

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6790350号
(P6790350)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月9日(2020.11.9)

(51) Int. Cl.	F I				
HO2H 7/00 (2006.01)	HO2H	7/00		F	
HO2H 6/00 (2006.01)	HO2H	6/00	150		
HO2H 3/08 (2006.01)	HO2H	3/08		D	
HO2H 3/087 (2006.01)	HO2H	3/087			
B6OR 16/02 (2006.01)	B6OR	16/02	650S		
請求項の数 3 (全 21 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2015-236933 (P2015-236933)
 (22) 出願日 平成27年12月3日(2015.12.3)
 (65) 公開番号 特開2017-103963 (P2017-103963A)
 (43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)
 審査請求日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(73) 特許権者 395011665
 株式会社オートネットワーク技術研究所
 三重県四日市市西末広町1番14号
 (73) 特許権者 000183406
 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】

電線の中途に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えるスイッチ制御部を備え、該スイッチ制御部が行う切替えによって前記電線を介した給電を制御する給電制御装置において、

該電線を通る電流に応じた電流を出力する電流出力回路と、
 該電流出力回路が出力した電流が流れる抵抗回路と、
 該抵抗回路の両端間の電圧を平滑する平滑回路と、
 該平滑回路が平滑した電圧値に基づいて前記電線の電線温度を算出する温度算出部とを備え、

前記抵抗回路は、

第1抵抗と、

該第1抵抗に並列に接続される第2抵抗及びキャパシタの直列回路と

を有し、

前記スイッチ制御部は、前記抵抗回路の両端間の両端電圧値が予め設定されている電圧値以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、

前記スイッチ制御部は、前記温度算出部が算出した電線温度が所定温度以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、

前記平滑回路は、前記抵抗回路の両端間の電圧が入力され、入力された電圧をそのまま出力するボルテージフォロワー回路を有し、該ボルテージフォロワー回路が出力した電圧

を平滑すること

を特徴とする給電制御装置。

【請求項 2】

前記電線の周囲温度を検出する温度検出部を備え、

前記温度算出部は、前記電線温度と、該温度検出部が検出した周囲温度との温度差を時系列的に算出する温度差算出部を有し、該温度差算出部が算出した温度差に、前記温度検出部が検出した周囲温度を加算することによって前記電線温度を算出し、

前記スイッチ制御部は、前記スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返し、

前記温度差算出部は、前記平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、前記温度検出部が検出した周囲温度 T_a と、前記スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを下記式に代入することによって、温度差 T_w を算出すること

を特徴とする請求項 1 に記載の給電制御装置。

$$T_w = T_p \times \exp\left(\frac{-t}{r}\right) + A \times R_w \times V_s^2 \times \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{r}\right)\right) / D$$

$$R_w = R_o \times \left(1 + \alpha \times (T_a + T_p - T_o)\right)$$

但し、 t ：前記温度差算出部が行う算出の時間間隔

R_o ：所定温度 T_o における電線抵抗値

r ：前記電線の電線放熱時定数

A ：前記電線の電線抵抗温度係数

α ：定数

【請求項 3】

電線の中途に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えるスイッチ制御部を備え、該スイッチ制御部が行う切替えによって前記電線を介した給電を制御する給電制御装置において、

該電線を通る電流に応じた電流を出力する電流出力回路と、

該電流出力回路が出力した電流が流れる抵抗回路と、

該抵抗回路の両端間の電圧を平滑する平滑回路と、

該平滑回路が平滑した電圧値に基づいて前記電線の電線温度を算出する温度算出部と、

該電線の周囲温度を検出する温度検出部と

を備え、

前記抵抗回路は、

第 1 抵抗と、

該第 1 抵抗に並列に接続される第 2 抵抗及びキャパシタの直列回路と

を有し、

前記スイッチ制御部は、前記抵抗回路の両端間の両端電圧値が予め設定されている電圧値以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、

前記スイッチ制御部は、前記温度算出部が算出した電線温度が所定温度以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、

前記温度算出部は、前記電線温度と、前記温度検出部が検出した周囲温度との温度差を時系列的に算出する温度差算出部を有し、該温度差算出部が算出した温度差に、前記温度検出部が検出した周囲温度を加算することによって前記電線温度を算出し、

前記スイッチ制御部は、前記スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返し、

前記温度差算出部は、前記平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、前記温度検出部が検出した周囲温度 T_a と、前記スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを下記式に代入することによって、温度差 T_w を算出することを特徴とする給電制御装置。

$$T_w = T_p \times \exp\left(\frac{-t}{r}\right) + A \times R_w \times V_s^2 \times \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{r}\right)\right) / D$$

$$R_w = R_o \times \left(1 + \alpha \times (T_a + T_p - T_o)\right)$$

10

20

30

40

50

但し、 t ：前記温度差算出部が行う算出の時間間隔

R_o ：所定温度 T_o における電線抵抗値

r ：前記電線の電線放熱時定数

：前記電線の電線抵抗温度係数

A：定数

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電線の中途に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えることによって該電線を介した給電を制御する給電制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

現在、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、バッテリー及び負荷間を接続している電線の中途に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えることによって、バッテリーから負荷への給電を制御する。

【0003】

更に、制御回路は、電線を通る電流値が電流閾値以上である場合、スイッチをオフに切替える。これにより、電線に電流閾値以上の電流が流れることはなく、過電流による電線の発煙及び発火が防止されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-53761号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

抵抗値が電流の通流が開始される時点において非常に小さく、通流時間が長くなるにつれて上昇する負荷に給電する構成においては、制御回路がスイッチをオフからオンに切替えた場合に電線に一時的に大きな電流が流れる。この電流は、所謂、突入電流である。

30

【0006】

前述した電流閾値が突入電流の電流値以下に設定されている場合、スイッチはオンになった直後にオフに戻されるので、負荷が作動することはない。負荷を作動させるためには、電流閾値を、突入電流の電流値を超える値に設定しておく必要がある。

【0007】

スイッチをオフからオンに切替えた時点では電線温度は低い。このため、電線に突入電流が流れた場合であっても電線の発煙又は発火が生じることはない。従って、スイッチをオフからオンに切替えた直後において、電流閾値は突入電流の電流値を超えていてもよい。

【0008】

しかしながら、突入電流が流れた後においては、電線に電流が一定期間以上流れ、電線温度は一定温度を超えている。このため、突入電流が電線を通った後においては、電流値が突入電流の電流値と同じである電流が電線を通った場合、電線の発煙又は発火が生じる可能性がある。従って、突入電流が電線を通った後においては、電流閾値は突入電流値以下の値に設定する必要がある。

40

【0009】

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、スイッチをオフからオンに切替えた直後において突入電流が電線を通ることを許容しつつ、過電流による電線の発煙及び発火を確実に防止することができる給電制御装置を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る給電制御装置は、電線の中途に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えるスイッチ制御部を備え、該スイッチ制御部が行う切替えによって前記電線を介した給電を制御する給電制御装置において、該電線を通る電流に応じた電流を出力する電流出力回路と、該電流出力回路が出力した電流が流れる抵抗回路と、該抵抗回路の両端間の電圧を平滑する平滑回路と、該平滑回路が平滑した電圧値に基づいて前記電線の電線温度を算出する温度算出部とを備え、前記抵抗回路は、第1抵抗と、該第1抵抗に並列に接続される第2抵抗及びキャパシタの直列回路とを有し、前記スイッチ制御部は、前記抵抗回路の両端間の両端電圧値が予め設定されている電圧値以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、前記スイッチ制御部は、前記温度算出部が算出した電線温度が所定温度以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、前記平滑回路は、前記抵抗回路の両端間の電圧が入力され、入力された電圧をそのまま出力するボルテージフォロワー回路を有し、該ボルテージフォロワー回路が出力した電圧を平滑することを特徴とする。

10

【0011】

本発明にあつては、例えば、電線を通る電流値の上昇と共に電流値が上昇する電流が、電流出力回路から抵抗回路に出力される。抵抗回路では、第1抵抗に、第2抵抗及びキャパシタの直列回路が並列に接続されている。抵抗回路の両端間の両端電圧値が、予め設定されている電圧値以上である場合、スイッチをオフに切替え、電線を介した給電を停止する。

20

【0012】

抵抗回路の両端電圧値が、予め設定されている電圧値である場合に電線を通っている電流値、即ち、電流閾値は、キャパシタに蓄えられている電力に依存する。キャパシタに電力が蓄えられていない場合、抵抗回路の抵抗値は、並列に接続された第1抵抗及び第2抵抗の合成抵抗値である。そして、キャパシタに蓄えられている電力が上昇するにつれて、抵抗回路の抵抗値は上昇する。抵抗回路の抵抗値の最大値は第1抵抗の抵抗値である。キャパシタに蓄えられている電力が小さい場合、抵抗回路の抵抗値が小さいため、予め設定されている電圧値を抵抗回路の抵抗値で除算することによって算出される電流値は大きく、電流閾値も大きい。キャパシタに蓄えられている電力が大きい場合、抵抗回路の抵抗値が大きいため、予め設定されている電圧値を抵抗回路の抵抗値で除算することによって算出される電流値は小さく、電流閾値も小さい。

30

【0013】

スイッチがオフからオンに切替わった場合、キャパシタに蓄えられている電力が小さく、電流閾値は大きい。このため、スイッチをオフからオンに切替えた直後において突入電流が電線を通ることが許容される。更に、突入電流が電線を通った後においては、キャパシタに電力が蓄えられており、電流閾値は小さい。このため、過電流による電線の発煙及び発火が確実に防止される。

【0017】

また、例えば、スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返すことによって、電線を介して負荷に出力される電圧値が一定値に維持されている場合、抵抗回路の両端電圧値はスイッチのオン及びオフに応じて変動する。平滑回路は抵抗回路の両端間の電圧を平滑する。平滑回路が平滑した電圧値に基づいて算出した電線温度が所定温度以上である場合にスイッチをオフに切替える。

40

【0018】

従つて、電線を通る電流値が前述した電流閾値未満であっても、電線温度が所定温度以上となった場合にスイッチがオンからオフに切替わるので、電線の発煙及び発火がより確実に防止される。更に、スイッチのオン及びオフへの切替えが交互に繰り返されている場合であっても、適切な電線温度が算出される。

更に、平滑回路のボルテージフォロワー回路には、抵抗回路の両端間の電圧が入力される。ボルテージフォロワー回路は、入力された電圧をそのまま出力する。平滑回路では、

50

ボルテージフォロワー回路が出力した電圧が平滑される。

【 0 0 1 9 】

本発明に係る給電制御装置は、前記電線の周囲温度を検出する温度検出部を備え、前記温度算出部は、前記電線温度と、該温度検出部が検出した周囲温度との温度差を時系列的に算出する温度差算出部を有し、該温度差算出部が算出した温度差に、前記温度検出部が検出した周囲温度を加算することによって前記電線温度を算出し、前記スイッチ制御部は、前記スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返し、前記温度差算出部は、前記平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、前記温度検出部が検出した周囲温度 T_a と、前記スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを下記式に代入することによって、温度差 T_w を算出することを特徴とする。

10

$$T_w = T_p \times \exp(-t/r) + A \times R_w \times V_s^2 \times (1 - \exp(-t/r)) / D$$

$$R_w = R_o \times (1 + \alpha(T_a + T_p - T_o))$$

但し、 t ：前記温度差算出部が行う算出の時間間隔

R_o ：所定温度 T_o における電線抵抗値

r ：前記電線の電線放熱時定数

α ：前記電線の電線抵抗温度係数

A ：定数

【 0 0 2 0 】

本発明にあつては、電線温度と電線の周囲温度との温度差を時系列的に算出し、算出した温度差に電線の周囲温度を加算することによって電線温度を算出する。スイッチのオン及びオフへの切替えが交互に繰り返される。平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、温度検出部が検出した電線の周囲温度 T_a と、スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを上述した式に代入することによって温度差 T_w を算出する。

20

本発明に係る給電制御装置は、電線の中に設けられたスイッチをオン又はオフに切替えるスイッチ制御部を備え、該スイッチ制御部が行う切替えによって前記電線を介した給電を制御する給電制御装置において、該電線を通る電流に応じた電流を出力する電流出力回路と、該電流出力回路が出力した電流が流れる抵抗回路と、該抵抗回路の両端間の電圧を平滑する平滑回路と、該平滑回路が平滑した電圧値に基づいて前記電線の電線温度を算出する温度算出部と、該電線の周囲温度を検出する温度検出部とを備え、前記抵抗回路は、第1抵抗と、該第1抵抗に並列に接続される第2抵抗及びキャパシタの直列回路とを有し、前記スイッチ制御部は、前記抵抗回路の両端間の両端電圧値が予め設定されている電圧値以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、前記スイッチ制御部は、前記温度算出部が算出した電線温度が所定温度以上である場合に前記スイッチをオフに切替え、前記温度算出部は、前記電線温度と、前記温度検出部が検出した周囲温度との温度差を時系列的に算出する温度差算出部を有し、該温度差算出部が算出した温度差に、前記温度検出部が検出した周囲温度を加算することによって前記電線温度を算出し、前記スイッチ制御部は、前記スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返し、前記温度差算出部は、前記平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、前記温度検出部が検出した周囲温度 T_a と、前記スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを下記式に代入することによって、温度差 T_w を算出することを特徴とする。

30

$$T_w = T_p \times \exp(-t/r) + A \times R_w \times V_s^2 \times (1 - \exp(-t/r)) / D$$

$$R_w = R_o \times (1 + \alpha(T_a + T_p - T_o))$$

但し、 t ：前記温度差算出部が行う算出の時間間隔

R_o ：所定温度 T_o における電線抵抗値

r ：前記電線の電線放熱時定数

α ：前記電線の電線抵抗温度係数

A ：定数

40

50

本発明にあつては、例えば、電線を通る電流値の上昇と共に電流値が上昇する電流が、電流出力回路から抵抗回路に出力される。抵抗回路では、第1抵抗に、第2抵抗及びキャパシタの直列回路が並列に接続されている。抵抗回路の両端間の両端電圧値が、予め設定されている電圧値以上である場合、スイッチをオフに切替え、電線を介した給電を停止する。

抵抗回路の両端電圧値が、予め設定されている電圧値である場合に電線を通っている電流値、即ち、電流閾値は、キャパシタに蓄えられている電力に依存する。キャパシタに電力が蓄えられていない場合、抵抗回路の抵抗値は、並列に接続された第1抵抗及び第2抵抗の合成抵抗値である。そして、キャパシタに蓄えられている電力が上昇するにつれて、抵抗回路の抵抗値は上昇する。抵抗回路の抵抗値の最大値は第1抵抗の抵抗値である。キャパシタに蓄えられている電力が小さい場合、抵抗回路の抵抗値が小さいため、予め設定されている電圧値を抵抗回路の抵抗値で除算することによって算出される電流値は大きく、電流閾値も大きい。キャパシタに蓄えられている電力が大きい場合、抵抗回路の抵抗値が大きい場合、予め設定されている電圧値を抵抗回路の抵抗値で除算することによって算出される電流値は小さく、電流閾値も小さい。

スイッチがオフからオンに切替わった場合、キャパシタに蓄えられている電力が小さく、電流閾値は大きい。このため、スイッチをオフからオンに切替えた直後において突入電流が電線を通ることが許容される。更に、突入電流が電線を通った後においては、キャパシタに電力が蓄えられており、電流閾値は小さい。このため、過電流による電線の発煙及び発火が確実に防止される。

また、例えば、スイッチのオン及びオフへの切替えを交互に繰り返すことによって、電線を介して負荷に出力される電圧値が一定値に維持されている場合、抵抗回路の両端電圧値はスイッチのオン及びオフに応じて変動する。平滑回路は抵抗回路の両端間の電圧を平滑する。平滑回路が平滑した電圧値に基づいて算出した電線温度が所定温度以上である場合にスイッチをオフに切替える。

従つて、電線を通る電流値が前述した電流閾値未満であっても、電線温度が所定温度以上となった場合にスイッチがオンからオフに切替わるので、電線の発煙及び発火がより確実に防止される。更に、スイッチのオン及びオフへの切替えが交互に繰り返されている場合であっても、適切な電線温度が算出される。

また、電線温度と電線の周囲温度との温度差を時系列的に算出し、算出した温度差に電線の周囲温度を加算することによって電線温度を算出する。スイッチのオン及びオフへの切替えが交互に繰り返される。平滑回路が平滑した電圧値 V_s と、温度検出部が検出した電線の周囲温度 T_a と、スイッチのオン及びオフへの切替えに係るデューティ D と、前回算出した先行温度差 T_p とを上述した式に代入することによって温度差 T_w を算出する。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、スイッチをオフからオンに切替えた直後において突入電流が電線を通ることを許容しつつ、過電流による電線の発煙及び発火を確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施の形態1における電源システムの要部構成を示すブロック図である。

【図2】抵抗回路23の作用の説明図である。

【図3】制御部が実行する制御処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態2における電源システムの要部構成を示すブロック図である。

【図5】平滑回路の回路図である。

【図6】負荷を作動させている場合における電線電流値の波形図である。

【図7】制御部が実行する制御処理の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

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 の要部構成を示すブロック図である。電源システム 1 は、好適に車両に搭載され、バッテリー 1 0、負荷 1 1、電線 1 2 を備える。バッテリー 1 0 の正極と、負荷 1 1 の一端とは電線 1 2 によって接続されている。バッテリー 1 0 の負極と、負荷 1 1 の他端は接地されている。

【 0 0 2 4 】

電線 1 2 を介してバッテリー 1 0 から負荷 1 1 に給電される。負荷 1 1 は、車両に搭載された電気機器、例えばランプであり、負荷 1 1 の抵抗値は、電流の通流が開始される時点において非常に小さく、通流時間が長くなるにつれて上昇する。バッテリー 1 0 から負荷 1 1 に給電されている場合、負荷 1 1 は作動し、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が停止した場合、負荷 1 1 は動作を停止する。

10

【 0 0 2 5 】

電源システム 1 は給電制御装置 1 3 を更に備える。給電制御装置 1 3 は電線 1 2 の中途に設けられている。給電制御装置 1 3 には、負荷 1 1 の作動を指示する作動信号と、負荷 1 1 の動作の停止を指示する停止信号とが入力される。給電制御装置 1 3 は、給電制御装置 1 3 に入力された信号と、電線 1 2 を流れる電線電流値と、電線 1 2 の電線温度とに基づいて、負荷 1 1 への給電を制御する。

【 0 0 2 6 】

給電制御装置 1 3 は、スイッチ 2 0、制御回路 2 1、電流出力回路 2 2、抵抗回路 2 3、温度検出部 2 4 及びマイクロコンピュータ(以下ではマイコンという) 2 5 を有する。抵抗回路 2 3 はキャパシタ C 1 及び抵抗 R 1, R 2 を有する。

20

【 0 0 2 7 】

スイッチ 2 0 は電線 1 2 の中途に設けられている。スイッチ 2 0 は N チャンネル型の FET(Field Effect Transistor)である。スイッチ 2 0 のドレインは、電線 1 2 を介してバッテリー 1 0 の正極に接続されている。スイッチ 2 0 のソースは電線 1 2 を介して負荷 1 1 の一端に接続されている。スイッチ 2 0 のゲートは制御回路 2 1 に接続されている。制御回路 2 1 は、更に、電流出力回路 2 2 の出力端とマイコン 2 5 とに接続されている。

【 0 0 2 8 】

電流出力回路 2 2 の出力端は、更に、抵抗回路 2 3 の抵抗 R 1, R 2 夫々の一端と、マイコン 2 5 とに接続されている。抵抗 R 2 の他端は、抵抗回路 2 3 のキャパシタ C 1 の一端に接続されている。キャパシタ C 1 及び抵抗 R 1 夫々の他端は接地されている。このように、抵抗回路 2 3 では、抵抗 R 1 には、キャパシタ C 1 及び抵抗 R 2 の直列回路が並列に接続されている。抵抗 R 1, R 2 夫々は第 1 抵抗及び第 2 抵抗として機能する。温度検出部 2 4 もマイコン 2 5 に接続されている。

30

【 0 0 2 9 】

スイッチ 2 0 において、ゲートの電圧値が一定値以上である場合、ドレイン及びソース間を電流が流れることが可能である。このとき、スイッチ 2 0 はオンである。スイッチ 2 0 において、ゲートの電圧値が一定値未満である場合、ドレイン及びソース間を電流が流れることはない。このとき、スイッチ 2 0 はオフである。制御回路 2 1 は、スイッチ 2 0 におけるゲートの電圧値を調整することによって、スイッチ 2 0 をオン又はオフに切替える。

40

【 0 0 3 0 】

制御回路 2 1 には、スイッチ 2 0 のオンへの切替えを指示するオン信号と、スイッチ 2 0 のオフへの切替えを指示するオフ信号とがマイコン 2 5 から入力される。更に、制御回路 2 1 には、接地電位を基準とした電流出力回路 2 2 の出力端の電圧値、即ち、抵抗回路 2 3 の両端間の両端電圧値が入力される。

【 0 0 3 1 】

制御回路 2 1 は、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が、予め設定されている基準電圧値未満で

50

ある場合において、マイコン 25 からオン信号が入力されたとき、スイッチ 20 をオンに切替える。これにより、電線 12 を介してバッテリー 10 から負荷 11 に給電され、負荷 11 は作動する。

制御回路 21 は、同様の場合において、マイコン 25 からオフ信号が入力されたとき、スイッチ 20 をオフに切替える。これにより、バッテリー 10 から負荷 11 への給電が遮断され、負荷 11 は動作を停止する。

【0032】

制御回路 21 は、抵抗回路 23 の両端電圧値が基準電圧値以上である場合、マイコン 25 から制御回路 21 に入力されている信号とは無関係にスイッチ 20 をオフに切替える。これにより、バッテリー 10 から負荷 11 への給電が遮断され、負荷 11 は動作を停止する。

10

【0033】

以上のように、給電制御装置 13 では、制御回路 21 が行うスイッチ 20 の切替えによって、電線 12 を介したバッテリー 10 から負荷 11 への給電が制御される。制御回路 21 はスイッチ制御部として機能する。

【0034】

電流出力回路 22 は出力端から電流を抵抗回路 23 に出力し、抵抗回路 23 には電流出力回路 22 が出力端から出力した電流が流れる。電流出力回路 22 が出力する電流値は電線電流値に比例する。具体的には、電流出力回路 22 が出力する電流値は、電線電流値を所定数、例えば 1000 で除算した値である。従って、電線 12 を流れる電流値の上昇と共に、電流出力回路 22 が出力する電流値も上昇する。

20

【0035】

電流出力回路 22 が出力端から電流を出力している場合、即ち、電線 12 に電流が流れている場合、抵抗回路 23 において、電流は抵抗 R1 を流れる。同様の場合において、キャパシタ C1 の両端間の電圧値が抵抗 R1 の両端間の電圧値未満であるとき、電流は、抵抗 R2 及びキャパシタ C1 の順に流れる。これにより、キャパシタ C1 に電力が蓄えられ、キャパシタ C1 の両端間の電圧値が上昇する。同様の場合において、キャパシタ C1 の両端間の電圧値が抵抗 R1 の両端間の電圧値と一致しているとき、電流はキャパシタ C1 及び抵抗 R2 の直列回路に流れることはない。

【0036】

電流出力回路 22 が出力端から電流を出力していない場合、即ち、電線 12 に電流が流れていない場合、抵抗回路 23 のキャパシタ C1 は放電し、キャパシタ C1 の両端間の電圧値は低下する。このとき、電流は、キャパシタ C1 の一端から抵抗 R1, R2 の順に流れ、キャパシタ C1 の他端に戻る。

30

抵抗回路 23 の両端電圧値は、制御回路 21 だけではなく、マイコン 25 にも入力される。

【0037】

抵抗回路 23 の抵抗値は、キャパシタ C1 に蓄えられている電力に依存する。キャパシタ C1 に電力が蓄えられていない場合、キャパシタ C1 は導線のように作用するため、抵抗回路 23 の抵抗値は、並列に接続された抵抗 R1, R2 の合成抵抗値である。並列に接続された抵抗 R1, R2 の合成抵抗値は、抵抗回路 23 の抵抗値の最小値である。

40

【0038】

キャパシタ C1 に蓄えられている電力の上昇と共に、抵抗回路 23 の抵抗値は上昇する。キャパシタ C1 の両端間の電圧値が抵抗 R1 の両端間の電圧値が一致している場合、キャパシタ C1 に電力が更に蓄えられることはなく、電流出力回路 22 が出力した全ての電流は抵抗 R1 を流れる。このとき、抵抗回路 23 の抵抗値は抵抗 R1 の抵抗値である。抵抗回路 23 の抵抗値の最大値は抵抗 R1 の抵抗値である。

【0039】

図 2 は抵抗回路 23 の作用の説明図である。図 2 には、スイッチ 20 のオン及びオフの推移と、電線電流値の推移と、電線電流値の電流閾値の推移とが示されている。図 2 にお

50

いて横軸は時間を表す。電流閾値は、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が基準電圧値である場合において電線 1 2 を流れている電流値である。従って、電線電流値が電流閾値未満である場合、抵抗回路 2 3 の両端電圧値は基準電圧値未満であり、電線電流値が電流閾値以上である場合、抵抗回路 2 3 の両端電圧値は基準電圧値以上である。

【 0 0 4 0 】

前述したように、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が基準電圧値以上となった場合、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替える。電流出力回路 2 2 が出力する電流値は、電線電流値を所定数で除算した値である。従って、電線電流値の電流閾値は、(基準電圧値) × (所定数) / (抵抗回路 2 3 の抵抗値) で表される。このため、抵抗回路 2 3 の抵抗値が小さい程、電流閾値は高い。

10

【 0 0 4 1 】

制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフに維持しており、かつ、キャパシタ C 1 に電力が蓄えられていない場合、抵抗回路 2 3 の抵抗値は、前述したように、並列に接続された抵抗 R 1 , R 2 の合成抵抗値であり、最小値である。このため、電流閾値は最も大きい。

【 0 0 4 2 】

制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフからオンに切替えた場合、電流が、電線 1 2 を介してバッテリー 1 0 から負荷 1 1 に流れ、電流出力回路 2 2 から電流が抵抗回路 2 3 に出力される。これにより、抵抗回路 2 3 のキャパシタ C 1 に電力が蓄えられ、抵抗回路 2 3 の抵抗値が上昇し、電流閾値が低下する。

20

【 0 0 4 3 】

負荷 1 1 の抵抗値は、前述したように、電流の通流が開始される時点において非常に小さく、通流時間が長くなるにつれて上昇するので、制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフからオンに切替えた直後において、電線 1 2 を突入電流が流れ、電線 1 2 を流れる電流値が一時的に上昇する。制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフからオンに切替えた直後においては、電流閾値は十分に大きい。このため、電線 1 2 を突入電流が流れた場合であっても、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が基準電圧値以上となることはなく、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替えることはない。このように、制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフからオンに切替えた直後において突入電流が流れることが許容される。

【 0 0 4 4 】

前述したように、抵抗回路 2 3 において、抵抗 R 1 の両端間の電圧値がキャパシタ C 1 の電圧値と一致している場合、電流は抵抗 R 1 のみを流れる。このとき、抵抗回路 2 3 の抵抗値は、抵抗 R 1 の抵抗値と一致しており、最大値である。抵抗回路 2 3 の抵抗値が抵抗 R 1 の抵抗値と一致している場合、電流閾値は、最も小さく、突入電流の電流値未満である。電線電流値が電流閾値以上となった場合に制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替える。

30

【 0 0 4 5 】

例えば、抵抗 R 1 , R 2 夫々の抵抗値が 4 k Ω であり、基準電圧値及び所定数が 5 V 及び 1 0 0 0 であると仮定する。キャパシタ C 1 に電力が蓄えられていない場合、抵抗回路 2 3 の抵抗値は、並列に接続された抵抗 R 1 , R 2 の合成抵抗値であるので、2 k Ω である。このとき、電流閾値は 2 . 5 A (= 5 × 1 0 0 0 / 2 0 0 0) である。抵抗 R 1 の両端間の電圧値がキャパシタ C 1 の両端間の電圧値と一致している場合、抵抗回路 2 3 の抵抗値は、抵抗 R 1 の抵抗値であるので、4 k Ω である。このとき、電流閾値は 1 . 2 5 A (= 5 × 1 0 0 0 / 4 0 0 0) である。

40

【 0 0 4 6 】

従って、キャパシタ C 1 に電力が蓄えられていない状態でスイッチ 2 0 がオフからオンに切替わった場合、時間の経過と共に、電流閾値が 2 . 5 A から 1 . 2 5 A に徐々に低下する。電流閾値が 1 . 2 5 A となった後においては、スイッチ 2 0 がオフに切替わらない限り、電流閾値は低下することなく、1 . 2 5 A に維持される。

【 0 0 4 7 】

このように、電線 1 2 に突入電流が流れた後においては、スイッチ 2 0 がオンからオフ

50

に切替わらない限り、電流閾値は最小値に維持されている。突入電流が電線 1 2 を流れた後において電流閾値が低下するので、過電流による電線の発煙及び発火が確実に防止される。

スイッチ 2 0 がオンからオフに切替わった後、電線電流値はゼロ A となり、キャパシタ C 1 は放電する。キャパシタ C 1 に蓄えられている電力が低下するにつれて、電流閾値が上昇する。

【 0 0 4 8 】

以下に、キャパシタ C 1 の静電容量 $u 1$ 、及び、抵抗 R 1 , R 2 夫々の抵抗値 $r 1$, $r 2$ の設定について説明する。

t 秒間の電線 1 2 への通流によって発煙する電流値 $I f$ は下記式で算出される。

10

【 0 0 4 9 】

【 数 1 】

$$I_f = \sqrt{\frac{T_f - T_a}{R_w \times R_{th} \times (1 - \exp(-\tau u \times t))}}$$

【 0 0 5 0 】

定数について説明する。括弧内に定数の単位が示されている。 $T f$ は電線 1 2 が発煙する発煙温度 () であり、 $T a$ は、電線 1 2 の周囲温度 () である。 $R w$ は電線 1 2 の電線抵抗 () であり、 $R t h$ は電線 1 2 の電線熱抵抗 (/ W) である。 u は電線 1 2 の温度上昇に係る時定数 (s) である。

20

【 0 0 5 1 】

また、 t 秒間の電線 1 2 への通流によって、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が基準電圧値 $V r$ となる電流値 $I t h$ は、キルヒホッフの法則に基づいて算出され、下記式で表される。 N は前述した所定数である。

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

$$I_{th} = \frac{N \times V_r}{r_1 \times \left(1 - \frac{r_1}{r_1 + r_2} \times \exp\left(-\frac{1}{u_1 \times (r_1 + r_2)} t\right) \right)}$$

30

【 0 0 5 3 】

電流値 $I t h$ が電流値 $I f$ 未満である範囲内において、ゼロから所定時間までの時間 t について、電流値 $I t h$ が電流値 $I f$ にできるだけ近くなるように、静電容量 $u 1$ 及び抵抗値 $r 1$, $r 2$ を設定すればよい。所定時間は、例えば、スイッチ 2 0 がオフからオンに切替わってから電線電流値が安定するまでの時間である。

【 0 0 5 4 】

図 1 に示す温度検出部 2 4 は、温度検出部 2 4 はサーミスタを用いて構成される。温度検出部 2 4 は電線 1 2 の周囲温度を検出し、検出した周囲温度を示す温度情報をマイコン 2 5 に出力する。電線 1 2 の周囲温度は、スイッチ 2 0 近傍の温度、又は、給電制御装置 1 3 内の温度等である。

40

【 0 0 5 5 】

前述したように、マイコン 2 5 には、抵抗回路 2 3 の両端電圧値と、温度情報とが入力される。更に、マイコン 2 5 には、作動信号及び停止信号が入力される。マイコン 2 5 は、マイコン 2 5 に入力されている信号と、抵抗回路 2 3 の両端電圧値と、温度検出部 2 4 から入力された温度情報とに基づいて、制御回路 2 1 にオン信号又はオフ信号を出力する。

前述したように、制御回路 2 1 は、抵抗回路 2 3 の両端電圧値が基準電圧値未満である

50

場合において、マイコン 25 からオン信号が入力されたとき、スイッチ 20 をオンに切替え、マイコン 25 からオフ信号が入力されたとき、スイッチ 20 をオフに切替える。

【0056】

マイコン 25 は、入力部 30、31、32、出力部 33、A (Analog) / D (Digital) 変換部 34、記憶部 35 及び制御部 36 を有する。入力部 30、32、出力部 33、A / D 変換部 34、記憶部 35 及び制御部 36 はバス 37 に接続されている。A / D 変換部 34 は、バス 37 の他に、入力部 31 に接続されている。入力部 31 は、更に、電流出力回路 22 の出力端に接続されている。入力部 32 は、更に、温度検出部 24 に接続されている。出力部 33 は、更に、制御回路 21 に接続されている。

【0057】

入力部 30 には作動信号及び停止信号のいずれかが入力されている。入力部 30 は、入力されている信号を制御部 36 に通知する。

入力部 31 には、抵抗回路 23 におけるアナログの両端電圧値が入力される。入力部 31 は、入力されたアナログの両端電圧値を A / D 変換部 34 に出力する。A / D 変換部 34 は、入力部 31 から入力されたアナログの両端電圧値をデジタルの両端電圧値に変換する。A / D 変換部 34 が変換したデジタルの両端電圧値は、A / D 変換部 34 から制御部 36 によって取得される。

【0058】

入力部 32 には温度検出部 24 から温度情報が入力される。温度検出部 24 から入力部 32 に入力された温度情報は、入力部 32 から制御部 36 によって取得される。

出力部 33 は、制御部 36 の指示に従って、オン信号又はオフ信号を制御回路 21 に出力する。

【0059】

記憶部 35 は不揮発性メモリである。記憶部 35 には制御プログラムが記憶されている。制御部 36 は、図示しない CPU (Central Processing Unit) を有し、記憶部 35 に記憶されている制御プログラムを実行することによって制御処理を実行する。

【0060】

制御部 36 は、抵抗回路 23 の両端電圧値と、温度検出部 24 から入力された温度情報が示す電線 12 の周囲温度とに基づいて電線温度を算出する。電線温度の算出では、制御部 36 は、電線温度と、温度検出部 24 から入力された温度情報が示す電線 12 の周囲温度 T_a との温度差 T_w を周期的に算出する。

【0061】

具体的には、制御部 36 は、(抵抗回路 23 の両端電圧値) × (所定数) / (抵抗 R_1 の抵抗値) を算出することによって電線電流値 I_w を算出する。抵抗回路 23 の抵抗値が抵抗 R_1 の抵抗値未満である期間は、スイッチ 20 がオフからオンとなった直後の短い期間であり、電線温度の算出期間よりも十分に短い。このため、電線温度の算出では、抵抗回路 23 の抵抗値を抵抗 R_1 の抵抗値に近似してもよい。制御部 36 は、前回算出した先行温度差 T_p と、電線電流値 I_w と、電線 12 の周囲温度 T_a とを以下に示す演算式 (1)、(2) に代入することによって、温度差 T_w を算出する。

$$T_w = T_p \times \exp(-t/r) + R_{th} \times R_w \times I_w^2 \times (1 - \exp(-t/r)) \cdots (1)$$

$$R_w = R_o \times (1 + \alpha(T_a + T_p - T_o)) \cdots (2)$$

【0062】

演算式 (1)、(2) で用いられている変数及び定数を説明する。変数及び定数の説明では、変数又は定数の単位も併せて示している。 T_w 、 T_p 、 T_a 、 I_w 、 R_w 及び R_{th} 夫々は、前述したように、算出した温度差 ()、先行温度差 ()、電線 12 の周囲温度 ()、算出した電線電流値 (A)、電線 12 の電線抵抗 () 及び電線 12 の電線熱抵抗 (/ W) である。 t は温度差 T_w を算出する周期 (s) である。 r は電線 12 の電線放熱時定数 (s) である。

【0063】

10

20

30

40

50

T_o は所定の温度()であり、 R_o は温度 T_o における電線抵抗()である。は電線12の電線抵抗温度係数(/)である。温度差 T_w 、先行温度差 T_p 、電線電流値 I_w 及び周囲温度 T_a は変数であり、周期 t 、電線放熱時定数 r 、電線熱抵抗 R_{th} 、電線抵抗 R_o 、電線抵抗温度係数 及び温度 T_o は、予め設定されている定数である。

【0064】

演算式(1)の第1項の値は、周期 t が長い程、低下するので、演算式(1)の第1項は電線12の放熱を表す。また、演算式(1)の第2項の値は、周期 t が長い程、上昇するので、演算式(1)の第2項は電線12の発熱を表す。

【0065】

制御部36は、算出した温度差 T_w に、温度検出部24から入力された温度情報が示す電線12の周囲温度 T_a を加算することによって、電線温度を算出する。制御部36は温度算出部として機能する。

先行温度差 T_p は記憶部35に記憶されており、制御部36によって記憶部35から読み出される。また、記憶部35に記憶されている先行温度差 T_p は制御部36によって書き換えられる。

【0066】

図3は、制御部36が実行する制御処理の手順を示すフローチャートである。制御処理には、温度差 T_w に電線12の周囲温度 T_a を加算することによって行う電線温度の算出が含まれる。制御部36は、算出した電線温度が温度閾値以上とされない限り、制御処理を周期的に実行する。

【0067】

制御部36は、まず、A/D変換部34から抵抗回路23の両端電圧値を取得する(ステップS1)。ステップS1で取得した両端電圧値は、ステップS1が実行された時点における抵抗回路23の両端電圧値に略一致する。次に、制御部36は、(ステップS1で取得した両端電圧値)×(所定数)/ (抵抗 R_1 の抵抗値)を算出することによって電線電流値を算出する(ステップS2)。

【0068】

制御部36は、ステップS2を実行した後、記憶部35から前回算出した先行温度差 T_p を読み出し(ステップS3)、温度検出部24から入力部32に入力された温度情報を入力部32から取得する(ステップS4)。制御部36が温度検出部24から取得した温度情報が示す電線12の周囲温度 T_a は、制御部36が温度情報を取得した時点で温度検出部24が検出した電線12の周囲温度 T_a と略一致する。

【0069】

次に、制御部36は、ステップS2で算出した電線電流値 I_w と、ステップS3で読み出した先行温度差 T_p と、ステップS4で取得した温度情報が示す電線12の周囲温度 T_a とを前述した演算式(1)、(2)に代入することによって、電線温度、及び、電線12の周囲温度 T_a の温度差 T_w を算出する(ステップS5)。ここで、周期 t は、繰り返し実行される制御処理の周期である。前述したように、制御処理は周期的に実行されるので、温度差 T_w は、制御部36によって時系列的に算出される。

【0070】

次に、制御部36は、ステップS5で算出した温度差 T_w を先行温度差 T_p として記憶部35に記憶する(ステップS6)。ステップS6で記憶された先行温度差 T_p は、次に実行されるステップS5で用いられる。

【0071】

制御部36は、ステップS6を実行した後、ステップS5で算出した温度差に、ステップS4で取得した温度情報が示す電線12の周囲温度を加算することによって電線温度を算出する(ステップS7)。次に、制御部36は、ステップS7で算出した電線温度が温度閾値以上であるか否かを判定する(ステップS8)。温度閾値は、一定値であり、記憶部35に予め記憶されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

制御部 3 6 は、電線温度が温度閾値以上であると判定した場合（S 8 : Y E S）、出力部 3 3 に指示して、オフ信号を制御回路 2 1 に出力させる（ステップ S 9）。これにより、制御回路 2 1 は、スイッチ 2 0 をオフに切替え、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が遮断される。

【 0 0 7 3 】

以上のように、制御回路 2 1 は、制御部 3 6 が算出した電線温度が温度閾値以上となった場合にスイッチ 2 0 をオフに切替える。このため、電線 1 2 を流れる電線電流値が電流閾値未満であっても、電線温度が温度閾値以上となった場合にスイッチ 2 0 がオンからオフに切替わるので、電線 1 2 の発煙及び発火がより確実に防止される。

10

【 0 0 7 4 】

制御部 3 6 は、ステップ S 9 を実行した後、制御処理を終了する。その後、所定の条件が満たされるまで、例えば、入力部 3 0 に停止信号が入力されて再び作動信号が入力されるまで、制御部 3 6 は制御処理を再び実行することはない。

【 0 0 7 5 】

制御部 3 6 は、電線温度が温度閾値未満であると判定した場合（S 8 : N O）、入力部 3 0 に作動信号が入力されているか否かを判定する（ステップ S 1 0）。制御部 3 6 は、入力部 3 0 に作動信号が入力されていると判定した場合（S 1 0 : Y E S）、出力部 3 3 に指示して、制御回路 2 1 にオン信号を出力させる（ステップ S 1 1）。これにより、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオンに切替え、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が開始される。

20

【 0 0 7 6 】

制御部 3 6 は、入力部 3 0 に作動信号が入力されていない、即ち、入力部 3 0 に停止信号が入力されていると判定した場合（S 1 0 : N O）、出力部 3 3 に指示して、制御回路 2 1 にオフ信号を出力させる（ステップ S 1 2）。これにより、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替え、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が遮断される。

制御部 3 6 は、ステップ S 1 1 又はステップ S 1 2 を実行した後、制御処理を終了する。制御部 3 6 は、次の周期が到来した場合、再び制御処理を実行する。

【 0 0 7 7 】

（実施の形態 2）

図 4 は実施の形態 2 における電源システム 1 の要部構成を示すブロック図である。

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。

30

【 0 0 7 8 】

実施の形態 2 における電源システム 1 も車両に好適に搭載されている。バッテリー 1 0、負荷 1 1、電線 1 2 及び給電制御装置 1 3 は実施の形態 1 と同様に接続されている。

【 0 0 7 9 】

実施の形態 2 における給電制御装置 1 3 は、実施の形態 1 における給電制御装置 1 3 が備える構成部に加えて、平滑回路 2 6 を有する。バッテリー 1 0、負荷 1 1、電線 1 2、スイッチ 2 0、制御回路 2 1、電流出力回路 2 2 及び抵抗回路 2 3 は実施の形態 1 と同様に接続されている。マイコン 2 5 は、制御回路 2 1 及び温度検出部 2 4 に各別に接続されると共に、スイッチ 2 0 のドレインに接続されている。電流出力回路 2 2 の出力端は、更に、平滑回路 2 6 に接続されている。平滑回路 2 6 は、電流出力回路 2 2 の出力端の他に、マイコン 2 5 に接続されている。

40

【 0 0 8 0 】

制御回路 2 1、電流出力回路 2 2 及び抵抗回路 2 3 夫々は実施の形態 1 と同様に作用するので、制御回路 2 1 がスイッチ 2 0 をオフからオンに切替えた直後において突入電流が流れることが許容される。また、突入電流が電線 1 2 を流れた後においては電流閾値が低下するので、過電流による電線の発煙及び発火が確実に防止される。

50

【 0 0 8 1 】

平滑回路 2 6 は、抵抗回路 2 3 の両端間の電圧を平滑する。平滑回路 2 6 が平滑した平滑電圧値はマイコン 2 5 の入力部 3 1 に入力される。

【 0 0 8 2 】

図 5 は平滑回路 2 6 の回路図である。平滑回路 2 6 は、オペアンプ 5 0、キャパシタ C 3 及び抵抗 R 4 を有する。オペアンプ 5 0 は、プラス端子、マイナス端子及び出力端子を有する。オペアンプ 5 0 のプラス端子は電流出力回路 2 2 の出力端に接続されている。オペアンプ 5 0 の出力端子は、オペアンプ 5 0 のマイナス端子と、抵抗 R 4 の一端とに接続されている。抵抗 R 4 の他端は、マイコン 2 5 と、キャパシタ C 3 の一端とに接続されている。キャパシタ C 3 の他端は接地されている。

10

【 0 0 8 3 】

オペアンプ 5 0 は、所謂ボルテージフォロワー回路として機能する。オペアンプ 5 0 は、プラス端子に入力された抵抗回路 2 3 の両端間の電圧を、出力端子からそのまま出力する。オペアンプ 5 0 のプラス端子における入力インピーダンスは非常に高いため、オペアンプ 5 0 の出力端子に接続されている回路の作用が、オペアンプ 5 0 のプラス端子に接続されている回路に影響することはない。

【 0 0 8 4 】

キャパシタ C 3 及び抵抗 R 4 によって構成される C R フィルタは、オペアンプ 5 0 の出力端子から出力された電圧、即ち、抵抗回路 2 3 の両端間の電圧を平滑する。キャパシタ C 3 及び抵抗 R 4 によって構成される C R フィルタは、平滑した平滑電圧値をマイコン 2 5 に出力する。

20

キャパシタ C 3 及び抵抗 R 4 によって構成される C R フィルタの C R 時定数は、抵抗回路 2 3 のキャパシタ C 1 及び抵抗 R 2 の C R 時定数よりも大きい。負荷 1 1 が作動している場合において、平滑電圧値は、スイッチ 2 0 のオン及びオフへの切替えによって大きく変動することなく、略一定である。負荷 1 1 が動作を停止している場合、即ち、スイッチ 2 0 のオフが維持されている場合、平滑電圧値はゼロ V である。

【 0 0 8 5 】

図 4 に示すマイコン 2 5 には、スイッチ 2 0 のドレインから、バッテリー 1 0 の出力電圧値（以下、バッテリー電圧値という）が入力される。マイコン 2 5 は、外部から入力されている信号、バッテリー電圧値、負荷電圧値、平滑電圧値及び温度情報に基づいて、制御回路 2 1 にオン信号又はオフ信号を出力する。

30

【 0 0 8 6 】

実施の形態 2 におけるマイコン 2 5 は、実施の形態 1 におけるマイコン 2 5 が有する構成部に加えて、入力部 3 8 及び A / D 変換部 3 9 を有する。入力部 3 0、3 1、3 2、出力部 3 3、A / D 変換部 3 4、記憶部 3 5、制御部 3 6 及びバス 3 7 は実施の形態 1 と同様に接続されている。入力部 3 1、3 2 及び出力部 3 3 夫々は、更に、平滑回路 2 6、温度検出部 2 4 及び制御回路 2 1 に接続されている。

【 0 0 8 7 】

バス 3 7 には、更に、A / D 変換部 3 9 が接続されている。A / D 変換部 3 9 は、バス 3 7 の他に、入力部 3 8 に接続されている。入力部 3 8 は、更に、スイッチ 2 0 のドレインに接続されている。

40

【 0 0 8 8 】

入力部 3 1 には、平滑回路 2 6 からアナログの平滑電圧値が入力される。入力部 3 1 は、入力されたアナログの平滑電圧値を A / D 変換部 3 4 に出力する。A / D 変換部 3 4 は、入力部 3 1 から入力されたアナログの平滑電圧値をデジタルの平滑電圧値に変換する。A / D 変換部 3 4 が変換したデジタルの平滑電圧値は、A / D 変換部 3 4 から制御部 3 6 によって取得される。

【 0 0 8 9 】

入力部 3 8 には、スイッチ 2 0 のドレインからアナログのバッテリー電圧値が入力される。入力部 3 8 は、入力されたアナログのバッテリー電圧値を A / D 変換部 3 9 に出力する。

50

A/D変換部39は、入力部38から入力されたアナログのバッテリー電圧値をデジタルのバッテリー電圧値に変換する。A/D変換部39が変換したデジタルのバッテリー電圧値は、A/D変換部39から制御部36によって取得される。

【0090】

制御部36は、実施の形態1と同様に、記憶部35に記憶されている制御プログラムを実行することによって、制御処理と、スイッチ20のオン及びオフに関するPWM(Pulse Width Modulation)制御を制御回路21に行わせることによって負荷11に給電する給電処理とを実行する。

【0091】

給電処理では、制御部36は、出力部33に指示して、オン信号及びオフ信号を交互に制御回路21に出力させる。これにより、抵抗回路23の両端電圧値が基準電圧未満である場合においては、制御回路21はスイッチ20のオン及びオフへの切替えを交互に行う。給電処理では、制御部36は、出力部33に出力させている信号に関して、オン信号からオフ信号への切替え、又は、オフ信号からオン信号への切替えを周期的に行う。

10

【0092】

制御部36はA/D変換部39からバッテリー電圧値を取得する。制御部36がA/D変換部39から取得したバッテリー電圧値は、制御部36がバッテリー電圧値を取得した時点におけるバッテリー電圧値と略一致する。制御部36は、A/D変換部39から取得したバッテリー電圧値から、スイッチ20がオンに維持されているオン期間が1周期中に占める割合、即ち、デューティを算出する。デューティはゼロ以上1以下である。デューティが高い程、スイッチ20のオン期間が長いため、負荷11に印加される電圧値の平均値は高い。デューティは、負荷11に印加される電圧値の平均値をバッテリー電圧値で除算することによって算出される。

20

【0093】

記憶部35には、負荷11に印加されるべき電圧値の平均値が目標電圧値として予め記憶されている。制御部36は、目標電圧値を、A/D変換部39から取得したバッテリー電圧値で除算することによってデューティを算出する。制御部36は、算出したデューティを記憶部35に記憶する。制御部36は、記憶部35に記憶されているデューティに従って、オン信号及びオフ信号を出力部33に出力させる。これにより、抵抗回路23の両端電圧値が基準電圧未満である場合においては、制御回路21は、スイッチ20のオン及びオフへの切替えを交互に繰り返す。制御回路21がこの切替えを行うことによって、バッテリー10から負荷11へ給電される。

30

【0094】

給電処理では、制御部36は、スイッチ20のオン及びオフの切替えに係るデューティの算出を定期的に行い、記憶部35に記憶されているデューティを定期的に変更している。制御部36は、制御処理及び給電処理を並行して実行する。

【0095】

実施の形態2における制御処理においても、実施の形態1と同様に、制御部36は電線温度を算出する。実施の形態2における制御処理において、制御部36は、記憶部35に記憶されているデューティと、A/D変換部34から取得した平滑電圧値と、温度検出部24から入力部32に入力された温度情報が示す電線12の周囲温度と、前回算出した先行温度差とに基づいて、電線温度と、温度検出部24が検出した電線12の周囲温度との温度差を周期的に算出する。

40

【0096】

以下では、電線温度と、電線12の周囲温度との温度差の算出に用いられる式について説明する。図6は、負荷11を作動させている場合における電線電流値 I_w の波形図である。図6において横軸は時間を表す。図6には実際の電線電流値 I_w が示されている。

給電処理が実行されて負荷11が作動している場合、スイッチ20のオン及びオフの切替えが周期的に行われているため、電線電流値 I_w の波形はパルス状をなす。各パルスは矩形をなし、各パルスの電流値は同じであり、この電流値を以下では電流値 I_m と表す

50

【0097】

なお、スイッチ20がオフからオンに切替わった場合、突入電流が電線12に流れるが、スイッチ20のオン期間に対して突入電流が流れている期間は十分に短く、突入電流の電流値を電流値 I_m と近似することが可能である。このため、突入電流の図示を省略している。電流値 I_m は、突入電流が電線12を流れた後に収束する電流値である。

【0098】

前述した演算式(1)における I_w^2 は、電流値 I_m と、スイッチ20のオン及びオフの切替えに係るデューティ D とを用いて以下のように表される。

$$I_w^2 = I_m^2 \times D \cdots (3)$$

10

【0099】

電線電流値 I_w の平均値は $I_m \times D$ で表される。平滑回路26は抵抗回路23の両端間の電圧を平滑するので、平滑電圧値 V_s は電線電流値 I_w の平均値に比例する。このため、以下の式(4)が成り立つ。

$$I_m \times D = \quad \times V_s \cdots (4)$$

ここで、 \quad は定数である。

【0100】

式(3)、(4)から電流値 I_m を消去すると以下の式(5)が導かれる。

$$I_w^2 = \quad^2 \times V_s^2 / D \cdots (5)$$

演算式(1)及び式(5)から電線電流値 I_w を消去すると、以下の演算式(6)が導出される。

$$T_w = T_p \times \exp(-t/r) + \quad^2 \times R_{th} \times R_w \times V_s^2 \times (1 - \exp(-t/r)) / D \cdots (6)$$

20

【0101】

$\quad^2 \times R_{th}$ は定数であるため、演算式(6)において $\quad^2 \times R_{th}$ を定数 A に置き換えると以下の演算式(7)が導出される。

$$T_w = T_p \times \exp(-t/r) + A \times R_w \times V_s^2 \times (1 - \exp(-t/r)) / D \cdots (7)$$

実施の形態2における電線温度の算出では、演算式(2)、(7)が用いられる。平滑電圧値 V_s の単位はボルト(V)である。デューティ D は比であるため、デューティ D の単位はない。また、負荷11が動作を停止している場合、前述したように平滑電圧値 V_s はゼロVであるので、周期 t が経過する都度、温度差 T_w は低下する。

30

【0102】

図7は、制御部36が実行する制御処理の手順を示すフローチャートである。制御部36は、実施の形態1と同様に、算出した電線温度が温度閾値以上とならない限り、制御処理を周期的に実行する。

【0103】

まず、制御部36は、A/D変換部34から平滑電圧値を取得する(ステップS21)。制御部36が取得した平滑電圧値は、制御部36が平滑電圧値を取得した時点で平滑回路から出力された平滑電圧値に略一致する。次に、制御部36は、記憶部35から、スイッチ20のオン及びオフの切替えに係るデューティ D 、及び、前回算出した先行温度差 T_p を読み出し(ステップS22)、温度検出部24から入力部32に入力された温度情報を入力部32から取得する(ステップS23)。

40

【0104】

次に、制御部36は、ステップS21で取得した平滑電圧値 V_s と、ステップS22で読み出したデューティ D 及び先行温度差 T_p と、ステップS23で取得した温度情報が示す電線12の周囲温度 T_a とを演算式(2)、(7)に代入することによって、電線温度、及び、電線12の周囲温度 T_a の温度差 T_w を算出する(ステップS24)。ここで、周期 t は、繰り返し実行される制御処理の周期である。前述したように、制御処理は周期的に実行されるので、温度差 T_w は、制御部36によって時系列的に算出される。

50

制御部 36 は温度差算出部としても機能する。

【 0 1 0 5 】

次に、制御部 36 は、ステップ S 2 4 で算出した温度差 T_w を先行温度差 T_p として記憶部 35 に記憶する（ステップ S 2 5）。ステップ S 2 5 で記憶された先行温度差 T_p は、次に実行されるステップ S 2 4 で用いられる。制御部 36 は、ステップ S 2 5 を実行した後、ステップ S 2 4 で算出した温度差に、ステップ S 2 3 で取得した温度情報が示す電線 1 2 の周囲温度を加算することによって電線温度を算出する（ステップ S 2 6）。

【 0 1 0 6 】

次に、制御部 36 は、ステップ S 2 6 で算出した電線温度が温度閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 2 7）。制御部 36 は、電線温度が温度閾値以上であると判定した場合（S 2 7 : YES）、給電処理を終了する（ステップ S 2 8）。給電処理は、後述するように、入力部 30 に作動信号が入力された場合に制御部 36 によって開始される。制御部 36 は、ステップ S 2 8 を実行した後、出力部 33 に指示して、オフ信号を制御回路 2 1 に出力させる（ステップ S 2 9）。これにより、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替え、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が遮断される。

なお、制御部 36 は、ステップ S 2 8 を実行する時点で給電処理が実行されていなかった場合、ステップ S 2 8 を実行することなく、ステップ S 2 9 を実行する。

【 0 1 0 7 】

制御部 36 は、ステップ S 2 9 を実行した後、制御処理を終了する。制御部 36 はステップ S 2 9 を実行して制御処理を終了した場合、所定の条件が満たされるまで、制御部 36 は制御処理を再び実行することはない。

【 0 1 0 8 】

制御部 36 は、電線温度が温度閾値未満であると判定した場合（S 2 7 : NO）、入力部 30 に作動信号が入力されているか否かを判定する（ステップ S 3 0）。制御部 36 は、入力部 30 に作動信号が入力されていると判定した場合（S 3 0 : YES）、給電処理を開始する（ステップ S 3 1）。給電処理では、前述したように、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 のオン及びオフへの切替えを交互に繰り返し、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 に給電される。制御部 36 は、ステップ S 3 1 を実行した後、制御処理を終了する。制御部 36 は、ステップ S 3 1 を実行して制御処理を終了した場合においては、次の周期が到来したとき、再び制御処理を実行する。

なお、制御部 36 は、ステップ S 2 8 を実行する時点で給電処理が実行されている場合、ステップ S 3 1 を実行することなく、制御処理を終了する。

【 0 1 0 9 】

制御部 36 は、入力部 30 に作動信号が入力されていない、即ち、入力部 30 に停止信号が入力されていると判定した場合（S 3 0 : NO）、給電処理を終了し（ステップ S 3 2）、出力部 33 に指示して、オフ信号を制御回路 2 1 に出力させる（ステップ S 3 3）。これにより、制御回路 2 1 はスイッチ 2 0 をオフに切替え、バッテリー 1 0 から負荷 1 1 への給電が遮断される。

なお、制御部 36 は、ステップ S 3 2 を実行する時点で給電処理が実行されていなかった場合、ステップ S 3 2 を実行することなく、ステップ S 3 3 を実行する。

【 0 1 1 0 】

制御部 36 は、ステップ S 3 3 を実行した後、制御処理を終了する。制御部 36 は、ステップ S 3 3 を実行して制御処理を終了した場合においては、次の周期が到来したとき、再び制御処理を実行する。

【 0 1 1 1 】

以上のように構成された実施の形態 2 における給電制御装置 1 3 においては、電線電流値が電流閾値未満であっても、電線温度が温度閾値以上となった場合にスイッチ 2 0 がオンからオフに切替わるので、電線 1 2 の発煙及び発火をより確実に防止することができる。

10

20

30

40

50

前述したように、制御部 36 は、平滑回路 26 が平滑した平滑電圧値を演算式 (2)、(7) に代入することによって、電線温度と、電線 12 の周囲温度との温度差を算出する。このため、スイッチ 20 のオン及びオフへの切替えが交互に繰り返されている場合であっても制御部 36 は適切な電線温度を算出することができる。

【0112】

なお、実施の形態 2 において、スイッチ 20 のオン及びオフの切替えに係るデューティを調整する構成は、バッテリー電圧値に基づいて調整する構成に限定されず、例えば、スイッチ 20 から負荷 11 に出力される電圧値に基づいて調整する構成であってもよい。更に、スイッチ 20 のオン及びオフの切替えに係るデューティは一定値であってもよい。

【0113】

また、電線温度を算出する構成は、電線温度と電線 12 の周囲温度との温度差を算出し、算出した温度差に電線 12 の周囲温度を加算する構成に限定されず、平滑回路 26 が平滑した平滑電圧値に基づいて電線温度を算出する構成であればよい。

更に、スイッチ 20 は、Nチャネル型の FET に限定されず、Pチャネル型の FET、又は、バイポーラトランジスタ等であってもよい。

【0114】

開示された実施の形態 1, 2 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、上記した意味ではなく、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】

【0115】

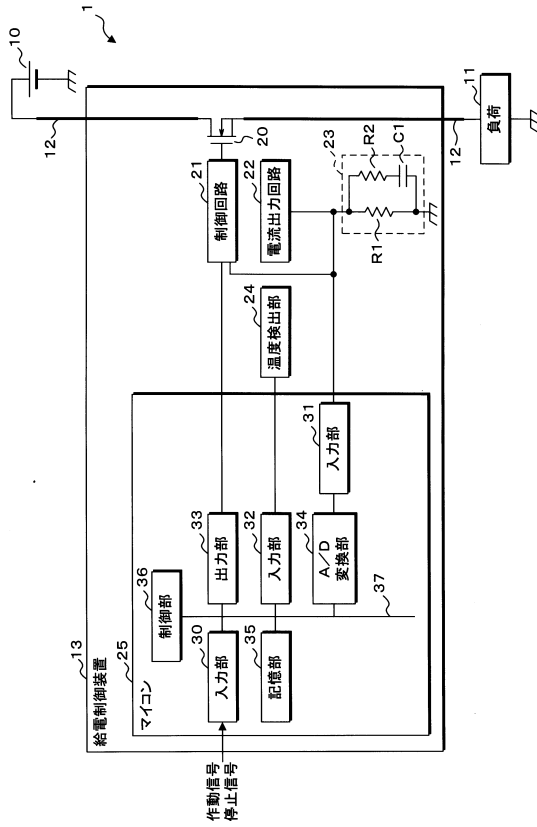
- 12 電線
- 13 給電制御装置
- 20 スイッチ
- 21 制御回路 (スイッチ制御部)
- 22 電流出力回路
- 23 抵抗回路
- 24 温度検出部
- 26 平滑回路
- 36 制御部 (温度算出部、温度差算出部)
- C1 キャパシタ
- R1 抵抗 (第1抵抗)
- R2 抵抗 (第2抵抗)

10

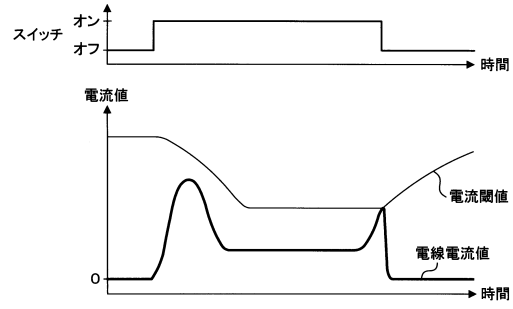
20

30

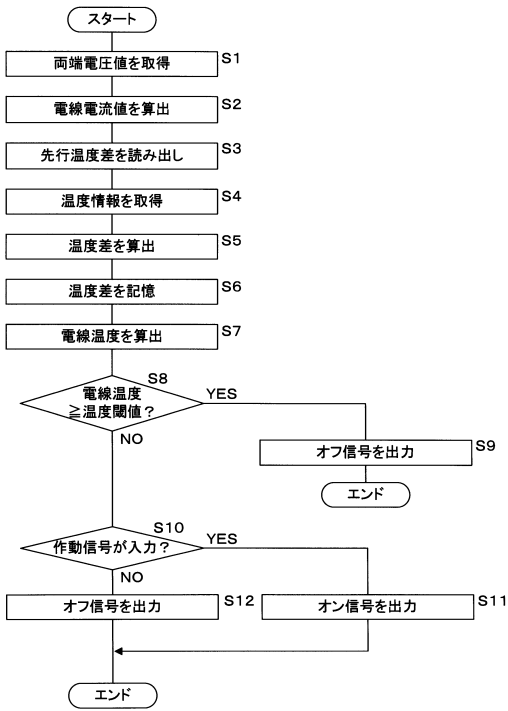
【図1】



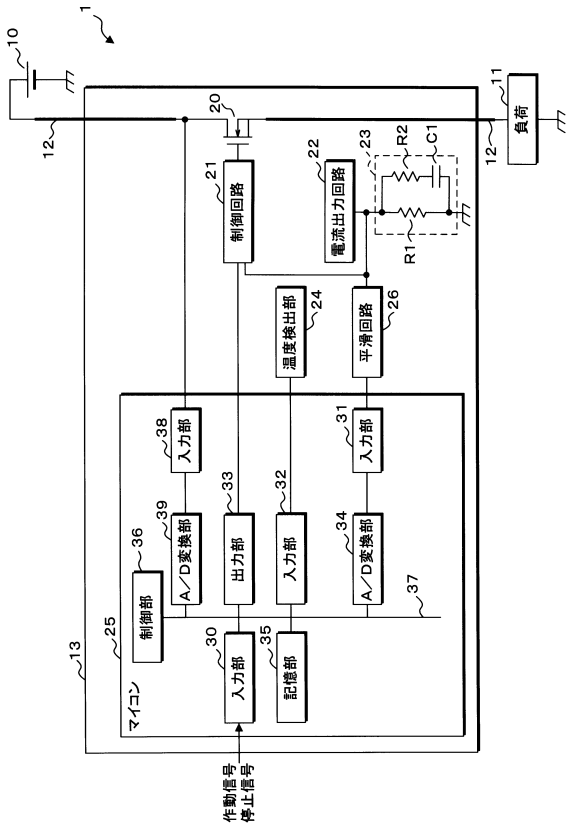
【図2】



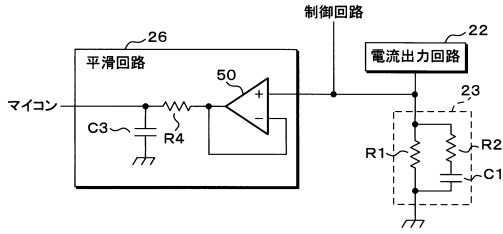
【図3】



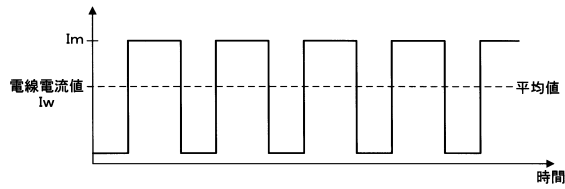
【図4】



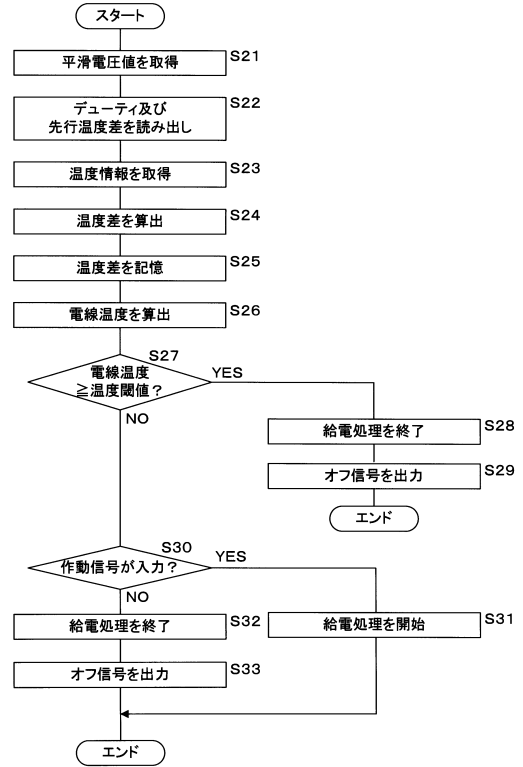
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 R 16/02 6 4 5 A

- (72)発明者 澤野 峻一
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 杉沢 佑樹
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 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 眞瀬 佳祐
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 坂東 博司

- (56)参考文献 特開2001-004674(JP,A)
特開2014-125202(JP,A)
特開2009-226984(JP,A)
特開平06-213939(JP,A)
特開2015-057017(JP,A)
特開2015-053761(JP,A)
特開2012-191320(JP,A)
特開2013-229964(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0229942(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0029631(US,A1)
米国特許第05448175(US,A)
特開2010-239835(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 H 7 / 0 0
B 6 0 R 1 6 / 0 2
H 0 2 H 3 / 0 8
H 0 2 H 3 / 0 8 7
H 0 2 H 6 / 0 0