

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6610446号
(P6610446)

(45) 発行日 令和1年11月27日 (2019.11.27)

(24) 登録日 令和1年11月8日 (2019.11.8)

(51) Int.Cl.		F I	
H02H	7/20	(2006.01)	H02H 7/20 D
H02H	5/04	(2006.01)	H02H 5/04 110
H02H	3/087	(2006.01)	H02H 5/04 120
			H02H 3/087

請求項の数 3 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-122816 (P2016-122816)	(73) 特許権者	395011665
(22) 出願日	平成28年6月21日 (2016.6.21)		株式会社オートネットワーク技術研究所
(65) 公開番号	特開2017-229138 (P2017-229138A)		三重県四日市市西末広町1番14号
(43) 公開日	平成29年12月28日 (2017.12.28)	(73) 特許権者	000183406
審査請求日	平成30年9月25日 (2018.9.25)		住友電装株式会社
			三重県四日市市西末広町1番14号
		(73) 特許権者	000002130
			住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100114557
			弁理士 河野 英仁
		(74) 代理人	100078868
			弁理士 河野 登夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 給電制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体スイッチを介した給電を制御する給電制御装置において、
 該半導体スイッチの電流入力端に一端が接続される抵抗と、
 該抵抗の他端に接続され、電流値が前記半導体スイッチの周囲温度に応じて、該半導体
 スwitchのオン抵抗値の変動方向と同じ方向に変動する電流を、前記抵抗を介して引き込
 む電流回路と、

前記半導体スイッチの電流出力端の電圧値が、前記抵抗の他端の電圧値未満である場合
 に前記半導体スイッチをオフに切替える切替え部と

を備え、

前記電流回路は、

前記抵抗の他端に接続される第1端、一定の電圧が印加される第2端、及び、第3端を
 有し、前記第2端及び第3端間の電圧値が所定値となるように前記第1端及び第3端間の
 抵抗値が調整されるトランジスタと、

該トランジスタの前記第3端に一端が接続され、抵抗値が前記周囲温度に応じて前記変
 動方向の反対方向に変動する抵抗器と

を有すること

を特徴とする給電制御装置。

【請求項2】

前記電流値は、前記周囲温度が一定である場合、前記半導体スイッチの前記電流入力端

の電圧値に無関係に略一定であること

を特徴とする請求項 1 に記載の給電制御装置。

【請求項 3】

前記抵抗器は、

一端が前記トランジスタの第 3 端に接続される第 2 の抵抗と、

該第 2 の抵抗に並列に接続される第 3 の抵抗及びサーミスタの直列回路と

を有し、

該サーミスタの抵抗値は、前記周囲温度に応じて前記反対方向に変動すること

を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の給電制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体スイッチを介した給電を制御する給電制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両には、バッテリーから負荷への給電を制御する給電制御装置（例えば、特許文献 1 を参照）が搭載されている。特許文献 1 に記載の給電制御装置では、半導体スイッチとして機能する FET (Field Effect Transistor) がバッテリーから負荷への給電経路に設けられており、FET をオン又はオフに切替えることによって、FET を介した給電を制御する。

20

【0003】

特許文献 1 に記載の給電制御装置では、FET のドレイン及びソース間の電圧値に比例する電流値を検出し、検出した電流値に基づいて、FET のドレイン及びソース間を流れる電流の電流値を算出する。FET のオン抵抗値は、FET の周囲温度に応じて変動する。従って、たとえ FET のドレイン及びソース間を流れる電流の電流値が一定である場合であっても、FET の周囲温度が変動したとき、FET のドレイン及びソース間の電圧値、即ち、検出される電流値は変動する。

【0004】

このため、特許文献 1 に記載の給電制御装置では、検出した電流値と、FET の周囲温度とに基づいて、FET のドレイン及びソース間を流れる電流の電流値を算出する。結果、算出される電流値は FET の周囲温度に応じて殆ど変動することはない。算出した電流値が閾値を超えた場合、FET をオフに切替え、バッテリーから負荷への給電経路に過電流が流れることを防止する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 85470 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

しかしながら、特許文献 1 に記載の給電制御装置は、電流値を算出する必要があるため、高価な CPU (Central Processing Unit) を備える必要がある。このため、特許文献 1 に記載の給電制御装置には製造費用が嵩むという問題がある。更に、CPU が行う電流値の算出に時間がかかるため、FET を介して流れる電流の電流値が閾値を超えた場合に即時に FET をオフに切替えることができないという問題がある。

【0007】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値が閾値以上となった場合に即時に半導体スイッチをオフに切替えることができる安価な給電制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 8 】

本発明に係る給電制御装置は、半導体スイッチを介した給電を制御する給電制御装置において、該半導体スイッチの電流入力端に一端が接続される抵抗と、該抵抗の他端に接続され、電流値が前記半導体スイッチの周囲温度に応じて、該半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向と同じ方向に変動する電流を、前記抵抗を介して引き込む電流回路と、前記半導体スイッチの電流出力端の電圧値が、前記抵抗の他端の電圧値未満である場合に前記半導体スイッチをオフに切替える切替え部とを備え、前記電流回路は、前記抵抗の他端に接続される第1端、一定の電圧が印加される第2端、及び、第3端を有し、前記第2端及び第3端間の電圧値が所定値となるように前記第1端及び第3端間の抵抗値が調整されるトランジスタと、該トランジスタの前記第3端に一端が接続され、抵抗値が前記周囲温度に応じて前記変動方向の反対方向に変動する抵抗器とを有することを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

本発明にあつては、例えば、半導体スイッチの電流入力端にバッテリーの正極が接続される。電流回路は、半導体スイッチの電流入力端から、抵抗を介して電流を引き込む。これにより、抵抗では電圧降下が生じ、電圧降下の幅は、 $(\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値})$ で表される。ここで、「 \cdot 」は積を表す。抵抗の他端の電圧値は、 $(\text{バッテリーの出力電圧値}) - (\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値})$ で表される。また、半導体スイッチの出力端の電圧値は、 $(\text{バッテリーの出力電圧値}) - (\text{半導体スイッチの両端間の電圧値})$ で表される。

20

【 0 0 1 0 】

半導体スイッチの出力端の電圧値が抵抗の他端の電圧値未満であるか否かは、半導体スイッチの両端間の電圧値が、 $(\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値})$ を超えているか否かに相当する。半導体スイッチがオンである場合、半導体スイッチの両端間の電圧値は、 $(\text{半導体スイッチのオン抵抗値}) \cdot (\text{半導体スイッチを介して流れる電流の電流値})$ で表される。従つて、半導体スイッチがオンである場合においては、半導体スイッチの両端間の電圧値が、 $(\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値})$ を超えているか否かは、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値が、 $(\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値}) / (\text{半導体スイッチのオン抵抗値})$ を超えているか否かに相当する。

30

【 0 0 1 1 】

半導体スイッチの周囲温度が変動した場合、電流回路が引き込む電流の電流値は、半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向と同じ方向に変動する。このため、 $(\text{抵抗の抵抗値}) \cdot (\text{電流回路が引き込む電流の電流値}) / (\text{半導体スイッチのオン抵抗値})$ で表される閾値は、半導体スイッチの周囲温度に無関係に略一定である。また、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値の算出が不要であるため、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値が閾値を超えた場合に即時に半導体スイッチをオフに切替えることが可能であり、装置の製造費用が安価である。

40

電流回路は、例えば、NPN型のバイポーラトランジスタを有する。この場合、バイポーラトランジスタのコレクタは抵抗の他端に接続され、バイポーラトランジスタのエミッタは抵抗器の一端に接続される。バイポーラトランジスタは、ベース及びエミッタ間の電圧値が所定値となるように、コレクタ及びエミッタ間の抵抗値を調整する。バイポーラトランジスタのベースには一定の電圧が印加される。このため、バイポーラトランジスタは、ベースの電圧値が特定の電圧値となるように、抵抗器を流れる電流の電流値、即ち、抵抗を流れる電流の電流値を調整する。従つて、抵抗を流れる電流の電流値は、抵抗器の抵抗値が上昇した場合に上昇し、抵抗器の抵抗値が低下した場合に低下する。

抵抗器の抵抗値は、半導体スイッチの周囲温度に応じて、半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向の反対方向に変動する。このため、抵抗を流れる電流の電流値は、半導体スイッチの周囲温度に応じて、半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向と同じ方向に変動する。

【 0 0 1 2 】

50

本発明に係る給電制御装置は、前記電流値は、前記周囲温度が一定である場合、前記半導体スイッチの前記電流入力端の電圧値に無関係に略一定であることを特徴とする。

【0013】

本発明にあつては、半導体スイッチの電流入力端の電圧値、例えば、電流入力端に正極が接続されているバッテリーの出力電圧値が変動した場合であっても、電流回路が引き込む電流の電流値は殆ど変動しない。このため、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値の閾値は、半導体スイッチの電流入力端の電圧値に応じて殆ど変動しない。

【0017】

本発明に係る給電制御装置は、前記抵抗器は、一端が前記トランジスタの第3端に接続される第2の抵抗と、該第2の抵抗に並列に接続される第3の抵抗及びサーミスタの直列回路とを有し、該サーミスタの抵抗値は、前記周囲温度に応じて前記反対方向に変動することを特徴とする。

10

【0018】

本発明にあつては、抵抗器では、第2の抵抗に、第3の抵抗及びサーミスタの直列回路が並列に接続される。従つて、抵抗器の抵抗値は、サーミスタの抵抗値が大きい程大きい。サーミスタの抵抗値は、半導体スイッチの周囲温度に応じて、半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向の反対方向に変動する。このため、抵抗器の抵抗値は、半導体スイッチの周囲温度に応じて、半導体スイッチのオン抵抗値の変動方向の反対方向に変動する。サーミスタの抵抗値が無大である場合、抵抗器の抵抗値は、第2の抵抗の抵抗値であり、最も大きい。サーミスタの抵抗値が略ゼロである場合、抵抗器の抵抗値は、第2の抵抗に第3の抵抗が並列に接続された回路の抵抗値であり、最も小さい。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、半導体スイッチを介して流れる電流の電流値が閾値以上となった場合に即時に半導体スイッチをオフに切替えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施の形態1における電源システムの回路図である。

【図2】給電制御装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図3】電流回路の回路図である。

30

【図4】電流回路が引き込む電流の電流値の温度依存性の説明図である。

【図5】閾値の温度依存性の説明図である。

【図6】実施の形態2における電流回路の回路図である。

【図7】実施の形態3における電流回路の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1における電源システム1の回路図である。電源システム1は、好適に車両に搭載されており、給電制御装置10、バッテリー11及び負荷12を備える。給電制御装置10は、バッテリー11の正極と、負荷12の一端とに各別に接続されている。バッテリー11の負極と、負荷12の他端とは接地されている。

40

【0022】

負荷12は車両に搭載された電気機器である。給電制御装置10を介してバッテリー11から負荷12に給電される。バッテリー11から負荷12に給電されている場合、負荷12は作動する。バッテリー11から負荷12への給電が停止した場合、負荷12は動作を停止する。給電制御装置10には、ハイレベル電圧及びローレベル電圧によって構成される制御信号が入力される。給電制御装置10は、入力された制御信号に基づいてバッテリー11から負荷12への給電を制御する。

【0023】

50

バッテリー 11 の出力電圧値 V_s は変動する。バッテリー 11 の正極には、給電制御装置 10 の他に、例えば、車両のエンジンを始動するためのモータ、即ち、スタータが接続される。この場合、バッテリー 11 は、負荷 12 だけではなく、スタータにも電力を供給する。

【0024】

バッテリー 11 は、図示しない内部抵抗を介して電圧を出力する。更に、スタータが作動している間、バッテリー 11 からスタータに流れる電流の電流値は、バッテリー 11 から負荷 12 に流れる電流の電流値よりも十分に大きい。このため、スタータが作動した場合、バッテリー 11 の内部抵抗で大きな電圧降下が生じ、バッテリー 11 の出力電圧値 V_s は低下する。スタータが動作を停止した場合、バッテリー 11 の内部抵抗で生じる電圧降下の幅が低下し、バッテリー 11 の出力電圧値 V_s は、スタータが作動する前の電圧値に戻る。このように、例えばスタータの動作に応じて、バッテリー 11 の出力電圧値 V_s は変動する。

10

【0025】

給電制御装置 10 は、半導体スイッチ 20、電流回路 21、コンパレータ 22、OR 回路 23、反転器 24、遅延回路 25、AND 回路 26、駆動回路 27、ダイオード D1 及び抵抗 R_c を有する。半導体スイッチ 20 は N チャネル型の FET である。

【0026】

コンパレータ 22 は、プラス端子、マイナス端子及び出力端子を有する。OR 回路 23 及び AND 回路 26 夫々は、2 つの入力端と、1 つの出力端とを有する。反転器 24、遅延回路 25 及び駆動回路 27 夫々は 1 つの入力端と、1 つの出力端とを有する。

【0027】

20

半導体スイッチ 20 のドレインはバッテリー 11 の正極に接続され、半導体スイッチ 20 のソースは負荷 12 の一端に接続されている。半導体スイッチ 20 のドレインは、更に、抵抗 R_c の一端に接続されている。抵抗 R_c の他端は、コンパレータ 22 のマイナス端子と、ダイオード D1 のアノードとに接続されている。ダイオード D1 のカソードは電流回路 21 に接続されている。従って、電流回路 21 はダイオード D1 を介して抵抗 R_c の他端に接続されている。電流回路 21 は更に接地されている。

【0028】

半導体スイッチ 20 のソースは、更に、コンパレータ 22 のプラス端子に接続されている。コンパレータ 22 の出力端子は OR 回路 23 の一方の入力端に接続されている。OR 回路 23 の他方の入力端は、反転器 24 の出力端に接続されている。反転器 24 の入力端は遅延回路 25 の出力端に接続されている。遅延回路 25 の入力端には制御信号が入力されている。OR 回路 23 の出力端は AND 回路 26 の一方の入力端に接続されている。AND 回路 26 の他方の入力端には制御信号が入力されている。AND 回路 26 の出力端は駆動回路 27 の入力端に接続されている。駆動回路 27 の出力端は半導体スイッチ 20 のゲートに接続されている。

30

【0029】

接地電位を基準とした半導体スイッチ 20 のゲートの電圧値は、駆動回路 27 によって調整される。半導体スイッチ 20 において、ゲートの電圧値が一定の電圧値以上である場合、ドレイン及びソース間に電流が流れることが可能である。このとき、半導体スイッチ 20 はオンである。また、半導体スイッチ 20 において、ゲートの電圧値が一定の電圧値未満である場合、ドレイン及びソース間に電流が流れることはない。このとき、半導体スイッチ 20 はオフである。

40

駆動回路 27 は、半導体スイッチ 20 のゲートの電圧値を調整することによって、半導体スイッチ 20 をオン又はオフに切替える。

【0030】

電流回路 21 には一定の電圧が印加されている。電流回路 21 に印加される電圧の電圧値 V_{cc} は、一定であり、例えば 5 V である。バッテリー 11 の出力電圧値 V_s の最小値は、電圧値 V_{cc} よりも高く、例えば 8 ~ 14 V の範囲内で変動する。給電制御装置 10 は、例えば、図示しないレギュレータを更に備える。この場合、レギュレータは、バッテリー 11 が出力した電圧から一定の電圧を生成し、生成した電圧を電流回路 21 に印加する。

50

【 0 0 3 1 】

電流回路 2 1 は、半導体スイッチ 2 0 のドレインから、抵抗 R_c 及びダイオード D_1 を介して電流を引き込む。例えば、電流回路 2 1 が、導体である車両ボディに接続することによって接地されている場合、電流回路 2 1 が引込んだ電流は、車両のボディに向かって流れる。電流回路 2 1 が引き込む電流の電流値 I_c は、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度が大きい程大きい。また、電流値 I_c は、半導体スイッチ 2 0 のドレインの電圧値、即ち、バッテリー 1 1 の出力電圧値 V_s が変動した場合であっても変動しないか又は殆ど変動しない。電流値 I_c は、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度が一定である場合、半導体スイッチ 2 0 のドレインの電圧値に無関係に一定であるか又は略一定である。

【 0 0 3 2 】

コンパレータ 2 2 は、接地電位を基準としたプラス端子の電圧値が、接地電位を基準としたマイナス端子の電圧値以上である場合に、出力端子から OR 回路 2 3 の一方の入力端にハイレベル電圧を出力する。また、コンパレータ 2 2 は、接地電位を基準としたプラス端子の電圧値が、接地電位を基準としたマイナス端子の電圧値未満である場合に、出力端子から OR 回路 2 3 の一方の入力端にローレベル電圧を出力する。

【 0 0 3 3 】

遅延回路 2 5 は、制御信号がローレベル電圧を示す場合、又は、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった時点から、制御信号がハイレベル電圧を示している時間が所定時間未満である場合、出力端からローレベル電圧を反転器 2 4 の入力端に出力する。遅延回路 2 5 は、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった時点から、制御信号がハイレベル電圧を示している時間が所定時間以上である場合、出力端からハイレベル電圧を反転器 2 4 の入力端に出力する。

【 0 0 3 4 】

反転器 2 4 は、遅延回路 2 5 がハイレベル電圧を出力している場合、出力端から、ローレベル電圧を OR 回路 2 3 の他方の入力端に出力する。反転器 2 4 は、遅延回路 2 5 がローレベル電圧を出力している場合、出力端から、ハイレベル電圧を OR 回路 2 3 の他方の入力端に出力する。

【 0 0 3 5 】

OR 回路 2 3 は、コンパレータ 2 2 又は反転器 2 4 がハイレベル電圧を出力している場合、出力端から AND 回路 2 6 の一方の入力端にハイレベル電圧を出力する。OR 回路 2 3 は、コンパレータ 2 2 及び反転器 2 4 の両方がローレベル電圧を出力している場合、出力端から AND 回路 2 6 の一方の入力端にローレベル電圧を出力する。

【 0 0 3 6 】

AND 回路 2 6 は、制御信号がハイレベル電圧を示し、かつ、OR 回路 2 3 がハイレベル電圧を出力している場合、出力端から駆動回路 2 7 の入力端にハイレベル電圧を出力する。AND 回路 2 6 は、制御信号がローレベル電圧を示すか、又は、OR 回路 2 3 がローレベル電圧を出力している場合、出力端から駆動回路 2 7 の入力端にローレベル電圧を出力する。

【 0 0 3 7 】

駆動回路 2 7 は、AND 回路 2 6 がハイレベル電圧を出力した場合、半導体スイッチ 2 0 のゲートの電圧値を上昇させ、半導体スイッチ 2 0 をオンに切替える。駆動回路 2 7 は、AND 回路 2 6 がローレベル電圧を出力した場合、半導体スイッチ 2 0 のゲートの電圧値を低下させ、半導体スイッチ 2 0 をオフに切替える。

【 0 0 3 8 】

半導体スイッチ 2 0 がオンである場合、半導体スイッチ 2 0 を介してバッテリー 1 1 から負荷 1 2 へ給電され、負荷 1 2 は作動する。半導体スイッチ 2 0 がオフである場合、半導体スイッチ 2 0 を介したバッテリー 1 1 から負荷 1 2 への給電が停止され、負荷 1 2 は動作を停止する。給電制御装置 1 0 では、駆動回路 2 7 が半導体スイッチ 2 0 をオン又はオフに切替えることによって、半導体スイッチ 2 0 を介した給電が制御される。半導体スイッチ 2 0 がオンである場合、電流はバッテリー 1 1 の正極から半導体スイッチ 2 0 のドレイン

10

20

30

40

50

及びソースの順に流れる。従って、半導体スイッチ 20 において、ドレインは電流入力端として機能し、ソースは電流出力端として機能する。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、給電制御装置 10 の動作を説明するためのタイミングチャートである。図 2 には、制御信号が示す電圧の推移と、AND 回路 26、遅延回路 25、コンパレータ 22 及び OR 回路 23 夫々が出力している電圧の推移とが示されている。図 2 に示す全ての推移について、横軸は時間を示している。図 2 では、ハイレベル電圧を「H」で示し、ローレベル電圧を「L」で示している。

【 0 0 4 0 】

制御信号がローレベル電圧を示す場合、AND 回路 26 は、OR 回路 23 が出力している電圧に無関係にローレベル電圧を出力する。このため、駆動回路 27 は半導体スイッチ 20 をオフに切替えている。また、制御信号がローレベル電圧を示す場合、前述したように、遅延回路 25 はローレベル電圧を出力するため、反転器 24 はハイレベル電圧を出力する。反転器 24 がハイレベル電圧を出力している場合、OR 回路 23 は、コンパレータ 22 が出力している電圧に無関係に、ハイレベル電圧を出力している。

10

【 0 0 4 1 】

なお、制御信号がローレベル電圧を示す場合、即ち、半導体スイッチ 20 がオフである場合、コンパレータ 22 はローレベル電圧を出力する。

半導体スイッチ 20 がオフである場合、コンパレータ 22 のプラス端子の電圧値は略ゼロ V である。また、電流回路 21 内に電源は存在せず、抵抗 R_c を介して電流が流れ続けているため、コンパレータ 22 のマイナス端子の電圧値はゼロ V を超えている。このため、半導体スイッチ 20 がオフである場合、コンパレータ 22 のプラス端子の電圧値はコンパレータ 22 のマイナス端子の電圧値よりも低く、コンパレータ 22 はローレベル電圧を出力している。

20

【 0 0 4 2 】

制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった場合、遅延回路 25 は、制御信号が示す電圧が切替わった時点から所定時間が経過するまで、ローレベル電圧を出力し続ける。前述したように、遅延回路 25 がローレベル電圧を出力している場合、OR 回路 23 は、コンパレータ 22 が出力している電圧に無関係にハイレベル電圧を出力する。このため、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった時点から所定時間が経過するまで、OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力している。

30

【 0 0 4 3 】

従って、制御信号がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった場合、OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力しているので、AND 回路 26 はハイレベル電圧を出力し、駆動回路 27 は、半導体スイッチ 20 をオフからオンに切替える。これにより、半導体スイッチ 20 を介して、バッテリー 11 から負荷 12 への給電が開始される。

【 0 0 4 4 】

コンパレータ 22 のプラス端子の電圧値は、接地電位を基準とした半導体スイッチ 20 のソースの電圧値であり、バッテリー 11 の出力電圧値 V_s から、半導体スイッチ 20 のソースの電位を基準とした半導体スイッチ 20 のドレインの電圧値 V_{ds} を減算した電圧値である。この電圧値は $(V_s - V_{ds})$ で表される。コンパレータ 22 のマイナス端子の電圧値は、接地電位を基準とした抵抗 R_c の他端の電圧値であり、バッテリー 11 の出力電圧値 V_s から、電流回路 21 が引き込む電流の電流値 I_c と、抵抗 R_c の抵抗値 r_c との積を減算した電圧値である。この電圧値は、 $(V_s - r_c \cdot I_c)$ で表される。「 \cdot 」は積を表す。

40

【 0 0 4 5 】

コンパレータ 22 は、 $(V_s - V_{ds}) > (V_s - r_c \cdot I_c)$ を満たす場合、即ち、 $V_{ds} < r_c \cdot I_c$ を満たす場合、ハイレベル電圧を出力する。また、コンパレータ 22 は、 $(V_s - V_{ds}) < (V_s - r_c \cdot I_c)$ を満たす場合、即ち、 $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ を満たす場合、ローレベル電圧を出力する。

50

【 0 0 4 6 】

電圧値 V_{ds} は、半導体スイッチ 20 を介して負荷 12 に流れる電流の電流値 I_a と、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} との積であり、 $r_{on} \cdot I_a$ で表される。電圧値 V_{ds} は、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_a が大きい程、高い。半導体スイッチ 20 がオンである状態で電流値 I_a が正常である場合、 $V_{ds} = r_c \cdot I_c$ が満たされるように、抵抗 R_c の抵抗値 r_c と、電流回路 21 が引き込む電流の電流値 I_c とが設定されている。

【 0 0 4 7 】

従って、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった場合において、電流値 I_a が正常であるとき、制御信号が示す電圧が切替わった時点から所定時間が経過するまで、即ち、遅延回路 25 がローレベル電圧を出力している間にコンパレータ 22 が出力している電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わる。その後、半導体スイッチ 20 がオンであり、かつ、電流値 I_a が正常である限り、コンパレータ 22 はハイレベル電圧を出力し続ける。コンパレータ 22 がハイレベル電圧を出力している場合、遅延回路 25 が出力している電圧に無関係に OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力する。

10

【 0 0 4 8 】

前述したように、遅延回路 25 は、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった時点から所定時間が経過した場合、反転器 24 の入力端に出力している電圧をローレベル電圧からハイレベル電圧に切替える。しかし、電流値 I_a が正常である場合においては、遅延回路 25 がハイレベル電圧を出力した時点では、コンパレータ 22 はハイレベル電圧を出力しているので、OR 回路 23 は継続してハイレベル電圧を出力する。従って、半導体スイッチ 20 がオンである場合に半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_a が正常である限り、制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わったことによって OR 回路 23 が出力している電圧がローレベル電圧に切替わることはない。

20

【 0 0 4 9 】

制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった場合、AND 回路 26 は、OR 回路 23 が出力している電圧に無関係にローレベル電圧を出力し、駆動回路 27 は半導体スイッチ 20 をオンからオフに切替える。半導体スイッチ 20 がオンからオフに切替わった場合、前述したように、コンパレータ 22 はローレベル電圧を出力する。

30

【 0 0 5 0 】

遅延回路 25 は、制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった場合、コンパレータ 22 が出力している電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わる前に、反転器 24 に出力している電圧をハイレベル電圧からローレベル電圧に切替える。このため、コンパレータ 22 が出力している電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった時点では、遅延回路 25 はローレベル電圧を出力しているので、OR 回路 23 は継続してハイレベル電圧を出力する。従って、制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わったことによって OR 回路 23 が出力している電圧がローレベル電圧に切替わることはない。

40

【 0 0 5 1 】

以上のことから、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_a が正常である限り、OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力し続ける。

電流値 I_a が正常である限り、AND 回路 26、遅延回路 25、コンパレータ 22 及び OR 回路 23 夫々が出力している電圧は、制御信号が示す電圧に応じて、前述したように切替わる。電流値 I_a が正常である限り、制御信号がハイレベル電圧を示す場合、半導体スイッチ 20 はオンであり、制御信号がローレベル電圧を示す場合、半導体スイッチ 20 はオフである。

【 0 0 5 2 】

50

遅延回路 25 は、例えば、抵抗、キャパシタ及びダイオード等によって構成される。制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった場合、電流が抵抗を介してキャパシタに流れ、キャパシタは徐々に充電され、キャパシタの両端間の電圧値が徐々に上昇する。制御信号が示す電圧が切替わってから所定時間が経過した場合、キャパシタの両端間の電圧値が一定の電圧値以上となり、遅延回路 25 が出力している電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わる。また、制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった場合、電流がキャパシタからダイオードを介して流れ、キャパシタは急速に放電し、キャパシタの両端間の電圧値は、即時に、一定の電圧値未満に低下する。従って、制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった場合、遅延回路 25 が出力している電圧が即時にハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わる。

10

【0053】

制御信号が示す電圧がローレベル電圧からハイレベル電圧に切替わった時点から所定時間が経過した場合において、電流値 I_a が正常であるとき、AND 回路 26、遅延回路 25、コンパレータ 22 及び OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力している。

【0054】

制御信号がハイレベル電圧を示し、かつ、半導体スイッチ 20 がオンである状態で、電流値 I_a が上昇し、 $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ が満たされた場合、コンパレータ 22 が出力している電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わる。このとき、遅延回路 25 はハイレベル電圧を出力しているので、OR 回路 23 の 2 つの入力端子夫々に、ローレベル電圧が入力され、OR 回路 23 が出力している電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わる。OR 回路 23 がローレベル電圧を出力している場合、制御信号が示す電圧に無関係に、AND 回路 26 はローレベル電圧を出力し、駆動回路 27 は半導体スイッチ 20 をオンからオフに切替える。

20

【0055】

以上のように、制御信号がハイレベル電圧を示し、かつ、半導体スイッチ 20 がオンである状態で、 $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ が満たされた場合、駆動回路 27 は、制御信号が示す電圧に無関係に、半導体スイッチ 20 をオフに切替える。これにより、バッテリー 11 から負荷 12 に流れる電流が、制御信号が示す電圧に無関係に強制的に遮断される。駆動回路 27 は切替え部として機能する。

30

【0056】

半導体スイッチ 20 がオフである場合、前述したようにコンパレータ 22 はローレベル電圧を出力する。このため、電流が強制的に遮断された後においてもコンパレータ 22 はローレベル電圧を出力し続ける。従って、電流が強制的に遮断された後においては、制御信号がハイレベル電圧を示している限り、遅延回路 25 はハイレベル電圧を出力し、OR 回路 23 はローレベル電圧を出力する。制御信号が示す電圧がハイレベル電圧からローレベル電圧に切替わった場合、遅延回路 25 はローレベル電圧を出力するので、OR 回路 23 はハイレベル電圧を出力する。これにより、制御信号が示す電圧に無関係に行われていた強制遮断が解除される。強制遮断が解除された後においては、電流が再び強制的に遮断されるまで、半導体スイッチ 20 は制御信号が示す電圧に基づいてオン又はオフに切替えられる。

40

【0057】

以上のように、給電制御装置 10 においては、半導体スイッチ 20 がオンである状態で、 $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ を満たす場合、半導体スイッチ 20 はオフに切替えられる。前述したように、電圧値 V_{ds} は、半導体スイッチ 20 のドレイン及びソース間の電圧値であり、抵抗値 r_c は抵抗 R_c の抵抗値であり、電流値 I_c は、電流回路 21 が引き込む電流の電流値である。また、前述したように、電圧値 V_{ds} は、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_a と、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} との積によって表される。従って、 $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ を満たすことは、 $I_a > r_c \cdot I_c / r_{on}$ を満たすことに相当する。電流値 I_a の閾値 I_{th} は下記の (1) 式で表される。

50

$$I_{th} = r_c \cdot I_c / r_{on} \cdots (1)$$

半導体スイッチ20がオンである状態で電流値 I_a が閾値 I_{th} を超えた場合、半導体スイッチ20はオフに切替えられる。

【0058】

半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} は、半導体スイッチ20の周囲温度が上昇した場合、上昇し、半導体スイッチ20の周囲温度が低下した場合、低下する。電流回路21が引き込む電流の電流値 I_c も、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} と同様に、半導体スイッチ20の周囲温度が上昇した場合、上昇し、半導体スイッチ20の周囲温度が低下した場合、低下する。

【0059】

以上のように、電流値 I_c は、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動する。また、抵抗値 r_c は半導体スイッチ20の周囲温度に無関係に略一定である。このため、(1)式で表される電流値 I_a の閾値 I_{th} は、半導体スイッチ20の周囲温度に無関係に略一定である。

【0060】

また、前述したように、電流値 I_c は、半導体スイッチ20の周囲温度が一定である場合、半導体スイッチ20のドレインの電圧値に無関係に一定であるか又は略一定である。抵抗値 r_c 、 r_{on} も半導体スイッチ20のドレインの電圧値に無関係に一定であるか又は略一定である。このため、電流値 I_a の閾値 I_{th} は、半導体スイッチ20のドレインの電圧値、即ち、バッテリー11の出力電圧値 V_s に無関係に一定であるか又は略一定である。

【0061】

電流値 I_a が、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動し、半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない理由を以下に説明する。

図3は電流回路21の回路図である。電流回路21は、トランジスタ30、抵抗器31及び抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} を有する。抵抗器31は、サーミスタ40及び抵抗 R_{e1} 、 R_{e2} を有する。トランジスタ30はNPN型のバイポーラトランジスタである。

【0062】

トランジスタ30のコレクタは、ダイオードD1のカソードに接続されている。従って、トランジスタ30のコレクタは、ダイオードD1を介して抵抗 R_c の他端に接続されている。トランジスタ30のエミッタは、抵抗器31が有する抵抗 R_{e1} 、 R_{e2} 夫々の一端に接続されている。抵抗 R_{e1} 、 R_{e2} 夫々の一端は抵抗器31の一端に相当する。抵抗器31内では、抵抗 R_{e2} の他端はサーミスタ40の一端に接続されている。サーミスタ40及び抵抗 R_{e1} 夫々の他端は、抵抗器31の他端に相当し、接地されている。このように、抵抗器31では、抵抗 R_{e1} には、抵抗 R_{e2} 及びサーミスタ40の直列回路が並列に接続されている。抵抗 R_{e1} は第2の抵抗として機能し、抵抗 R_{e2} は第3の抵抗として機能する。

【0063】

トランジスタ30のベースは、抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} 夫々の一端に接続されている。抵抗 R_{b1} の他端には電圧が印加されている。この電圧の電圧値 V_{cc} は、前述したように一定である。抵抗 R_{b2} の他端は接地されている。

トランジスタ30では、ベース及びエミッタ間の電圧値が所定の電圧値 V_{be} 、例えば0.7Vとなるように、コレクタ及びエミッタ間の抵抗値が調整される。トランジスタ30が有するコレクタ、ベース及びエミッタ夫々は、第1端、第2端及び第3端として機能する。

【0064】

抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} は、抵抗 R_{b1} の他端に印加されている電圧を分圧し、分圧した電圧をトランジスタ30のベースに印加する。接地電位を基準としたトランジスタ30のベースの電圧値 V_b は、抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} が分圧した電圧の電圧値である。電圧値 V_b は

10

20

30

40

50

、電圧値 V_{cc} と、抵抗 R_{b1} の抵抗値 r_{b1} と、抵抗 R_{b2} の抵抗値 r_{b2} とを用いて、下記のように表される。

$$V_b = V_{cc} \cdot r_{b2} / (r_{b1} + r_{b2})$$

抵抗値 r_{b1} , r_{b2} 夫々は一定であり、前述したように、抵抗 R_{b1} の他端に印加されている電圧の電圧値 V_{cc} も一定である。このため、電圧値 V_b も一定である。

【0065】

半導体スイッチ20のドレインから抵抗 R_c を介して引き込まれる電流は、トランジスタ30のコレクタ及びエミッタ間を流れる。また、トランジスタ30のベースには、抵抗 R_{b1} を介して電流が流れ込む。トランジスタ30のコレクタ及びベースに流れ込んだ電流は抵抗器31を流れる。

10

【0066】

前述したように電圧値 V_b は一定であるため、トランジスタ30は、エミッタの電圧値が $V_b - V_{be}$ となるように、コレクタ及びエミッタ間の抵抗値、即ち、電流回路21が引き込む電流の電流値 I_c を調整する。

【0067】

トランジスタ30のベースに流れる電流の電流値は、定数 h_{fe} を用いて、 I_c / h_{fe} と表される。従って、抵抗器31を流れる電流の電流値は、 $(1 + h_{fe}) \cdot I_c / h_{fe}$ で表される。接地電位を基準としたトランジスタ30のエミッタの電圧値は、抵抗器31を流れる電流値と、抵抗器31の抵抗値 r_a との積によって表される。従って、トランジスタ30は、 $V_b - V_{be} = (1 + h_{fe}) \cdot r_a \cdot I_c / h_{fe}$ が満たされるように電流値 I_c を調整する。従って、電流値 I_c について、下記の(2)式が成り立つ。

20

$$I_c = (V_b - V_{be}) \cdot h_{fe} / ((1 + h_{fe}) \cdot r_a) \cdots (2)$$

【0068】

電圧値 V_b , V_{be} 、定数 h_{fe} 及び抵抗値 r_a は、半導体スイッチ20のドレインの電圧値、即ち、バッテリー11の出力電圧値 V_s に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。従って、電流回路21が引き込む電流の電流値 I_c は、半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。抵抗 R_c の抵抗値 r_c 、及び、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} 夫々も半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。従って、 $r_c \cdot I_c / r_{on}$ で表される閾値 I_{th} は、半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。

30

【0069】

一方で、電流値 I_c は、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動する。

図4は、電流回路21が引き込む電流の電流値 I_c の温度依存性の説明図である。図4には、抵抗器31の抵抗値 r_a 及び半導体スイッチ20の周囲温度の関係と、電流値 I_c 及び半導体スイッチ20の周囲温度の関係とが示されている。図4に示す全てのグラフについて、横軸は半導体スイッチ20の周囲温度を示す。サーミスタ40の抵抗値 r_{th} 、抵抗 R_{e1} の抵抗値 r_{e1} 、及び、抵抗 R_{e2} の抵抗値 r_{e2} を用いて、抵抗器31の抵抗値 r_a は以下の(3)式で表される。

$$r_a = r_{e1} \cdot (r_{e2} + r_{th}) / (r_{e1} + r_{e2} + r_{th}) \cdots (3)$$

40

【0070】

サーミスタ40の抵抗値 r_{th} は、半導体スイッチ20の周囲温度が上昇した場合に低下し、半導体スイッチ20の周囲温度が低下した場合に上昇する。従って、抵抗値 r_{th} は、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動する。抵抗値 r_{th} がゼロである場合、抵抗値 r_a は、 $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ で表され、最も小さい。この値は、抵抗 R_{e1} に抵抗 R_{e2} が並列に接続された回路の合成抵抗値である。抵抗値 r_{th} が無限大である場合、抵抗値 r_a は、抵抗値 r_{e1} と一致し、最も大きい。

【0071】

半導体スイッチ20の周囲温度が低い場合、抵抗値 r_{th} は大きいので、(3)式で表

50

される抵抗値 r_a も大きい。抵抗値 r_a が大きい場合、(2) 式に示すように、電流回路 21 が引き込む電流の電流値 I_a は小さい。半導体スイッチ 20 の周囲温度が低い程、抵抗値 r_a は抵抗値 r_{e1} に接近する。

【0072】

前述したように、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} は、半導体スイッチ 20 の周囲温度が上昇した場合に上昇し、半導体スイッチ 20 の周囲温度が低下した場合に低下する。サーミスタ 40 の抵抗値 r_{th} は、半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動する。このため、抵抗器 31 の抵抗値 r_a も、半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動する。

10

【0073】

半導体スイッチ 20 の周囲温度が高い場合、抵抗値 r_{th} は小さいので、(3) 式で表される抵抗値 r_a も小さい。抵抗値 r_a が小さい場合、(2) 式に示すように、電流回路 21 が引き込む電流の電流値 I_a は大きい。半導体スイッチ 20 の周囲温度が高い程、抵抗値 r_a は、 $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ に接近する。

【0074】

前述したように、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} は、半導体スイッチ 20 の周囲温度が上昇した場合に上昇し、半導体スイッチ 20 の周囲温度が低下した場合に低下する。抵抗器 31 の抵抗値 r_a は、図 4 に示すように、半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向とは反対方向に変動する。これにより、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_c は、図 4 に示すように、半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて、オン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動する。

20

【0075】

電流値 I_c の上限値は、(2) 式において、抵抗値 r_a に $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ を代入することによって算出される電流値 I_c である。電流値 I_c の下限値は、(2) 式において、抵抗値 r_a に r_{e1} を代入することによって算出される電流値 I_c である。

【0076】

図 5 は、閾値 I_{th} の温度依存性の説明図である。図 5 には、電流値 I_c 及び半導体スイッチ 20 の周囲温度の関係と、抵抗値 r_{on} 及び半導体スイッチ 20 の周囲温度の関係と、閾値 I_{th} 及び半導体スイッチ 20 の周囲温度の関係とが示されている。図 5 に示す全てのグラフについて、横軸は半導体スイッチ 20 の周囲温度を示す。

30

前述したように、閾値 I_{th} は、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流の電流値 I_a の閾値である。電流値 I_c は、電流回路 21 が引き込む電流の電流値である。抵抗値 r_{on} は半導体スイッチ 20 のオン抵抗値である。

【0077】

前述したように、電流値 I_c は、半導体スイッチ 20 の周囲温度が上昇した場合、上昇する。図 5 に示すように、半導体スイッチ 20 の周囲温度が所定範囲内にある場合において、半導体スイッチ 20 の周囲温度に対する電流値 I_c のグラフの形状は、半導体スイッチ 20 の周囲温度に対する抵抗値 r_{on} のグラフの形状と略一致している。言い換えると、半導体スイッチ 20 の周囲温度が所定範囲内にある場合、電流値 I_c 及び抵抗値 r_{on} の比は略一定である。

40

【0078】

前述したように、抵抗 R_c の抵抗値 r_c は半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて殆ど変動しない。このため、半導体スイッチ 20 の周囲温度が所定範囲内にある場合、(1) 式で表される閾値 I_{th} は、半導体スイッチ 20 の周囲温度に無関係に略一定である。半導体スイッチ 20 の周囲温度が所定範囲内にある場合、閾値 I_{th} が、例えば略 10 A であると仮定する。半導体スイッチ 20 の周囲温度が所定範囲内にある限り、半導体スイッチ 20 を介して流れる電流値 I_a が略 10 A を超えた場合、半導体スイッチ 20 はオンからオフに切替わる。

50

【0079】

所定範囲は、想定される半導体スイッチ20の周囲温度の範囲である。この範囲において、電流値 I_c が、半導体スイッチ20の周囲温度に対して、オン抵抗値 r_{on} と同様に変化するように、電圧値 V_b 、 V_{be} 、定数 h_{fe} 及び抵抗値 r_{e1} 、 r_{e2} と、抵抗値 r_{th} の温度特性とを設定する。

【0080】

給電制御装置10では、半導体スイッチ20を介して流れる電流の電流値 I_a の算出が不要であるため、電流値 I_a が閾値 I_{th} を超えた場合に即時に半導体スイッチ20をオフに切替えることができ、給電制御装置10の製造費用は安価である。

【0081】

(実施の形態2)

実施の形態1において、抵抗器31の抵抗値 r_a は、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20の変動方向の反対方向に変動すればよい。このため、抵抗器31の構成は、抵抗 R_{e1} に、抵抗 R_{e2} 及びサーミスタ40の直列回路が並列に接続された構成に限定されない。

以下では、実施の形態2について、実施の形態1と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態1と共通しているため、実施の形態1と共通する構成部には実施の形態1と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

【0082】

図6は、実施の形態2における電流回路21の回路図である。実施の形態2における電源システム1では、抵抗器31の構成が、実施の形態1における電源システム1と異なる。抵抗器31は、実施の形態1と同様に、サーミスタ40を有する。サーミスタ40の一端は、抵抗器31の一端に相当し、トランジスタ30のエミッタに接続されている。サーミスタ40の他端は、抵抗器31の他端に相当し、接地されている。

【0083】

抵抗器31の抵抗値 r_a はサーミスタ40の抵抗値 r_{th} である。抵抗値 r_{th} は、実施の形態1で述べたように、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動する。従って、(2)式で表される電流値 I_c は、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動する。

【0084】

従って、所定範囲において、電流値 I_c が、半導体スイッチ20の周囲温度に対して、オン抵抗値 r_{on} と同様に変化するように、電圧値 V_b 、 V_{be} 及び定数 h_{fe} と、抵抗値 r_{th} の温度特性とを設定する。これにより、半導体スイッチ20の周囲温度が所定範囲内にある場合、(1)式で表される閾値 I_{th} は、半導体スイッチ20の周囲温度に無関係に略一定である。

【0085】

実施の形態1で述べたように、抵抗値 r_{th} は半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。このため、(2)式で表される電流値 I_c は半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。結果、(1)式で表される閾値 I_{th} も半導体スイッチ20のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。

実施の形態2における給電制御装置10は、実施の形態1における給電制御装置10が奏する効果を同様に奏する。

【0086】

なお、実施の形態2において、抵抗器31の構成は、サーミスタ40に図示しない抵抗が直列に接続された構成であってもよい。この場合であっても、サーミスタ40に直列に接続された抵抗の抵抗値が半導体スイッチ20の周囲温度に応じて変動しなければ、抵抗器31の抵抗値 r_a が、半導体スイッチ20の周囲温度に応じて、半導体スイッチ20のオン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動することは明らかである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

(実施の形態 3)

実施の形態 1 において、電流回路 2 1 の構成は、抵抗 R_c を介して引き込む電流値 I_c が半導体スイッチ 2 0 の周囲温度に応じて半導体スイッチ 2 0 のオン抵抗値 r_{on} の変動方向と反対方向に変動する構成であればよい。このため、電流回路 2 1 の構成は、トランジスタ 3 0 のベースに一定の電圧を印加し、トランジスタ 3 0 のエミッタに抵抗器 3 1 の一端を接続する構成に限定されない。

以下では、実施の形態 3 について、実施の形態 1 と異なる点を説明する。後述する構成を除く他の構成については、実施の形態 1 と共通しているため、実施の形態 1 と共通する構成部には実施の形態 1 と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

10

【 0 0 8 8 】

図 7 は、実施の形態 3 における電流回路 2 1 の回路図である。実施の形態 3 における電源システム 1 では、電流回路 2 1 の構成が、実施の形態 1 における電源システム 1 と異なる。実施の形態 3 における電流回路 2 1 は、実施の形態 1 と同様に、抵抗器 3 1 を有する。電流回路 2 1 は、更に、カレントミラー回路 5 0 を有する。カレントミラー回路 5 0 は、2 つのトランジスタ 6 0 , 6 1 を有する。トランジスタ 6 0 , 6 1 夫々は NPN 型のバイポーラトランジスタである。

【 0 0 8 9 】

電流回路 2 1 では、抵抗器 3 1 の一端、即ち、抵抗 R_{e1} , R_{e2} 夫々の一端に電圧が印加されている。この電圧の電圧値 V_{cc} は、実施の形態 1 と同様に一定である。抵抗器 3 1 の他端、即ち、抵抗 R_{e1} 及びサーミスタ 4 0 夫々の他端は、トランジスタ 6 0 , 6 1 夫々のベースと、トランジスタ 6 1 のコレクタとに接続されている。トランジスタ 6 0 のコレクタはダイオード D 1 のカソードに接続されている。トランジスタ 6 0 , 6 1 夫々のエミッタは接地されている。

20

【 0 0 9 0 】

トランジスタ 6 0 では、ベース及びエミッタ間の電圧値が所定の電圧値 V_t となるようにコレクタ及びエミッタ間の抵抗値が調整される。トランジスタ 6 1 では、ベース及びエミッタ間の電圧値が、電圧値 V_t に略一致する電圧値となるようにコレクタ及びエミッタ間の抵抗値が調整される。このため、抵抗器 3 1 を介して流れる電流の電流値 I_r は、抵抗 R_c を介して電流回路 2 1 が引き込む電流の電流値 I_c と略一致する。電流値 I_r は、下記の (4) 式で表される。

30

$$I_r = (V_{cc} - V_t) / r_a \cdots (4)$$

抵抗値 r_a は、実施の形態 1 で述べたように、抵抗器 3 1 の抵抗値である。

【 0 0 9 1 】

電圧値 V_{cc} , V_t 夫々は半導体スイッチ 2 0 の周囲温度に応じて殆ど変動しない。抵抗器 3 1 の抵抗値 r_a は、実施の形態 1 で述べたように、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度に応じて、半導体スイッチ 2 0 のオン抵抗値 r_{on} の変動方向の反対方向に変動する。このため、抵抗器 3 1 を介して流れる電流の電流値 I_r 、即ち、抵抗 R_c を介して電流回路 2 1 に引き込まれる電流の電流値 I_c は、半導体スイッチ 2 0 のオン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動する。

40

【 0 0 9 2 】

実施の形態 1 で述べた所定範囲において、電流値 I_r 、即ち、電流値 I_c が、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度に対して、オン抵抗値 r_{on} と同様に変化するように、電流値 V_{cc} , V_t 及び抵抗値 r_{e1} , r_{e2} と、抵抗値 r_{th} の温度特性とを設定する。抵抗値 r_{e1} , r_{e2} , r_{th} 夫々は、実施の形態 1 で述べたように、抵抗器 3 1 が有する抵抗 R_{e1} , R_{e2} 及びサーミスタの抵抗値である。

【 0 0 9 3 】

以上のように構成された実施の形態 3 における給電制御装置 1 0 では、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度が所定範囲内にある場合、(1) 式で表される閾値 I_{th} は、半導体スイッチ 2 0 の周囲温度に無関係に一定である。

50

【 0 0 9 4 】

また、電圧値 V_{cc} 、 V_t 及び抵抗値 r_a は半導体スイッチ 20 のドレインの電圧値に応じて変動しないか又は殆ど変動しない。このため、電流値 I_r 、即ち、電流値 I_c は、半導体スイッチ 20 の周囲温度が一定である場合、半導体スイッチ 20 のドレインの電圧値に無関係に一定であるか又は略一定である。結果、閾値 I_{th} も半導体スイッチ 20 のドレインの電圧値に応じて、変動しないか又は殆ど変動しない。

実施の形態 3 における給電制御装置 10 は、実施の形態 1 における給電制御装置 10 が奏する効果を同様に奏する。

【 0 0 9 5 】

なお、実施の形態 3 において、カレントミラー回路 50 は、電流値 I_c 、 I_r を略一致させる回路に限定されず、電流値 I_c が電流値 I_r の所定数倍となる回路であればよい。更に、カレントミラー回路 50 のトランジスタ 60、61 は、NPN 型のバイポーラトランジスタに限定されず、例えば、PNP 型のバイポーラトランジスタであってもよい。この場合、トランジスタ 60 のエミッタがダイオード D1 のカソードに接続され、トランジスタ 60 のベースは、トランジスタ 61 のベース及びコレクタに接続される。トランジスタ 61 のエミッタには一定の電圧が印加される。トランジスタ 61 のコレクタは、更に、抵抗器 31 の一端に接続される。抵抗器 31 の他端と、トランジスタ 60 のコレクタとは接地される。

【 0 0 9 6 】

また、カレントミラー回路 50 が有するトランジスタはバイポーラトランジスタに限定されず、FET であってもよい。更に、カレントミラー回路 50 が有するトランジスタの数は 2 つに限定されず、3 つ以上であってもよい。

更に、抵抗器 31 の構成は、実施の形態 1 の構成に限定されず、実施の形態 2 の構成であってもよい。

【 0 0 9 7 】

実施の形態 1 ~ 3 において、半導体スイッチ 20 は、N チャネル型の FET に限定されず、例えば、P チャネル型の FET であってもよい。この場合、半導体スイッチ 20 のソースは、バッテリー 11 の正極と、抵抗 R_c の一端とに接続され、半導体スイッチ 20 のドレインは、負荷 12 の一端と、コンパレータ 22 のプラス端子に接続される。この構成では、半導体スイッチ 20 のソース及びドレイン夫々は、電流入力端及び電流出力端として機能する。駆動回路 27 は、AND 回路 26 がハイレベル電圧を出力した場合、半導体スイッチ 20 のゲートの電圧値を低下させて半導体スイッチ 20 をオンに切替える。また、駆動回路 27 は、AND 回路 26 がローレベル電圧を出力した場合、半導体スイッチ 20 のゲートの電圧値を上昇させて半導体スイッチ 20 をオフに切替える。

【 0 0 9 8 】

また、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} が半導体スイッチ 20 の周囲温度の上昇と共に低下する場合、抵抗値 r_{th} が半導体スイッチ 20 の周囲温度の上昇と共に上昇するサーミスタをサーミスタ 40 として用いればよい。この場合であっても、電流値 I_c は、半導体スイッチ 20 の周囲温度に応じて、半導体スイッチ 20 のオン抵抗値 r_{on} の変動方向と同じ方向に変動し、閾値 I_{th} は半導体スイッチ 20 の周囲温度に無関係に略一定である。

【 0 0 9 9 】

開示された実施の形態 1 ~ 3 は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上述の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

- 10 給電制御装置
- 20 半導体スイッチ
- 21 電流回路

10

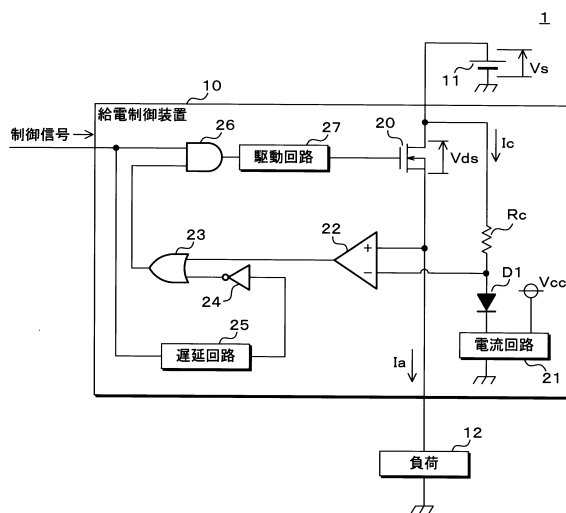
20

30

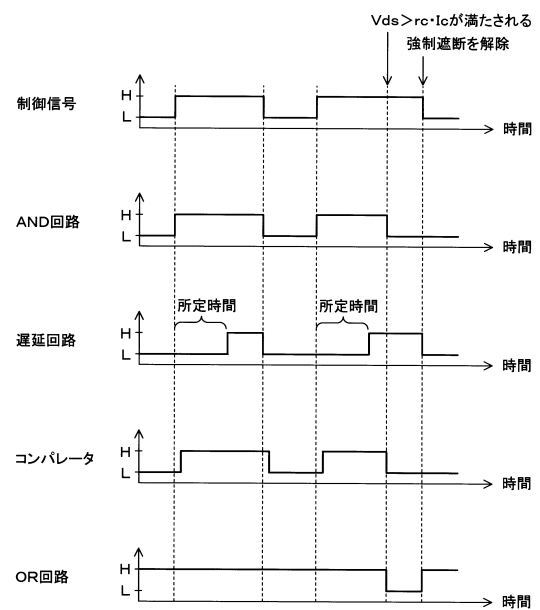
40

2 7 駆動回路（切替え部）
 3 0 トランジスタ
 3 1 抵抗器
 4 0 サーマスタ
 R c 抵抗
 R e 1 抵抗（第 2 の抵抗）
 R e 2 抵抗（第 3 の抵抗）

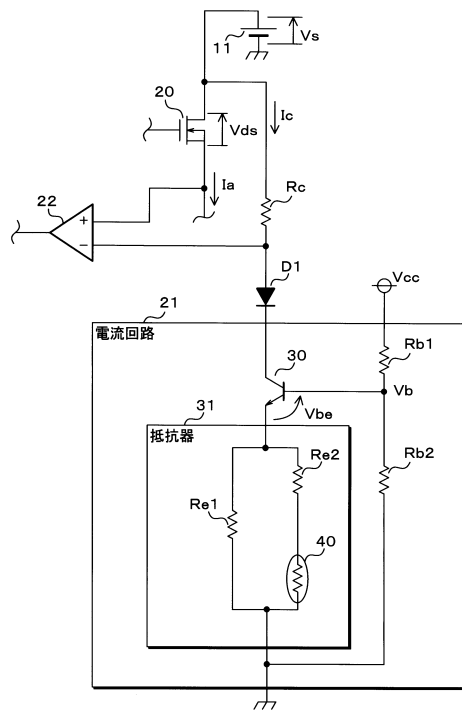
【図 1】



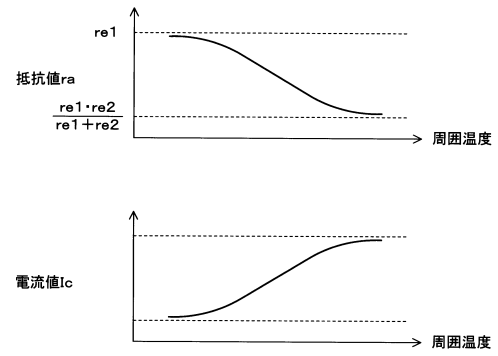
【図 2】



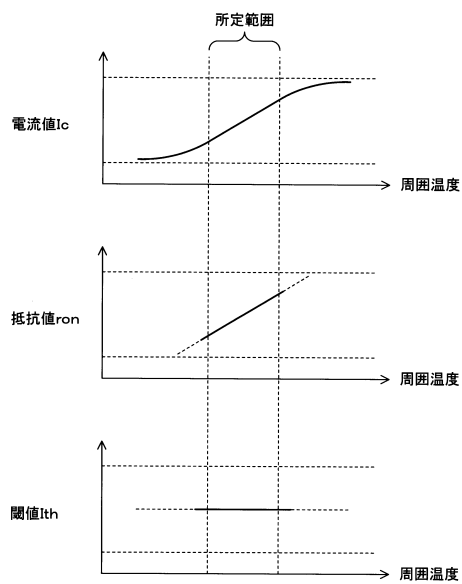
【 図 3 】



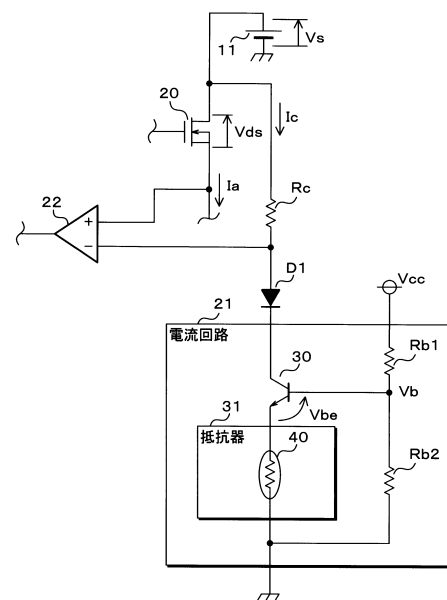
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 小田 康太
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 塚本 克馬
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 若園 佳佑
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内

審査官 辻丸 詔

- (56)参考文献 特開2002-017036(JP,A)
特開2007-134780(JP,A)
特開2015-170918(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02H	3/08-3/253
H02H	5/00-7/00
	7/10-7/20