

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4657534号
(P4657534)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.		F I	
FO3D	11/02	(2006.01)	FO3D 11/02
FO3D	7/04	(2006.01)	FO3D 7/04 A
FO3D	9/00	(2006.01)	FO3D 9/00 B
HO2P	3/00	(2006.01)	HO2P 3/00 J
HO2P	9/00	(2006.01)	HO2P 9/00 F

請求項の数 5 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-282314 (P2001-282314)	(73) 特許権者	000165974 古河機械金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
(22) 出願日	平成13年9月17日(2001.9.17)	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(65) 公開番号	特開2003-90281 (P2003-90281A)	(74) 代理人	100075579 弁理士 内藤 嘉昭
(43) 公開日	平成15年3月28日(2003.3.28)	(74) 代理人	100103850 弁理士 田中 秀▲てつ▼
審査請求日	平成20年7月9日(2008.7.9)	(74) 代理人	100106714 弁理士 宮崎 忠之
		(72) 発明者	青木 久直 東京都東久留米市南沢5-19-15
		審査官	大谷 謙仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電機の電気ブレーキ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体スイッチと直列抵抗とを設けたブレーキ回路と、半導体スイッチの作動を制御する制御装置とを備えた風力発電機の電気ブレーキであって、ブレーキ回路の電流を検出して半導体スイッチの制御信号を出力するスイッチ制御用電源を設けたことを特徴とする風力発電機の電気ブレーキ。

【請求項2】

スイッチ制御用電源が、直列抵抗の発生する熱によって電力を出力する熱電素子と、熱電素子の出力を調整して半導体スイッチへ制御信号を送る調整器とを備えたことを特徴とする請求項1記載の風力発電機の電気ブレーキ。

【請求項3】

スイッチ制御用電源が、ブレーキ回路に半導体スイッチと直列に接続された変流器と、変流器の出力を調整して半導体スイッチへ制御信号を送る調整器と整流器とを備えたことを特徴とする請求項1記載の風力発電機の電気ブレーキ。

【請求項4】

スイッチ制御用電源が、直列抵抗の発生する熱によって電力を出力する熱電素子と、熱電素子の出力を調整してブレーキ回路と接続されたスイッチ制御回路のトランジスタを制御し、半導体スイッチへ制御信号を送る調整器とを備えたことを特徴とする請求項1記載の風力発電機の電気ブレーキ。

【請求項5】

10

20

制御装置と半導体スイッチとの間及び調整器と半導体スイッチとの間に、スイッチ制御回路の電流の逆流を阻止するダイオードを設けたことを特徴とする請求項2乃至4の何れかに記載の風力発電機の電気ブレーキ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、風力発電機において、強風時に風車の受けるエネルギーを電気エネルギーとして消費してブレーキをかけ、風車の回転速度を低下させる電気ブレーキに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

風力発電機は、風のエネルギーで回転する風車によって駆動され電力を得る発電機である。風は自然現象であるので、風車が受ける風のエネルギーは大きく変動し、台風時などで風が強すぎる場合には、風車が過回転によって破壊されるおそれがある。しかし、強風に対処するために機械的な強度を上げるとコストが高くなる。このため、風力発電機には、風車の受けるエネルギーを電気エネルギーとして消費してブレーキをかけ、風車の回転速度を低下させる電気ブレーキが設けられている。

【0003】

従来の風力発電機の電気ブレーキは、図4に示すように、半導体スイッチ3と直列抵抗4とを直列接続したブレーキ回路10が、負荷2の接続される交流発電機1の出力回路11の端子間を短絡させるように設けられている。また、このブレーキ回路10の半導体スイッチ3の作動を制御するための制御装置5と、風速、あるいは発電電圧等により風車の回転速度を計測し計測データを制御装置5に送る計測装置6とを備えており、制御装置5と計測装置6の外部電源として、交流発電機1の出力で充電されるバッテリー51と、コンデンサ52が設けられている。

【0004】

交流発電機1の出力回路11には、出力された交流を直流に整流するための整流器21が設けられている。また、この出力回路11にはダイオード22、制御装置5から半導体スイッチ3へ制御信号を送るスイッチ制御回路15にはダイオード23が、電流の逆流防止のために設けられている。

この電気ブレーキでは、制御装置5が計測装置6から送られた計測データに基づいて自動的に判断を行い、風が強まって予め設定されているブレーキ作動条件を越えると、半導体スイッチ3に制御信号を送って半導体スイッチ3をonとする。すると、抵抗値の小さい直列抵抗4に大きい負荷電流が流れて、風車の受けるエネルギーが交流発電機1の内部抵抗と直列抵抗4で熱として消費されるようになり、交流発電機1にブレーキがかかるため、風車の回転速度が低下する。

【0005】

計測装置6が風速計等で風速を検出するものである場合には、計測装置6から送られた計測データに基づいて強風が継続しているか否かが制御装置5によって判断できるので、強風が継続している間は制御装置5からの制御信号によって半導体スイッチ3はonに保持されて、電気ブレーキの作動が継続する。

風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、制御装置5からの制御信号が停止され、半導体スイッチ3がoffとなる。すると直列抵抗4を流れる負荷電流が遮断され、電気ブレーキが解除されて風車と交流発電機1とは通常の運転状態に戻る。

【0006】

計測装置6が発電電圧等により風車の回転速度を計測するものである場合には、風が強まったときにはブレーキ作動条件は計測装置6から送られた計測データに基づいて制御装置5で判断可能であるが、半導体スイッチ3がonになり電気ブレーキが作動して風車の回転速度が低下すると、制御装置5では風が弱まったのか否か判断できなくなる。この場合には、半導体スイッチ3を所定時間だけonに保持した後、半導体スイッチ3をoffとして電

10

20

30

40

50

電気ブレーキを解除し、風車を通常の運転状態に戻している。

【0007】

なお、電気ブレーキには、計測装置6を設けず、必要に応じて手動スイッチなどの他の手段で制御装置5に信号を入力し、この入力信号に基づいて制御装置5が半導体スイッチ3を制御するようにしたものもある。

通常、制御装置5や計測装置6には出力回路11から電力が供給されているが、電気ブレーキの作動時には、外部電源であるバッテリー51が制御装置5や計測装置6に電力を供給するために使用される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

電気ブレーキでは、外部電源であるバッテリー51のケーブル切断、バッテリー51の脱落などでバッテリー51が使用できなくなる状態が生じ得る。この状態では、制御装置5や計測装置6は正常に作動できなくなる。

即ち、この状態で無風から風が吹き始めると、風車が回転して発電が開始され、出力回路11から電力が供給されて、コンデンサ52に微量の電気が蓄電され、制御装置5や計測装置6は作動できるようになる。さらに風速が上がると、風車が過回転となって制御装置5が電気ブレーキを作動させる。電気ブレーキが作動すると交流発電機1は端子がブレーキ回路10で短絡されるので出力回路11の電圧が下がる。制御装置5や計測装置6に電力を供給するコンデンサ52の容量は極めて小さいので、制御装置5から半導体スイッチ3への制御信号の出力は短時間で継続不可能となり、半導体スイッチ3がoffとなって電気ブレーキが解除されてしまうという問題がある。

【0009】

バッテリー51が過放電で使用できないような状態でも、同様な問題が生じ得る。無風から風が吹き始めると、風車が回転して発電が開始され、バッテリー51の充電も始まる。しかし、十分にバッテリー51が回復する前に風速が上がり、風車が過回転となって制御装置5が電気ブレーキを作動させると、交流発電機1は端子が短絡されるので出力回路11の電圧が下がる。従って、制御装置5やバッテリー51には必要な電力が供給されなくなり、制御装置5や計測装置6に電力を供給するコンデンサ52の容量は極めて小さいので、制御装置5から半導体スイッチ3への制御信号の出力は短時間で継続不可能となり、半導体スイッチ3がoffとなって電気ブレーキが解除されてしまう。

【0010】

本発明は、風力発電機の電気ブレーキにおける上記問題を解決するものであって、バッテリーなどの外部電源が使用できず、制御装置が作動しない状態が生じてても、半導体スイッチの作動の保持や解除を適切に行うことのできる風力発電機の電気ブレーキを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、半導体スイッチと直列抵抗とを設けたブレーキ回路と、半導体スイッチの作動を制御する制御装置とを備えた風力発電機の電気ブレーキにおいて、ブレーキ回路の電流を検出して半導体スイッチの制御信号を出力するスイッチ制御用電源を設けることにより上記課題を解決している。

【0012】

この風力発電機の電気ブレーキでは、風が強まって予め設定されているブレーキ作動条件を越えると、制御装置が半導体スイッチに制御信号を送って半導体スイッチをonとする。すると、ブレーキ回路に電流が流れ、スイッチ制御用電源がこの電流を検出して半導体スイッチの制御信号を出力ようになる。

従って、バッテリーなどの外部電源が使用できず、制御装置が作動しない状態が生じてても、強風が継続している間はスイッチ制御用電源からの制御信号によって半導体スイッチ3はonに保持されて、電気ブレーキの作動が継続する。

【0013】

10

20

30

40

50

風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、ブレーキ回路の電流が低下し、スイッチ制御用電源が半導体スイッチをoff とするので電気ブレーキが解除され、風力発電機は通常の運転状態に戻る。

スイッチ制御用電源が直列抵抗の発生する熱によって電力を出力する熱電素子と、熱電素子の出力を調整して半導体スイッチへ制御信号を送る調整器とを備えたものである場合には、熱電素子の出力電圧は直列抵抗の発生する熱に比例する。直列抵抗の発生する熱はブレーキ回路を流れる電流に比例し、ブレーキ回路の電流は風速に比例するので、熱電素子の出力電圧は風速に比例する。

【0014】

従って、この熱電素子の出力電圧を調整器で調整しブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチをon、off する制御信号として半導体スイッチへ送ることにより、強風状態では半導体スイッチを保持し、風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、半導体スイッチをoff として電気ブレーキが自動的に解除されるよう制御することができる。

10

【0015】

スイッチ制御用電源がブレーキ回路に半導体スイッチと直列に接続された変流器と、変流器の出力を調整して半導体スイッチへ制御信号を送る調整器と整流器とを備えたものである場合には、変流器の出力はブレーキ回路を流れる電流に比例する交流となる。ブレーキ回路の電流は風速に比例するので、変流器の出力は風速に比例する。

【0016】

従って、この変流器の出力を調整器で調整し整流器で整流しブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチをon、off する制御信号として半導体スイッチへ送ることにより、強風状態では半導体スイッチを保持し、風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、半導体スイッチをoff として電気ブレーキが自動的に解除されるよう制御することができる。

20

【0017】

スイッチ制御用電源が、直列抵抗の発生する熱によって電力を出力する熱電素子と、熱電素子の出力を調整してブレーキ回路と接続されたスイッチ制御回路のトランジスタを制御し半導体スイッチへ制御信号を送る調整器とを備えたものである場合には、熱電素子の出力電圧は直列抵抗の発生する熱に比例するので、風速に比例する。調整器ではこの熱電素子の出力電圧を調整してスイッチ制御回路のトランジスタを制御し、スイッチ制御回路の出力をブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチをon、off する制御信号として半導体スイッチへ送ることにより、強風状態では半導体スイッチを保持し、風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、半導体スイッチをoff として電気ブレーキが自動的に解除されるよう制御することができる。

30

【0018】

なお、制御装置と半導体スイッチとの間及び調整器と半導体スイッチとの間にダイオードを設けることにより、スイッチ制御回路の電流の逆流を阻止することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の一形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。この電気ブレーキでは、半導体スイッチ3と直列抵抗4とを直列接続したブレーキ回路10が、負荷2の接続される交流発電機1の出力回路11の端子間を短絡させるように設けられている。また、ブレーキ回路10の半導体スイッチ3の作動を制御するための制御装置5と、風速、あるいは発電電圧等により風車の回転速度を計測し計測データを制御装置5に送る計測装置6とを備えており、制御装置5と計測装置6の外部電源として、交流発電機1の出力で充電されるバッテリー51と、コンデンサ52が設けられている。

40

【0020】

交流発電機1の出力回路11には、出力された交流を直流に整流するための整流器21と、電流の逆流防止のためのダイオード22が設けられている。

さらに、この電気ブレーキには、スイッチ制御用電源として、ブレーキ回路10の直列抵

50

抗 4 に密着しその発生する熱によって電力を出力する熱電素子 7 と、熱電素子 7 の出力を分圧抵抗 8 1、8 2 で調整して半導体スイッチ 3 へ制御信号を送る調整器 8 とが設けられている。

【 0 0 2 1 】

制御装置 5 から半導体スイッチ 3 へ制御信号を送るスイッチ制御回路 1 5 と、調整器 8 から半導体スイッチ 3 へ制御信号を送るスイッチ制御回路 1 6 とは、直接に接続すると一方の回路から他方の回路へ電流の逆流を生じて誤動作するおそれがあるため、スイッチ制御回路 1 5 とスイッチ制御回路 1 6 には逆流防止のためにダイオード 2 3 とダイオードと 2 4 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

この電気ブレーキでは、外部電源であるバッテリー 5 1 のケーブル切断、バッテリー 5 1 の脱落などでバッテリー 5 1 が使用できなくなる状態が生じ得る。この状態では、制御装置 5 や計測装置 6 は正常に作動できなくなる。

この状態で無風から風が吹き始めると、風車が回転して発電が開始され、出力回路 1 1 から電力が供給されて、コンデンサ 5 2 に微量の電気が蓄電され、制御装置 5 や計測装置 6 は作動できるようになる。

【 0 0 2 3 】

制御装置 5 は、計測装置 6 から送られた計測データに基づいて自動的に判断を行い、風が強まって予め設定されているブレーキ作動条件を越えると半導体スイッチ 3 に制御信号を送って半導体スイッチ 3 を on とする。すると、ブレーキ回路 1 0 に電流が流れ、風車の受けるエネルギーが交流発電機 1 の内部抵抗と直列抵抗 4 で熱として消費されるようになり、交流発電機 1 にブレーキがかかる。

【 0 0 2 4 】

直列抵抗 4 に熱が発生すると、熱電素子 7 には電力が発生する。熱電素子 7 の出力電圧は直列抵抗 4 の発生する熱に比例する。直列抵抗の発生する熱はブレーキ回路 1 0 を流れる電流に比例し、ブレーキ回路 1 0 の電流は風速に比例するので、熱電素子 7 の出力電圧は風速に比例する。

調整器 8 は分圧抵抗 8 1、8 2 によって熱電素子 7 の出力電圧をブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチ 3 を on、off できる適切な電圧に分圧するよう予め設定されており、熱電素子 7 の出力電圧は調整器 8 で調整され制御信号として半導体スイッチ 3 に送られる。

【 0 0 2 5 】

従って、強風状態では半導体スイッチ 3 は on 状態で保持され、電気ブレーキは作動を継続する。

風が弱まると、ブレーキ回路 1 0 の電流は風速に比例して減少し、直列抵抗の発生する熱が減少して熱電素子 7 の出力電圧が低下し、調整器 8 で調整された制御信号の電圧も低下する。風速がブレーキ作動条件より低下すると、半導体スイッチ 3 が off となり電気ブレーキが自動的に解除される。

【 0 0 2 6 】

上述の通り、この風力発電機の電気ブレーキは、バッテリー 5 1 などの外部電源が使用できず、制御装置 5 が作動しない状態が生じても、半導体スイッチ 3 の作動の保持や解除を適切に行うことができる。

図 2 は本発明の他の実施の形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。

【 0 0 2 7 】

この電気ブレーキでは、スイッチ制御用電源として、ブレーキ回路 1 0 に半導体スイッチ 3 と直列に接続された変流器 9 と、変流器 9 の出力を調整して半導体スイッチ 3 へ制御信号を送る調整器 8 と整流器 2 5 とが設けられており、スイッチ制御回路 1 6 にはコンデンサ 7 1 が接続されている。その他の構成は図 1 の電気ブレーキと同様である。

【 0 0 2 8 】

この電気ブレーキでも、外部電源であるバッテリー 5 1 のケーブル切断、バッテリー 5 1

10

20

30

40

50

の脱落などでバッテリー 5 1 が使用できなくなる状態が生じ得る。この状態では、制御装置 5 や計測装置 6 は正常に作動できなくなる。

この状態で無風から風が吹き始めると、風車が回転して発電が開始され、出力回路 1 1 から電力が供給されて、コンデンサ 5 2 に微量の電気が蓄電され、制御装置 5 や計測装置 6 は作動できるようになる。

【 0 0 2 9 】

制御装置 5 は、計測装置 6 から送られた計測データに基づいて自動的に判断を行い、風が強まって予め設定されているブレーキ作動条件を越えると半導体スイッチ 3 に制御信号を送って半導体スイッチ 3 を on とする。すると、ブレーキ回路 1 0 に電流が流れ、風車の受けるエネルギーが交流発電機 1 の内部抵抗と直列抵抗 4 で熱として消費されるようになり、交流発電機 1 にブレーキがかかる。

10

【 0 0 3 0 】

ブレーキ回路 1 0 に電流が流れると、変流器 9 には交流電力が発生する。変流器 9 の出力はブレーキ回路 1 0 を流れる電流に比例し、ブレーキ回路 1 0 の電流は風速に比例するので、変流器 9 の出力は風速に比例する。

この変流器 9 の出力を調整器 8 で調整し整流器で整流しブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチを on、off する制御信号として半導体スイッチへ送ることにより、強風状態では半導体スイッチを保持し、風が弱まってブレーキ作動条件より風速が低下すると、半導体スイッチを off として電気ブレーキが自動的に解除されるよう制御することができる。

20

【 0 0 3 1 】

調整器 8 は分圧抵抗 8 1、8 2 によって変流器 9 の出力電圧をブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチ 3 を on、off できる適切な電圧に分圧するよう予め設定されており、変流器 9 の出力電圧は調整器 8 で調整され、整流器 2 5 とコンデンサ 7 1 とによって直流の制御信号として半導体スイッチ 3 に送られる。

従って、強風状態では半導体スイッチ 3 は on 状態で保持され、電気ブレーキは作動を継続する。

【 0 0 3 2 】

風が弱まると、ブレーキ回路 1 0 の電流は風速に比例して減少し、変流器 9 の出力電圧が低下し、調整器 8 で調整された制御信号の電圧も低下する。風速がブレーキ作動条件より低下すると、半導体スイッチ 3 が off となり電気ブレーキが自動的に解除される。

30

従って、電気ブレーキは、バッテリー 5 1 などの外部電源が使用できず、制御装置 5 が作動しない状態が生じてても、半導体スイッチ 3 の作動の保持や解除を適切に行うことができる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は本発明のさらに他の実施の形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。この電気ブレーキでは、スイッチ制御用電源として、ブレーキ回路 1 0 の直列抵抗 4 に密着しその発生する熱によって電力を出力する熱電素子 7 と、熱電素子 7 の出力を分圧抵抗 8 1、8 2 で分圧調整してブレーキ回路 1 0 と接続されたスイッチ制御回路 1 6 のトランジスタ 8 3 に送り、トランジスタ 8 3 を制御して半導体スイッチ 3 へ制御信号を送る調整器 8 とを備えている。その他の構成は図 1 の電気ブレーキと同様である。

40

【 0 0 3 4 】

この電気ブレーキでも、外部電源であるバッテリー 5 1 のケーブル切断、バッテリー 5 1 の脱落などでバッテリー 5 1 が使用できなくなる状態が生じ得る。この状態では、制御装置 5 や計測装置 6 は正常に作動できなくなる。

この状態で無風から風が吹き始めると、風車が回転して発電が開始され、出力回路 1 1 から電力が供給されて、コンデンサ 5 2 に微量の電気が蓄電され、制御装置 5 や計測装置 6 は作動できるようになる。

【 0 0 3 5 】

制御装置 5 は、計測装置 6 から送られた計測データに基づいて自動的に判断を行い、風が強まって予め設定されているブレーキ作動条件を越えると半導体スイッチ 3 に制御信号を

50

送って半導体スイッチ 3 を on とする。すると、ブレーキ回路 10 に電流が流れ、風車の受けるエネルギーが交流発電機 1 の内部抵抗と直列抵抗 4 で熱として消費されるようになり、交流発電機 1 にブレーキがかかる。

【0036】

直列抵抗 4 に熱が発生すると、熱電素子 7 には電力が発生する。熱電素子 7 の出力電圧は風速に比例する。

調整器 8 は分圧抵抗 8 1、8 2 によって熱電素子 7 の出力電圧を分圧し、トランジスタ 8 3 を制御して、ブレーキ作動条件に合わせて半導体スイッチ 3 を on、off できる適切な電圧の制御信号が出力されるよう予め設定されており、スイッチ制御回路 16 の出力電圧が調整器 8 で熱電素子 7 の電圧に基づいて調整され制御信号として半導体スイッチ 3 に送られる。

10

【0037】

従って、強風状態では半導体スイッチ 3 は on 状態で保持され、電気ブレーキは作動を継続する。

風が弱まると、ブレーキ回路 10 の電流は風速に比例して減少し、直列抵抗の発生する熱が減少して熱電素子 7 の出力電圧が低下し、調整器 8 で調整された制御信号の電圧も低下する。風速がブレーキ作動条件より低下すると、半導体スイッチ 3 が off となり電気ブレーキが自動的に解除される。

【0038】

従って、電気ブレーキは、バッテリー 5 1 などの外部電源が使用できず、制御装置 5 が作動しない状態が生じても、半導体スイッチ 3 の作動の保持や解除を適切に行うことができる。

20

【0039】

【発明の効果】

本発明の風力発電機の電気ブレーキは、バッテリーなどの外部電源が使用できず、制御装置が作動しない状態が生じても、半導体スイッチの作動の保持や解除を適切に行うことができる。

従って、バッテリーなどの外部電源の消費を低減でき、外部電源の脱落、断線、あるいは容量低下などの使用不可能な状態が生じても、風力発電機の運転に支障を来さない。

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】本発明の実施の一形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。

【図 2】本発明の他の実施の形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。

【図 3】本発明のさらに他の実施の形態を示す風力発電機の電気ブレーキの構成図である。

。

【図 4】従来の風力発電機の電気ブレーキの構成図である。

【符号の説明】

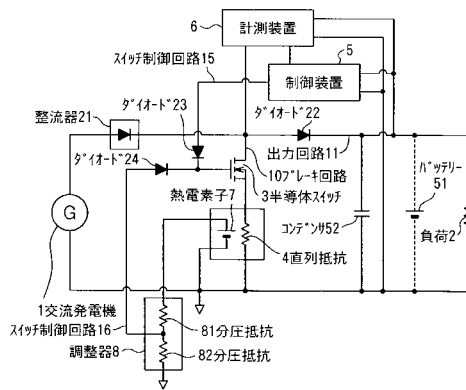
- 1 交流発電機
- 2 負荷
- 3 半導体スイッチ
- 4 直列抵抗
- 5 制御装置
- 6 計測装置
- 7 熱電素子
- 8 調整器
- 9 変流器
- 10 ブレーキ回路
- 11 出力回路
- 15 スイッチ制御回路
- 16 スイッチ制御回路
- 17 制御盤

40

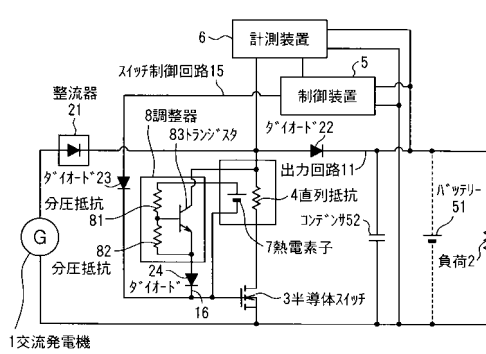
50

- 2 1 整流器
- 2 2、2 3、2 4 ダイオード
- 5 1 バッテリー
- 5 2 コンデンサ
- 7 1 コンデンサ
- 8 1、8 2 分圧抵抗

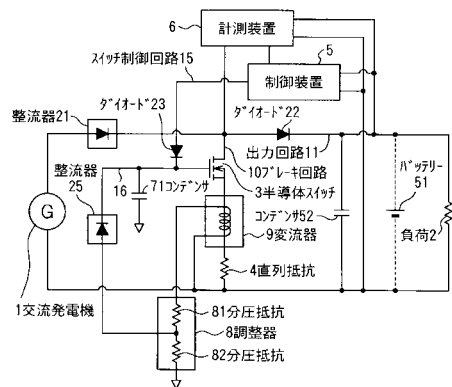
【図1】



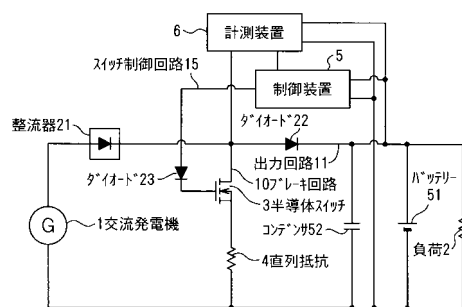
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 P 9/08 (2006.01) H 0 2 P 9/08 Z

(56)参考文献 特開昭49-020607(JP,A)
実開昭63-004378(JP,U)
特開2002-315395(JP,A)
特開2000-179446(JP,A)
特開2001-268994(JP,A)
特開2002-339856(JP,A)
実開平04-093499(JP,U)
特開昭58-095998(JP,A)
実開昭62-14991(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03D 11/02
F03D 7/04
F03D 9/00
H02P 3/00
H02P 9/00
H02P 9/08