

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3632657号
(P3632657)

(45) 発行日 平成17年3月23日(2005.3.23)

(24) 登録日 平成17年1月7日(2005.1.7)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H02M 3/155

H02M 3/155

C

H02M 7/48

H02M 7/48

M

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2001-387500 (P2001-387500)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成13年12月20日(2001.12.20)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2003-189599 (P2003-189599A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成15年7月4日(2003.7.4)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成15年9月3日(2003.9.3)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	佐藤 栄次
			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	川端 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電圧変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電圧を変換するためのコンバータと、
このコンバータの電圧変換幅を可変制御するためのコンバータ制御部と、
前記コンバータの入力側電圧を検出する入力電圧センサと、
前記コンバータの出力側電圧を検出する出力電圧センサと、
前記コンバータ制御部における電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記入力電圧センサまたは前記出力電圧センサの異常の有無を判定する異常判定手段と、
を有する電圧変換装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、
前記コンバータの出力側にはインバータが接続され、
前記異常判定手段は、前記インバータから前記コンバータ制御部に供給される入力電圧指令値が可変の場合において、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記出力電圧センサの異常の有無を判定する
ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項3】

請求項2記載の装置において、

10

20

前記コンバータの入力側にはバッテリーが接続され、

前記異常判定手段は、前記バッテリーの電圧が変化する場合において、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記入力電圧センサまたは出力電圧センサの異常の有無を判定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の装置において、

前記異常判定手段は、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値との、前記入力電圧センサ及び前記出力電圧センサが正常であれば満たすべき所定の関係からのずれに基づいて、前記入力電圧センサまたは前記出力電圧センサの異常の有無を判定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の装置において、

前記電圧変換幅の制御状態は、デューティ比であることを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載の装置において、

前記コンバータの入力側にはバッテリーが接続され、

前記異常判定手段は、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値との、前記入力電圧センサ及び前記出力電圧センサが正常であれば満たすべき所定の関係からのずれが生じた場合であって、前記入力側電圧が前記バッテリーの電圧に略一致しないときには前記入力電圧センサの異常を判定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 7】

請求項 1 記載の装置において、

前記コンバータの出力側にはインバータが接続され、

前記異常判定手段は、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値との、前記入力電圧センサ及び前記出力電圧センサが正常であれば満たすべき所定の関係からのずれが生じた場合であって、前記出力側電圧が前記インバータの動作状態から推定される前記インバータの入力電圧に略一致するときには前記入力電圧センサの異常を判定し、前記出力側電圧が前記インバータの動作状態から推定される前記インバータの入力電圧に略一致しないときには前記出力電圧センサの異常を判定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の装置において、

前記異常判定手段により、前記入力電圧センサの異常を判定した場合には、前記電圧変換幅の制御状態と、前記出力電圧センサで検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記コンバータの入力側電圧を推定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の装置において、

前記異常判定手段により、前記出力電圧センサの異常を判定した場合には、前記電圧変換幅の制御状態と、前記入力電圧センサで検出した前記コンバータの入力側電圧値とに基づいて、前記コンバータの出力側電圧を推定する

ことを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 10】

電圧を変換するためのコンバータと、

10

20

30

40

50

このコンバータの電圧変換幅を可変制御するためのコンバータ制御部と、
前記コンバータの入力側電圧を検出する入力電圧センサと、
前記コンバータの出力側電圧を検出する出力電圧センサと、
を有し、
前記コンバータの入力側にはバッテリーが接続され、
前記コンバータの出力側にはインバータが接続され、
前記コンバータは、スイッチング素子を備え該スイッチング素子を開閉制御することで
前記バッテリーの電圧を変換して前記インバータに供給し、
前記コンバータ制御部は、前記スイッチング素子のデューティ比を変化させることで前
記電圧変換幅を可変制御し、
前記コンバータ制御部におけるデューティ比と、検出した前記コンバータの入力側電圧値
と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記入力電圧センサまたは前
記出力電圧センサの異常の有無を判定する異常判定手段と、
を備えることを特徴とする電圧変換装置。

10

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、コンバータにより電圧変換を行う電圧変換装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来より、永久磁石モータなどの交流モータの駆動には、インバータが利用される。すなわち、バッテリーからの直流電力をインバータにより任意の交流電力に変換し、これをモータに印加してモータを駆動する。特に、電気自動車やハイブリッド自動車などでは、モータの出力をきめ細かく制御する必要があり、このようなインバータを用いたシステムが好適である。

20

【0003】

ここで、モータの駆動において、インバータの入力側電圧が低いと、モータの出力を高くするために大電流を流す必要が生じ好ましくない。そこで、インバータの入力電圧は十分に高くしたいという要求がある。一方、バッテリーは、出力電圧1V程度のバッテリーセルを基本構成としており、高電圧出力を得るには、それだけバッテリーセルを直列接続しなければ

30

【0004】

そこで、バッテリー電圧を昇圧コンバータによって昇圧し、これをインバータの入力とすることが提案されている。これによって、バッテリー電圧が低電圧でも、インバータ入力電圧を高電圧に設定することができる。

【0005】

図6は、従来のコンバータ付きのモータ駆動回路の一例を示す図である。バッテリー10の正極は、コンバータ12に接続されている。このコンバータ12は、バッテリー10の正極に一端が接続されるコイルLと、エミッタがこのコイルLの他端に接続され、コレクタが正側出力（インバータの正極母線）に接続される上側のトランジスタQ2と、このコイルLの他端およびトランジスタQ1のエミッタにコレクタが接続され、エミッタがバッテリー10の負極（インバータの負極母線に接続される負側出力）に接続されるトランジスタQ2と、から構成されている。また、トランジスタQ1、Q2のコレクタエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ接続されている。

40

【0006】

そこで、トランジスタQ1、Q2を交互にオンオフし、両者のオン時間の比率を変更することで、コンバータ12の出力に所望の高電圧を得ることができる。

【0007】

コンバータ12の正側出力と、負側出力との間には平滑用のコンデンサCが配置され、コ

50

ンバータ12の出力を平滑する。

【0008】

コンデンサCで平滑されたコンバータ12の正側および負側出力は、そのままインバータ14の正極母線および負極母線にそれぞれ接続される。インバータ14は、6つのトランジスタQ3～Q8を有する3相の構成となっている。すなわち、正極母線と負極母線の間にはトランジスタQ3、Q4の直列接続と、トランジスタQ5、Q6の直列接続と、トランジスタQ7、Q8の直列接続の3つの直列接続（各相アーム）が配置されている。そして、各相アームの上側トランジスタと下側トランジスタの接続点が、インバータ14の各相出力になっている。なお、インバータQ3～Q8のコレクタエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

10

【0009】

そして、インバータ14の3相の出力が3相交流モータ16の各相コイル端に接続されている。

【0010】

従って、インバータ14のトランジスタQ3～Q8を上側トランジスタと下側トランジスタと一緒にオンにならないようにオンにして、モータ16の各相に120度位相が異なる電流を供給することで、モータ16を駆動することができる。

【0011】

ここで、この例では、バッテリー10の電圧（バッテリー電圧：コンバータ入力電圧）を検出する部材として電圧センサ20a、20bが設けられ、コンデンサCの電圧（コンバータ出力電圧：インバータ入力電圧）を検出する部材として電圧センサ22a、22bが設けられ、モータ16の各相電流を検出する部材として、電流センサ24a、24b、24cが設けられている。これらセンサの検出値は、制御装置26に供給される。この制御装置26には、モータ出力についての指令値も供給されている。そこで、この制御装置26が、コンバータ12出力が所定電圧になるようにコンバータ12の上側および下側トランジスタQ1、Q2のスイッチングを制御するとともに、モータ16の出力がモータ出力についての指令値に一致するように、インバータ14内のトランジスタQ3～Q8のスイッチングを制御する。

20

【0012】

なお、コンバータ12、インバータ14とともに、PWM制御によって、動作を制御している。すなわち、コンバータ12においては、所定の三角波キャリアに対し、電圧指令値を所望の値に設定し、トランジスタQ1、Q2のそれぞれのデューティ比を制御することで、電圧変換（昇圧比または降圧比）を制御する。

30

【0013】

一方、インバータ14においては、各相の電圧指令値と三角波キャリアの比較により、トランジスタQ1～Q8のスイッチングを制御して、各相出力が電圧指令値に一致するように制御を行い、モータ16の出力制御を行っている。

【0014】

ここで、バッテリー10の電圧検出のために2つの電圧センサ20a、20bを有しており、またコンデンサCの電圧検出のために2つの電圧センサ22a、22bを有している。これは、コンバータ12の動作を制御するためには、その入出力電圧を知る必要があり、またインバータ14の動作を制御するためには、その入力電圧を知る必要があり、故障が発生した際にもこれら電圧を確実に検出するためである。

40

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このようにフェールセーフのために電圧センサを二重に設けると、一方の電圧センサが故障した場合にも、これを検出することができる。しかし、このためには合計4つ必要になり、システム全体がコスト高になってしまうという問題がある。また、バッテリー10の電圧センサ20a、20bの両方が故障した場合には、コンバータ12の制御が不能になってしまい、またコンデンサCの電圧センサ22a、22bが故障した場合には、

50

コンバータ 1 2 およびインバータ 1 4 の制御が不能になってしまうという問題もある。

【 0 0 1 6 】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、電圧センサの数を少なくしてかつ故障の場合に対処できる電圧変換装置および電圧変換方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、電圧を変換するためのコンバータと、このコンバータの電圧変換幅を可変制御するためのコンバータ制御部と、前記コンバータの入力側電圧を検出する入力電圧センサと、前記コンバータの出力側電圧を検出する出力電圧センサと、前記コンバータ制御部における電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記入力電圧センサまたは前記出力電圧センサの異常の有無を判定する異常判定手段と、を有することを特徴とする。

10

【 0 0 1 8 】

本発明において、前記コンバータの出力側にはインバータが接続され、前記異常判定手段は、前記インバータから前記コンバータ制御部に供給される入力電圧指令値が可変の場合において、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記出力電圧センサの異常の有無を判定してもよい。

【 0 0 1 9 】

本発明において、前記異常判定手段は、前記電圧変換幅の制御状態と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値との、前記入力電圧センサ及び前記出力電圧センサが正常であれば満たすべき所定の関係からのずれに基づいて、前記入力電圧センサまたは前記出力電圧センサの異常の有無を判定してもよい。

20

【 0 0 2 0 】

本発明において、前記電圧変換幅の制御状態は、デューティ比とすることができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明は、電圧を変換するためのコンバータと、このコンバータの電圧変換幅を可変制御するためのコンバータ制御部と、前記コンバータの入力側電圧を検出する入力電圧センサと、前記コンバータの出力側電圧を検出する出力電圧センサとを有し、前記コンバータの入力側にはバッテリーが接続され、前記コンバータの出力側にはインバータが接続され、前記コンバータは、スイッチング素子を備え該スイッチング素子を開閉制御することで前記バッテリーの電圧を変換して前記インバータに供給し、前記コンバータ制御部は、前記スイッチング素子のデューティ比を変化させることで前記電圧変換幅を可変制御し、前記コンバータ制御部におけるデューティ比と、検出した前記コンバータの入力側電圧値と、検出した前記コンバータの出力側電圧値とに基づいて、前記入力電圧センサまたは前記出力電圧センサの異常の有無を判定する異常判定手段と、を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 2 3 】

本発明において、前記インバータには、交流電気負荷が接続されていてもよい。コンバータによって、インバータ入力電圧を高くすることができる。従って、バッテリー電圧を低くしても、交流負荷（モータ）駆動電圧を高くすることができ、効率の良い駆動を行うことができる。

40

【 0 0 2 4 】

また、前記インバータ回路に接続されている交流電気負荷は、車両駆動用モータであることが好適である。車両駆動用モータは高出力であり、インバータ入力電圧が高いことで効率的な車両の駆動が可能となる。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 6 】

図 1 は、実施形態の構成を示す図である。このように、バッテリー 1 0 の正極は、コンバー

50

タ12に接続され、コンバータ12の正側および負側出力には、コンデンサCが接続されるとともに、インバータ14の正極母線および負極母線が接続されている。そして、インバータ14の各相出力端にモータ16の各相コイル端が接続されている。また、コンバータ12は、コイルL、トランジスタQ1、Q2、ダイオードD1、D2からなっており、インバータ14はトランジスタQ3～Q8、ダイオードD3～D8からなっている。また、モータの各相電流を計測するために電流センサ24a、24b、24cが設けられるとともに、バッテリー10の電圧（バッテリー電圧：コンバータ入力電圧）を計測するために単一の電圧センサ（入力電圧センサ）20、コンデンサCの電圧（コンバータ出力電圧：インバータ入力電圧）を計測されるために単一の電圧センサ（出力電圧センサ）22が設けられている。そして、制御装置26は、電圧センサ20、22、電流センサ24a～24cおよび入力されてくるモータ出力についての指令値が入力され、これらに基づいて、コンバータ12およびインバータ14のスイッチングを制御する。

10

【0027】

この制御装置26は、図2のような構成を有している。すなわち、モータ出力トルクについての指令値は、モータ制御用相電圧演算部30に入力される。このモータ制御用相電圧演算部30には、電流センサ24a～24cからのモータ16の各相電流値および電圧センサ22で検出したインバータ入力電圧も供給される。モータ制御用相電圧演算部30は、これら情報より、モータ制御用相電圧を演算算出する。すなわち、モータ16の出力トルクが指令値に応じた値になるように、モータ16の各相コイル端の電圧指令が決定される。

20

【0028】

モータ制御用相電圧演算部30で演算された電圧指令値は、インバータ用PWM信号変換部32に供給される。このインバータ用PWM信号変換部32には、PWM制御信号を作成するためのキャリア信号である三角波が供給されており、この三角波と各相電圧指令値とを比較することによって、インバータ14における各トランジスタのオンオフを制御するPWM信号が形成され、これがインバータ14の各トランジスタのベースに供給され、モータ16の各相電流が制御される。なお、キャリア信号としては、三角波以外にも公知の波形（サイン波他）が種々適用できることはいうまでもない。

【0029】

また、電圧センサ20において検出したバッテリー電圧および電圧センサ22で検出したインバータ入力電圧は、コンバータ用デューティ比演算部34に入力される。このコンバータ用デューティ比演算部34には、インバータ入力電圧指令値も入力される。インバータ入力電圧指令値は、一般的には、一定値であるが、モータ出力トルクが大きいときに高くなるように変更することも好適である。そして、コンバータ用デューティ比演算部34は、コンバータ出力がインバータ入力電圧指令値になるようにコンバータ12のトランジスタQ1、Q2の接続点における電圧指令値を決定する。コンバータ用PWM信号変換部36は、供給される電圧指令値と、三角波を比較して、コンバータ12のトランジスタQ1、Q2のオンデューティを決定し、各トランジスタのPWM制御信号を出力する。そして、コンバータ12がPWM制御信号によってオンオフされ、目標とする昇圧が行われる。

30

40

【0030】

このようにして、制御装置26により、インバータ入力電圧が常に目標値に制御されるとともに、モータ16の出力トルクが指令値通りに制御される。

【0031】

そして、本実施形態においては、制御装置26が、2つの電圧センサ20、22の故障検出および故障の際に、故障した電圧センサが検出すべき電圧の推定を行う。これについて、以下に説明する。

【0032】

まず、電圧センサの故障検出についての動作を図3に基づいて説明する。まず、電圧センサ20の出力であるバッテリー電圧V1を取り込む(S11)。次に、電圧センサ22の出

50

力であるインバータ入力電圧を取り込む (S12)。また、制御装置26において決定したコンバータ12における上側トランジスタQ1のオンデューティである変数 $duty$ の値を取り込む (S13)。そして、 $V = V1 - V2 \times duty$ を計算する (S14)。すなわち、 $V2 \times duty$ は、トランジスタQ1、Q2の接続点の平均電圧になっているはずであり、バッテリー10の電圧V1に対応する。従って、これらの差である V は、基本的に小さな値である。

【0033】

そこで、この差電圧 V が予め定められた異常判定しきい値より大きいかを判定する (S15)。そして、このS15の判定でNOであれば、電圧センサ正常と判定し (S16)、YESであった場合に電圧センサ故障と判定する (S17)。

10

【0034】

このように、本実施形態によれば、電圧センサ20、22の検出値がコンバータ12の電圧変換動作に対応しているか否かを判定する。従って、電圧センサ20、22の異常を効果的に判定することができる。

【0035】

ここで、この判定では、電圧センサのいずれが故障したかが判定できないが、バッテリー10の電圧は、基本的にあまり変わらないため、この値から大きく異なれば、バッテリー電圧検出用の電圧センサ20の異常と判定できる。さらに、電流センサ24a~24cの検出値とインバータの動作状態とから、インバータ入力電圧値を推定することもできる。従って、このようなその他の情報から、バッテリー電圧およびインバータ入力電圧を推定し、いずれの電圧センサが故障したかを判定するとよい。また、これら情報を総合すれば、コンバータ12の異常、インバータ14の異常も検出することができる。

20

【0036】

次に、バッテリー側電圧センサ20の故障時の処理について図4に基づいて説明する。まず、インバータ入力電圧V2を取り込む (S21)。次にコンバータ12のデューティ比 $duty$ を取り込む (S22)。そして、バッテリー電圧推定値 $V1'$ を、 $V1' = V2 \times duty$ によって、算出する (S23)。そして、この算出した推定値 $V1'$ を用いて、コンバータ12のスイッチング制御を行う。これによって、インバータ入力電圧V2を所定値に維持することができる。

【0037】

次に、インバータ側電圧センサ22の故障時の処理について図5に基づいて説明する。まず、バッテリー電圧V1を取り込む (S31)。次にコンバータ12のデューティ比 $duty$ を取り込む (S32)。そして、インバータ入力電圧推定値 $V2'$ を、 $V2' = V1 \times duty$ によって、算出する (S33)。そして、この算出した推定値 $V2'$ を用いて、コンバータ12およびインバータ14のスイッチング制御を行う。これによって、インバータ入力電圧V2を所定値に維持できるとともに、モータ駆動を所望のものに維持することができる。

30

【0038】

以上のように、本実施形態によれば、コンバータのスイッチング状態 (デューティ比) を用いて、電圧センサ20、22の故障を検出する。従って、電圧センサを二重系としなくても、故障を検出することができる。さらに、電圧センサの一方が故障した場合には、コンバータのデューティ比を利用して、他の電圧センサの検出する電圧を推定する。そこで、コンバータ12の入出力側電圧の一方が検出できなくても、その電圧を推定して、制御を継続することができる。

40

【0039】

なお、このような電圧変換装置は、電気自動車やハイブリッド自動車の駆動用のモータに最適であるが、パワーステアリング用モータなどの大出力のモータにも好適に適用できる。

【0040】**【発明の効果】**

50

以上説明したように、本発明によれば、コンバータの変換制御状態、例えばコンバータを構成するスイッチング素子のスイッチング状態（デューティ比）を用いて、入出力電圧センサの故障を検出する。従って、電圧センサを二重系としなくても、故障を検出することができる。

【0041】

また、入出力電圧センサの一方が故障した場合には、コンバータの電圧幅制御状態（デューティ比）を利用して、他の電圧センサの検出する電圧を推定する。そこで、コンバータの入出力側電圧の一方が検出できなくても、その電圧を推定して、制御を継続することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の全体構成を示す図である。

【図2】制御装置の内部構成を示す図である。

【図3】電圧センサの異常検出の処理を示すフローチャートである。

【図4】バッテリー側電圧センサ故障時の処理を示すフローチャートである。

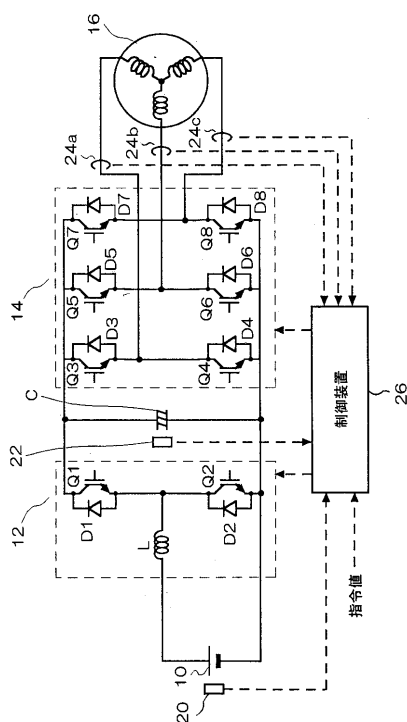
【図5】インバータ側電圧センサ故障時の処理を示すフローチャートである。

【図6】従来例の全体構成を示す図である。

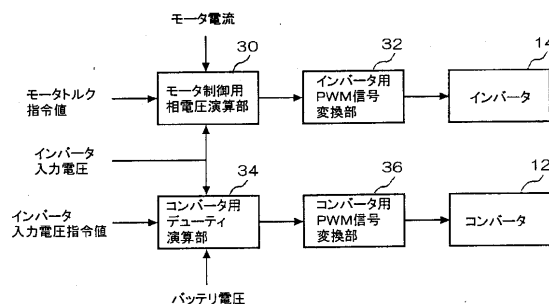
【符号の説明】

10 バッテリー、12 コンバータ、14 インバータ、16 モータ、20、22 電圧センサ、24a～24c 電流センサ、26 制御装置。

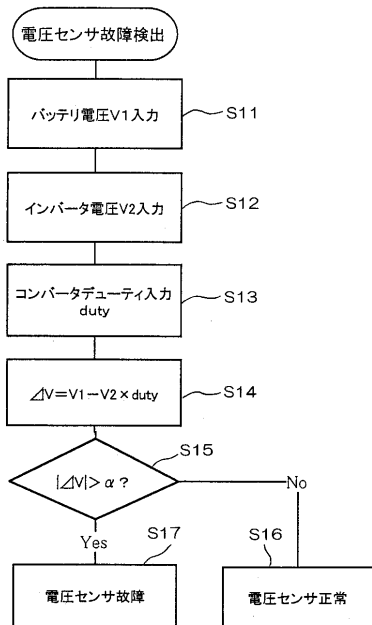
【図1】



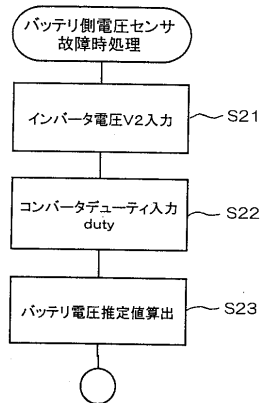
【図2】



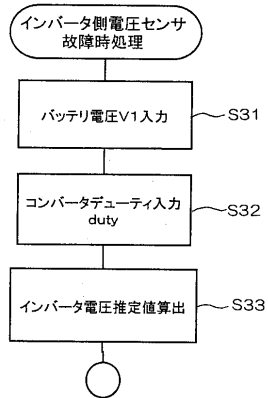
【 図 3 】



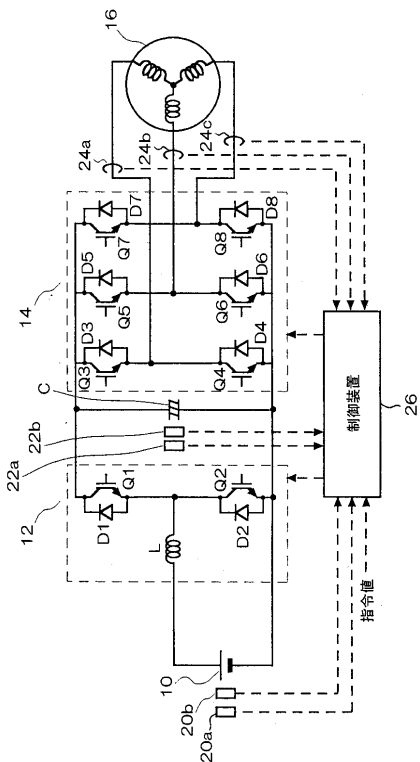
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10 - 136570 (JP, A)
特開平07 - 177602 (JP, A)
特開平09 - 172791 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H02M 3/155
H02M 7/48