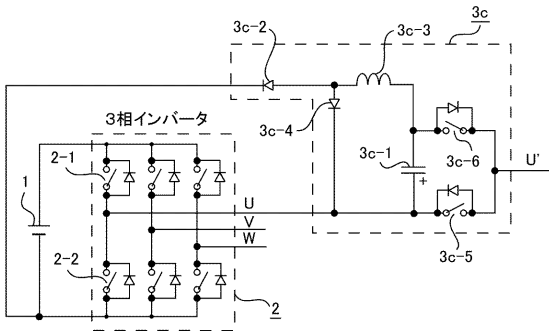
【図 9】



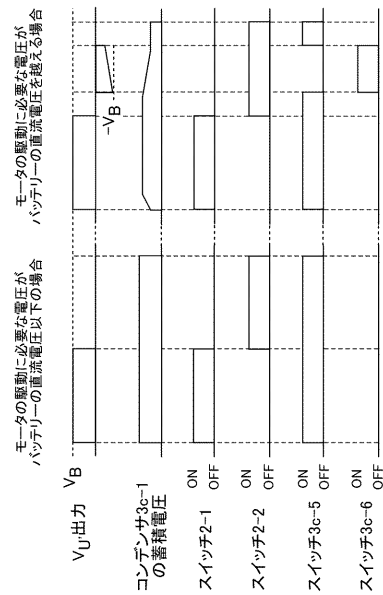
【図 10】



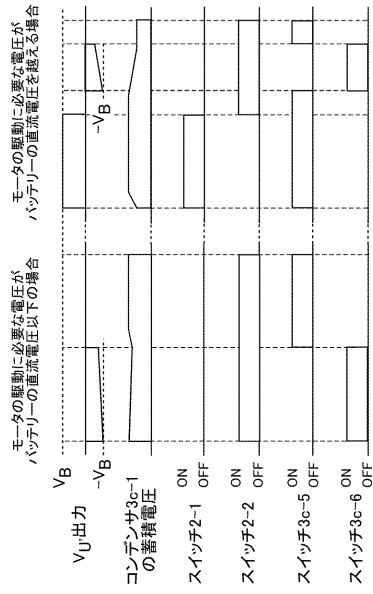
【図 11】



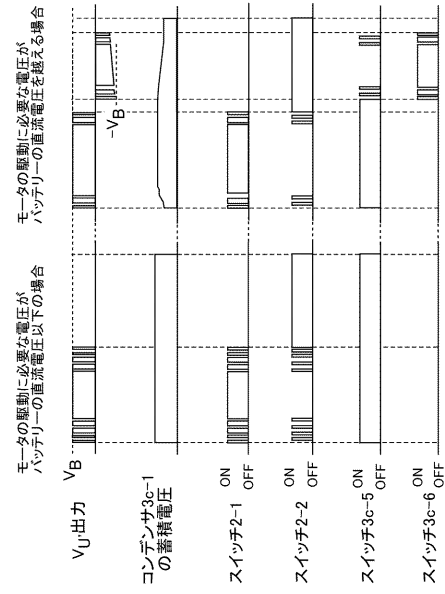
【図 12】



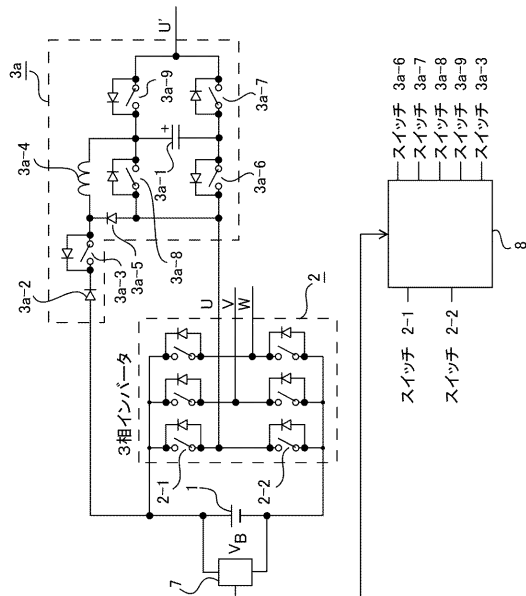
【図 13】



【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 2 0 0 5 - 0 8 6 9 2 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 3 1 2 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 2 5 5 1 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 1 4 5 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 P 2 7 / 0 0 - 2 7 / 1 8