

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-35331

(P2010-35331A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.  
H02P 9/14 (2006.01)F I  
H02P 9/14テーマコード (参考)  
5H590

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-194857 (P2008-194857)  
(22) 出願日 平成20年7月29日 (2008.7.29)(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(74) 代理人 100103171  
弁理士 雨貝 正彦  
(72) 発明者 山田 一輝  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
Fターム(参考) 5H590 AA15 AB09 CA23 CC01 CC26  
CD01 CE05 EB02 FA08 FB01  
FC14 GA02 HA02 HA04

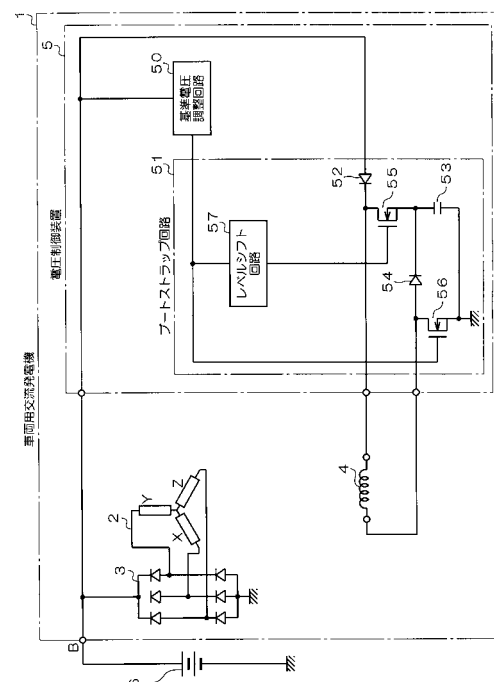
(54) 【発明の名称】 車両用回転電機

(57) 【要約】

【課題】複雑な構成の追加や高コスト化、出力低下を伴うことなく時定数を低減することができる車両用回転電機を提供すること。

【解決手段】車両用交流発電機1は、回転子の界磁極を磁化させる界磁巻線4と、界磁極により発生する回転磁界によって交流電圧誘起する電機子と、電機子に誘起された交流電圧を直流に変換する整流器3と、界磁巻線4に通電する界磁電流を調整することにより出力電圧を制御する基準電圧調整回路50と、基準電圧調整回路50によって調整される界磁電流を増強あるいは減衰して界磁巻線4に供給するブーストラップ回路51とを有する電圧制御装置5とを備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転子の界磁極を磁化させる界磁巻線と、  
前記界磁極により発生する回転磁界によって交流電圧誘起する電機子と、  
前記電機子に誘起された交流電圧を直流に変換する整流器と、  
前記界磁巻線に通電する界磁電流を調整することにより出力電圧を制御する基準電圧調整回路と、前記基準電圧調整回路によって調整される界磁電流を増強あるいは減衰して前記界磁巻線に供給するブートストラップ回路とを有する電圧制御装置と、  
を備えることを特徴とする車両用回転電機。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、  
前記基準電圧調整回路は、前記整流器の出力電圧が基準値となるように調整する制御信号を出力し、  
前記ブートストラップ回路は、前記基準電圧調整回路から出力される制御信号に対する昇圧動作と回生充電動作とを前記界磁巻線に対して行うことを特徴とする車両用回転電機。

## 【請求項 3】

請求項 2 において、  
前記ブートストラップ回路は、  
バッテリー電力を前記界磁巻線に供給する第 1 のダイオードと、  
前記界磁巻線に発生した逆起電力を回生充電するコンデンサと、  
前記界磁巻線に発生した逆起電力を前記コンデンサに供給する第 2 のダイオードと、  
前記コンデンサによる回生充電動作と、前記コンデンサの充電電力を前記界磁巻線に放電する動作とを切り替えるスイッチング素子と、  
を備えることを特徴とする車両用回転電機。

## 【請求項 4】

請求項 3 において、  
前記スイッチング素子は、電界効果型トランジスタであり、前記制御信号によりオンオフ制御が行われることを特徴とする車両用回転電機。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかにおいて、  
前記ブートストラップ回路は、前記界磁巻線の逆起電力を回生利用して発生した高電圧を前記界磁巻線に印加することを特徴とする車両用回転電機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、乗用車やトラック等に搭載される車両用回転電機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車のエレクトロニクス化が進むに従い、電気負荷の増加に伴って車両用発電機は体格アップによる大型化により物理的に対応してきた。これらは言わば、ロータコイルの大型化および励磁電流の増加での対応といってよい。その副産物としてロータイナーシャの増大、また相対的なプーリ比の増加によるベルトスリップやバタツキなどの発生が問題となってきた。また、近年のコンパクトコンポーネントに伴う V 型エンジンのトレンドや、燃費向上制御による気筒休止など偶力発生要因に起因した回転変動の問題が顕著化してきている。これらの問題に対し車両メーカーおよび各部品メーカーは変動吸収機能を持たせたプーリを採用することにより対応を図っている。しかしながら、これらは本質的に機械部品によるリニア動作であるため、エンジンコンポーネント毎の設定が必要となる不合理性を伴い、また耐久性などの信頼性の問題も懸念されている。

## 【0003】

これらの背景から、エンジンコンポーネントに依存しないアクティブな制御により、クラッチプリーやダンパープリーと同等の機能を車両用発電機のトルク制御で行う試みもある（例えば、特許文献 1 参照。）が、実現のための根本的な問題として電氣的時定数の大きさがネックとなっており、電氣的時定数の低減が望まれる。

#### 【0004】

また、燃費向上の他の手段の一つとして、アイドル時のエンジンストップ、再始動に対応して、車両用発電機に電動機の機能を付加した発電電動機が搭載される車両もある。このような発電電動機では、電動機として動作する際に迅速な駆動トルクの発生が望まれるが、この場合にも電氣的時定数の低減が必要であった。電氣的時定数を低減する従来技術としては、時定数の小さい第 2 の界磁コイルを回転子に並列接続するものがある（例えば、特許文献 2 参照。）。

10

【特許文献 1】特開 2003-174797 号公報（第 5-10 頁、図 1-13）

【特許文献 2】特開 2003-174798 号公報（第 4-7 頁、図 1-8）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

ところで、特許文献 2 に開示された構成では、回転子の限られたスペースに 2 種類のコイルを巻くことになるため、工数増加に伴う高コスト化や起磁力減少に伴う出力低下などが発生するという問題があった。

#### 【0006】

20

また、特許文献 1 に開示された構成では、コイルの励磁電流の立ち上がりを早く、すなわち実質的に時定数を小さくするために、限定の条件下で励磁電圧を高電圧にしている。このため、高電圧切り替え機構や高電圧電源等の複雑な構成の追加が必要であって車両用発電機の制御装置が複雑になるとともに、高電圧に対応した絶縁性の向上が必要になり、高コスト化を招くという問題があった。

#### 【0007】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、複雑な構成の追加や高コスト化、出力低下を伴うことなく時定数を低減することができる車両用回転電機を提供することにある。また、本発明の他の目的は、電動機として動作する際に迅速な駆動力発生を実現することができる車両用回転電機を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

上述した課題を解決するために、本発明の車両用回転電機は、回転子の界磁極を磁化させる界磁巻線と、界磁極により発生する回転磁界によって交流電圧誘起する電機子と、電機子に誘起された交流電圧を直流に変換する整流器と、界磁巻線に通電する界磁電流を調整することにより出力電圧を制御する基準電圧調整回路と、基準電圧調整回路によって調整される界磁電流を増強あるいは減衰して界磁巻線に供給するブートストラップ回路とを有する電圧制御装置とを備えている。

#### 【0009】

40

ブートストラップ回路を備えることにより、界磁電流を増強して界磁巻線に短時間に大きな界磁電流を流すと同時に短時間で界磁電流を減衰させることが可能になり、電氣的時定数を低減することができる。しかも、巻線の追加等が不要であって、複雑な構成の追加や高コスト化、出力低下を抑えることができる。電氣的時定数の低減に伴って、車両用回転電機を電動機として動作させる場合には、迅速な駆動力発生を実現することができる。

#### 【0010】

また、上述した基準電圧調整回路は、整流器の出力電圧が基準値となるように調整する制御信号を出力し、ブートストラップ回路は、基準電圧調整回路から出力される制御信号に対する昇圧動作と回生充電動作とを界磁巻線に対して行うことが望ましい。具体的には、上述したブートストラップ回路は、バッテリー電力を界磁巻線に供給する第 1 のダイオードと、界磁巻線に発生した逆起電力を回生充電するコンデンサと、界磁巻線に発生した逆

50

起電力をコンデンサに供給する第2のダイオードと、コンデンサによる回生充電動作と、コンデンサの充電電力を界磁巻線に放電する動作とを切り替えるスイッチング素子とを備えることが望ましい。

#### 【0011】

従来、界磁巻線に発生した逆起電力は、界磁巻線とこれに並列接続される環流ダイオードとによって形成される閉回路によって、界磁巻線の抵抗成分と環流ダイオードの抵抗成分により熱エネルギーとして放熱消費される。これに対し、本発明では、スイッチング素子が開成された後、界磁巻線に発生する逆起電力を第2のダイオードを介して界磁巻線への逆流を防止しつつコンデンサへ回生充電させ、短時間に界磁巻線に流れる界磁電流を減衰させることができる。また、スイッチング素子が閉成された界磁巻線への界磁電流供給時には、回生充電されたコンデンサの端子電圧と本来界磁巻線に印加される電圧（例えばバッテリーの端子電圧）とが加算された高電圧が界磁巻線に印加され、短時間に界磁電流を増強供給することができる。

10

#### 【0012】

また、上述したスイッチング素子は、電界効果型トランジスタであり、制御信号によりオンオフ制御が行われることが望ましい。これにより、界磁巻線に接続されたスイッチング素子を制御信号に基づいて単純にオンオフする従来構成と同様にスイッチング素子をオンオフ制御すればよいため、ブートストラップ回路を制御するための複雑な構成が不要となり、構成の簡素化を図ることができる。

20

#### 【0013】

また、上述したブートストラップ回路は、界磁巻線の逆起電力を回生利用して発生した高電圧を界磁巻線に印加することが望ましい。これにより、従来無駄に消費されていた界磁巻線の環流電流を有効利用することができ、発電効率の向上が可能となるとともに、高電圧発生のための電源が不要となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

以下、本発明の車両用回転電機を適用した一実施形態の車両用交流発電機について、図面を参照しながら説明する。図1は、一実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態の車両用交流発電機1は、電機子巻線2、整流器3、界磁巻線4および電圧制御装置5を含んで構成されている。

30

#### 【0015】

電機子巻線2は、多相巻線（例えば三相巻線）であって、電機子鉄心に巻装されて電機子を構成している。電機子巻線2に誘起される交流出力が整流器3に供給される。整流器3は、電機子巻線2に誘起された交流電圧を直流に変換する全波整流回路である。例えば、電機子巻線2の各相に対応する整流素子としてダイオードが用いられている。界磁巻線4は、電機子巻線2に電圧を誘起させるために必要な鎖交磁束を発生する。この界磁巻線4は、界磁極（図示せず）に巻装されて回転子を構成しており、界磁巻線に界磁電流を流すことにより界磁極が磁化される。

#### 【0016】

電圧制御装置5は、界磁巻線4に通電する界磁電流を調整することにより、車両用交流発電機1の出力電圧を所定範囲内に制御する。このために、電圧制御装置5は、基準電圧調整回路50とブートストラップ回路51とを含んで構成されている。基準電圧調整回路50は、界磁巻線4に通電する界磁電流を調整することにより車両用交流発電機1の出力電圧を制御する。具体的には、基準電圧調整回路50は、整流器3の出力電圧が基準値となるように調整する制御信号を出力することにより、出力電圧の制御を行っている。

40

#### 【0017】

ブートストラップ回路51は、基準電圧調整回路50から出力される制御信号に対する昇圧動作と回生充電動作とを界磁巻線4に対して行うことにより、界磁巻線4に流れる界磁電流を増強あるいは減衰する。具体的には、ブートストラップ回路51は、バッテリー6から供給される電力を界磁巻線4に供給するダイオード（第1のダイオード）52と、界

50

磁巻線 4 に発生した逆起電力を回生充電するコンデンサ 5 3 と、界磁巻線 4 に発生した逆起電力をコンデンサ 5 3 に供給するダイオード（第 2 のダイオード）5 4 と、コンデンサ 5 3 による回生充電動作とコンデンサ 5 3 の充電電力を界磁巻線に放電する動作とを切り替えるスイッチング素子としての F E T（電界効果型トランジスタ）5 5、5 6 と、レベルシフト回路 5 7 とを備えている。2 つの F E T 5 5、5 6 は、基準電圧調整回路 5 0 から出力される制御信号がゲートに入力されており、この制御信号に基づいてオンオフされる。但し、一方の F E T 5 5 のゲートと基準電圧調整回路 5 0 との間にはレベルシフト回路 5 7 が挿入されており、基準電圧調整回路 5 0 から出力される制御信号の電圧レベルがバイアスされて F E T 5 5 のゲートに入力される。これにより、ソースの電位が異なる 2 つの F E T 5 5、5 6 を共通の制御信号に基づいて同時にオンオフ制御することが可能となる。

10

#### 【0018】

なお、図 1 に示した車両用交流発電機 1 では 1 組の電機子巻線 2 および整流器 3 が備わっていたが、図 2 に示す車両用交流発電機 1 A のように 2 組の電機子巻線 2 および整流器 3 が備わっている場合であってもよい。

#### 【0019】

本実施形態の車両用交流発電機 1 はこのような構成を有しており、次にその動作を説明する。ブートストラップ回路 5 1 は、基準電圧制御回路 5 0 から出力される制御信号の電圧レベルに応じて 2 つの動作モードの動作を交互に繰り返す。具体的には、制御信号がハイレベルのときに F E T 5 5、5 6 がオンされて「昇圧放電」モードの動作が行われ、反対に、制御信号がローレベルのときに F E T 5 5、5 6 がオフされて「回生充電」モード動作が行われる。この制御信号は、所定周期のオンオフを繰り返す P W M（パルス幅変調）信号であり、基準電圧調整回路 5 0 は、整流器 3 の出力電圧が所定の基準電圧（調整電圧）よりも低いときに制御信号のオンデューティを高く設定し、整流器 3 の出力電圧が所定の基準電圧よりも高いときに制御信号のオンデューティを低く設定する。

20

#### 【0020】

図 3 は、回生充電モードにおける動作の説明図である。図 4 は、昇圧放電モードにおける動作の説明図である。図 5 は、2 つの動作モードにおける各部の状態を示す図である。

#### 【0021】

##### <回生充電モードの動作>

30

制御信号がローレベルのときに F E T 5 5、5 6 はともにオフされる。界磁巻線 4 にはその直前まで、ダイオード 5 2 および F E T 5 6 を介した経路に沿って界磁電流が流れており、F E T 5 6 がオフされると界磁巻線 4 にはその瞬間に大きな逆起電力が発生する。この逆起電力による電流がダイオード 5 4 を介してコンデンサ 5 3 に供給され、コンデンサ 5 3 が回生充電される。このときの電流経路が図 3 では矢印 A で示されている。

#### 【0022】

##### <昇圧放電モードの動作>

次に制御信号がハイレベルに変化して F E T 5 5、5 6 がともにオンされると、コンデンサ 5 3 にそれまで充電された電流が F E T 5 5 を介して放電される（図 4 の矢印 B、C）。この放電電流は、バッテリー 6 から供給される電流（図 4 の矢印 D）とともに界磁巻線 4 に供給される。このため、界磁巻線 4 には、バッテリー電圧 V B とコンデンサ電圧 V C とを加算した高電圧 V B + V C が印加される。

40

#### 【0023】

図 6 は、界磁電流の変化を示す図である。図 7 は、界磁電流の立ち上がり時点（昇圧放電モードの開始時点）の詳細を示す図である。図 8 は、界磁電流の立ち下がり時点（回生充電モードの開始時点）の詳細を示す図である。これらの図において、I f 1 は本実施形態の界磁巻線 4 に流れる界磁電流を、I f 2 は比較のために従来構成（界磁巻線と環流ダイオードが並列接続された構成）における界磁電流をそれぞれ示している。また、V G は F E T 5 5、5 6 のそれぞれのゲートに印加される電圧であって、基準電圧調整回路 5 0 から出力される制御信号の電圧レベルを示している。図 6 および図 7 に示すように、本実

50

施形態の構成では、F E T 5 5、5 6 がオンされると、コンデンサ 5 3 による放電電圧分が上乘せされた高電圧が励磁巻線 4 に印加されるため、急速に界磁電流が立ち上がる。また、F E T 5 5、5 6 がオフされると、界磁電流がコンデンサ 5 3 に流れ込んで充電に用いられるため、急速に界磁電流が減衰する。

#### 【0024】

図 9 は、昇圧放電モード開始直後の界磁巻線 4 の入力電力  $P_f$ 、入力電圧  $V_f$ 、入力電流  $I_f$  の変化の様子を示す図である。F E T 5 5、5 6 がオンされた後にコンデンサ 5 3 に充電された電力（電荷）の放電が始まるため、界磁巻線 4 の入力電圧  $V_f$  は、オン直後が最も高くなり、放電が進むにつれて急速に減少し、所定時間経過後にほぼ一定となる。一方、界磁巻線 4 の入力電流  $I_f$  は、オン直後から徐々に増加し、所定時間経過後にほぼ一定とする。界磁巻線 4 の入力電力  $P_f$  は、入力電圧  $V_f$  と入力電流  $I_f$  とを掛けたものであるから、オン直後に速やかに増加してピークに達し、その後減少したのち、ほぼ一定の値を維持する。なお、このピーク部分に対応する電力は回生充電された分であり、コンデンサ 5 3 の放電電力によるものである。

#### 【0025】

図 10 は、回生充電モード開始直後の界磁巻線 4 の入力電力  $P_f$ 、入力電圧  $V_f$ 、入力電流  $I_f$  の変化の様子を示す図である。F E T 5 5、5 6 がオフされると界磁巻線 4 に逆起電力が発生するため、界磁巻線 4 の入力電圧  $V_f$  は、オフ直後から急激に上昇する。このとき、界磁巻線 4 には大きな電流  $I_f$  が流れ、この電流  $I_f$  は時間とともに徐々に減少する。界磁巻線 4 の入力電力  $P_f$  は、入力電圧  $V_f$  と入力電流  $I_f$  とを掛けたものであるから、オフ直後に速やかに減少してピークに達し、その後増加したのち、ほぼ一定の値を維持する。なお、このピーク部分に対応する電力はコンデンサ 5 3 に回生充電される分である。

#### 【0026】

図 11 は、コンデンサ 5 3 の容量と充電エネルギーおよび放電エネルギーの関係を示す図である。図 11 (A) には F E T 5 5、5 6 をオンした後の充電エネルギーの推移が、図 11 (B) には F E T 5 5、5 6 をオフした後の放電エネルギーの推移がそれぞれ示されている。また、図 11 において、C 1 はコンデンサ 5 3 の静電容量が  $50 \mu F$  の場合を、C 2 はコンデンサ 5 3 の静電容量が  $1000 \mu F$  の場合を示している。充放電の速度はコンデンサ 5 3 の静電容量で決まるのではなく、コンデンサ 5 3 に蓄積された電荷  $Q$  に依存する。

#### 【0027】

このように、本実施形態の車両用交流発電機 1 では、ブートストラップ回路 5 1 を備えることにより、界磁電流を増強して界磁巻線 4 に短時間に大きな界磁電流を流すとともに短時間で界磁電流が減衰させることが可能になり、電氣的時定数を低減することができる。しかも、巻線の追加等が不要であって、複雑な構成の追加や高コスト化、出力低下を抑えることができる。

#### 【0028】

特に、本実施形態では、F E T 5 5、5 6 が閉成された後、界磁巻線 4 に発生する逆起電力をダイオード 5 4 を介して界磁巻線 4 への逆流を防止しつつコンデンサ 5 3 へ回生充電させ、短時間に界磁巻線 4 に流れる界磁電流が減衰させることができる。また、F E T 5 5、5 6 が閉成された界磁巻線 4 への界磁電流供給時には、回生充電されたコンデンサ 5 3 の端子電圧と本来界磁巻線 4 に印加されるバッテリー端子電圧とが加算された高電圧が界磁巻線 4 に印加され、短時間に界磁電流を増強供給することができる。

#### 【0029】

また、スイッチング素子として F E T 5 5、5 6 を用い、制御信号によりオンオフ制御を行うことにより、界磁巻線 4 に接続されたスイッチング素子を制御信号に基づいて単にオンオフする従来構成と同様にこれらの F E T 5 5、5 6 をオンオフ制御すればよい。ため、ブートストラップ回路 5 1 を制御するための複雑な構成が不要となり、構成の簡素化を図ることができる。

## 【0030】

また、ブートストラップ回路51は、界磁巻線4の逆起電力を回生利用して発生した高電圧を界磁巻線4に印加しているため、従来無駄に消費されていた界磁巻線4の環流電流を有効利用することができ、発電効率の向上が可能となるとともに、高電圧発生のための電源が不要となる。

## 【0031】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、発電機能を有する車両用交流発電機1について説明したが、発電機と電動機の機能を有する車両用回転電機についても本発明を適用するようにしてもよい。この場合には、電氣的時定数の低減に伴って、車両用回転電機を電動機として動作させる場合に迅速な駆動力発生を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0032】

【図1】一実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。

【図2】車両用交流発電機の変形例を示す図である。

【図3】回生充電モードにおける動作の説明図である。

【図4】昇圧放電モードにおける動作の説明図である。

【図5】2つの動作モードにおける各部の状態を示す図である。

【図6】界磁電流の変化を示す図である。

【図7】界磁電流の立ち上がり時点（昇圧放電モードの開始時点）の詳細を示す図である。

。【図8】界磁電流の立ち下がり時点（回生充電モードの開始時点）の詳細を示す図である。

【図9】昇圧放電モード開始直後の界磁巻線の入力電力 $P_f$ 、入力電圧 $V_f$ 、入力電流 $I_f$ の変化の様子を示す図である。

【図10】回生充電モード開始直後の界磁巻線4の入力電力 $P_f$ 、入力電圧 $V_f$ 、入力電流 $I_f$ の変化の様子を示す図である。

【図11】コンデンサの容量と充電エネルギーおよび放電エネルギーの関係を示す図である。

## 【符号の説明】

## 【0033】

- 1 車両用交流発電機
- 2 電機子巻線
- 3 整流器
- 4 界磁巻線
- 5 電圧制御装置
- 50 基準電圧調整回路
- 51 ブートストラップ回路
- 52、54 ダイオード
- 53 コンデンサ
- 55、56 FET
- 57 レベルシフト回路

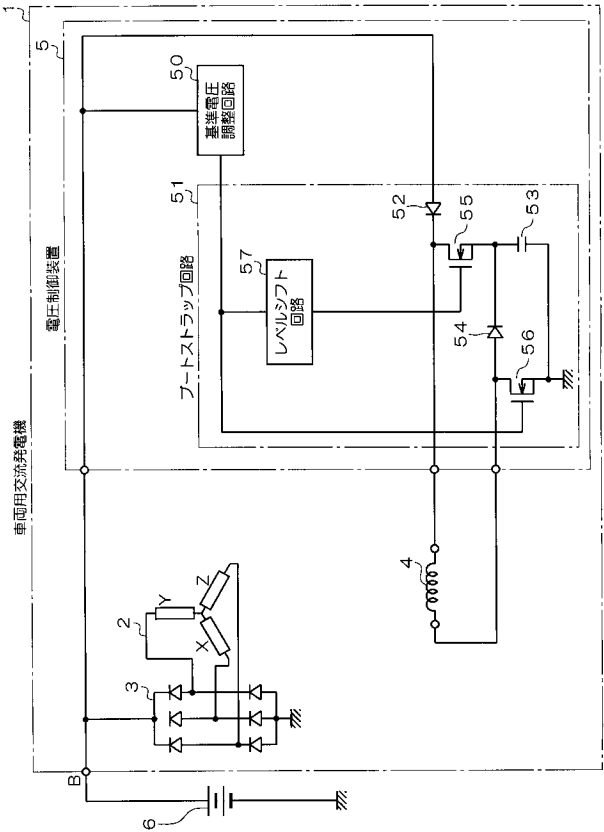
10

20

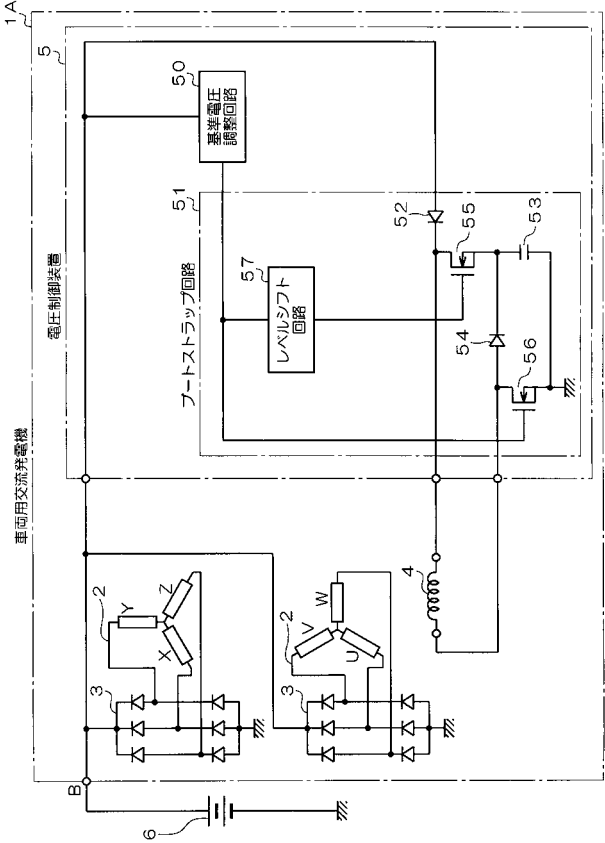
30

40

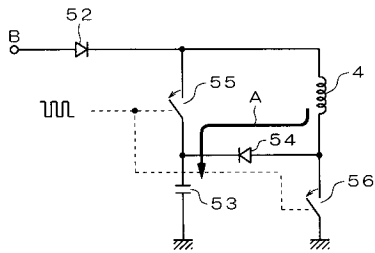
【図 1】



【図 2】



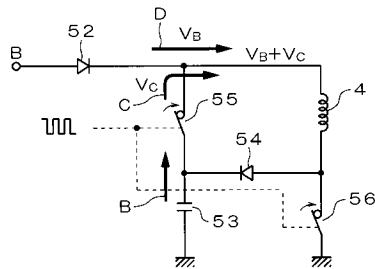
【図 3】



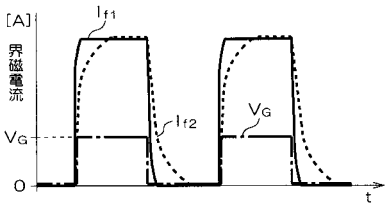
【図 5】

|       | 昇圧放電モード | 回生充電モード  |
|-------|---------|----------|
| FET55 | ON      | OFF      |
| FET56 | ON      | OFF      |
| 界磁巻線  | 昇圧励磁    | 逆起電力慣性電流 |
| コンデンサ | 放電      | 回生充電     |

【図 4】

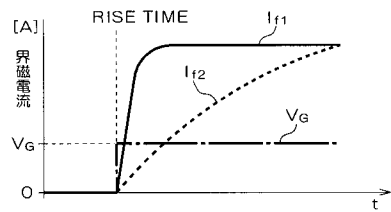


【図 6】

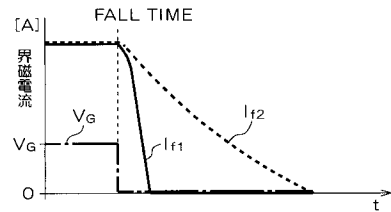




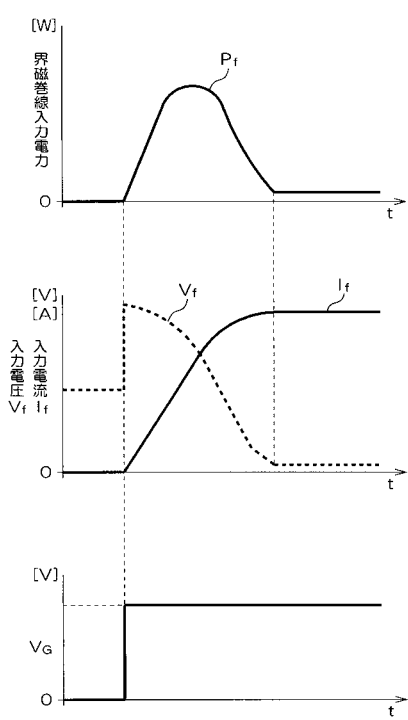
【図 7】



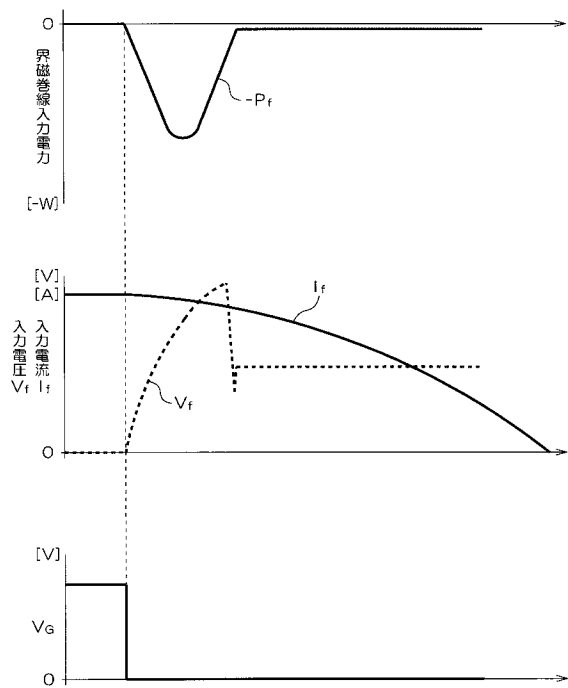
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

