

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6814202号  
(P6814202)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月22日(2020.12.22)

(51) Int. Cl. F I  
 HO2H 9/02 (2006.01) HO2H 9/02 E  
 HO3K 17/082 (2006.01) HO3K 17/082

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-513882 (P2018-513882)	(73) 特許権者	509031497
(86) (22) 出願日	平成28年8月2日 (2016.8.2)		エレンベルガー ウント ペンスケン ゲ
(65) 公表番号	特表2018-533276 (P2018-533276A)		ゼルシャフト ミット ベシュレンクテル
(43) 公表日	平成30年11月8日 (2018.11.8)		ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/068464		ドイツ連邦共和国 90518 アルトド
(87) 国際公開番号	W02017/059983		ルフ インドゥストリーシュトラーセ 2
(87) 国際公開日	平成29年4月13日 (2017.4.13)		-8
審査請求日	平成30年9月19日 (2018.9.19)	(74) 代理人	110002011
(31) 優先権主張番号	102015219545.7		特許業務法人井澤国際特許事務所
(32) 優先日	平成27年10月8日 (2015.10.8)	(74) 代理人	100072039
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		弁理士 井澤 洵
		(74) 代理人	100123722
			弁理士 井澤 幹
		(74) 代理人	100157738
			弁理士 茂木 康彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子回路遮断器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御ユニット(5)と、電圧入力部(6)と負荷出力部(7)との間の電流路(4)に接続された制御可能な半導体スイッチ(3)とを備える電子回路遮断器(1)において、前記半導体スイッチ(3)は、電圧制御電流源回路(2)に一体化され、前記電圧制御電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )は、負荷(L)が接続されている場合、前記制御ユニット(5)によって、前記半導体スイッチ(3)の電力が所定の最大電力値( $P_{max}$ )以下になるように調節され、

ここで、前記制御ユニット(5)は、前記電圧制御電流源回路(2)の前記出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を前記電圧制御電流源回路(2)に出力し、前記電圧制御電流源回路(2)から差分値(S)を受け取り、

前記差分値(S)は、前記電圧制御電流源回路(2)の前記出力電流( $I_L$ )の瞬時値( $I_{ist}$ )と前記電圧制御電流源回路(2)の前記出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )との差分から形成され、前記半導体スイッチ(3)に、これを駆動するための制御信号として供給され、

前記電圧制御電流源回路(2)の出力電圧( $V_{out}$ )が、前記制御ユニット(5)に供給され、前記制御ユニット(5)は、前記半導体スイッチ(3)の電力を、前記出力電圧( $V_{out}$ )と前記設定値( $I_{set}$ )とから算出して、前記所定の最大電力値( $P_{max}$ )を前記出力電圧( $V_{out}$ )に応じて調節し、

前記制御ユニット(5)は、過負荷又は短絡時、前記出力電圧( $V_{out}$ )が時間と共に

10

20

上昇する場合にのみ、前記電圧制御電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を予め設定可能又は予め設定された最小値( $I_{min}$ )に調節し、前記設定値( $I_{set}$ )を定格値( $I_{nom}$ )まで上昇させ、ここで、前記制御ユニット(5)は、前記設定値( $I_{set}$ )と前記出力電圧( $V_{out}$ )との積( $V_{out} \cdot I_{set}$ )を算出することによって前記半導体スイッチ(3)の電力を常に前記所定の最大電力値( $P_{max}$ )以下に維持する

ことを特徴とする、電子回路遮断器(1)。

【請求項2】

前記制御可能な半導体スイッチ(3)は、電圧制御電流源回路(2)の内部で、過負荷又は短絡時に、

前記電圧制御電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )が前記所定の最大電力値( $P_{max}$ )に応じて制限されるように

駆動されることを特徴とする、請求項1記載の電子回路遮断器(1)。

【請求項3】

前記制御ユニット(5)は、過負荷又は短絡時、前記電圧制御電流源回路(2)の出力電圧( $V_{out}$ )が時間と共に上昇する場合に、

前記電圧制御電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を、前記電圧制御電流源回路(2)の出力電圧( $V_{out}$ )に応じて段階的に上昇させることを特徴とする、

請求項1または2に記載の電子回路遮断器(1)。

【請求項4】

前記電圧制御電流源回路(2)は、演算増幅器(OP2)を備え、前記演算増幅器(OP2)の入力部側には、前記電圧制御電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の瞬時値( $I_{ist}$ )及び設定値( $I_{set}$ )が供給され、出力部側において前記制御ユニット(5)の入力部(E $I_{Lim}$ )及び半導体スイッチ(3)の制御入力部(ゲート)に接続されていることを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の電子回路遮断器(1)。

【請求項5】

電圧制御電流源回路(2)に一体化された制御可能な半導体スイッチ(3)を備える電子回路遮断器(1)の制御方法であって、

前記電子回路遮断器(1)が、制御ユニット(5)と、電圧入力部(6)と負荷出力部(7)との間の電流路(4)に接続された制御可能な半導体スイッチ(3)とを備え、

前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の瞬時値( $I_{ist}$ )を検出し、

これを前記電流源回路(2)の前記出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )と比較し、

前記半導体スイッチ(3)を駆動するための制御信号として機能する、前記瞬時値( $I_{ist}$ )と前記設定値( $I_{set}$ )との差分値(S)を生成し、

前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を、前記半導体スイッチ(3)の電力が常に所定の最大電力値( $P_{max}$ )以下になるように調節し、

前記電流源回路(2)の出力電圧( $V_{out}$ )を検出し、前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を、前記電流源回路(2)の出力電圧( $V_{out}$ )に応じて調節し、

過負荷又は短絡時に、前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )を、最小値( $I_{min}$ )に調節し、続いて、前記出力電圧( $V_{out}$ )が時間と共に上昇する場合にのみ、前記出力電圧( $V_{out}$ )に応じて、前記設定値( $I_{set}$ )を前記最小値( $I_{min}$ )から段階的に上昇させることを特徴とする、方法。

【請求項6】

前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の瞬時値( $I_{ist}$ )及び前記電流源回路(2)の出力電流( $I_L$ )の設定値( $I_{set}$ )とから生成される前記出力電流( $I_L$ )の前記差分値(S)が閾値( $S_0$ )に達した、又は、前記閾値( $S_0$ )を上回っている場合に、前記出力電流( $I_L$ )を電流制限値( $I_{max}$ )に制限することを特徴とする、請求項5に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、制御ユニットと、電圧入力部と負荷出力部との間の電流路に接続された制御可能な半導体スイッチとを備える電子回路遮断器に関する。本発明はさらに、このような電子回路遮断器の制御方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

このような電子回路遮断器は、例えば、DE 203 02 275 U1から知られている。この電子回路遮断器は、動作電圧端子と負荷端子との間の電流路に接続された、MOSFET（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ）の形の半導体スイッチを備えている。直流電圧ネットワークにおいて確実な電流制限を行うために、電流センサによって電流路内で測定された測定値が、制御装置のコンパレータ入力部に供給される。ターンオン信号が印加された場合や、測定値が基準値を下回った場合には、制御装置が半導体スイッチを開放するように制御し、他方、測定値が基準値を上回った場合には、制御装置が電力トランジスタを閉鎖するように制御して、これを介して流れる電流を基準値に制限する。

## 【0003】

EP 1 186 086 B1からは、低電圧領域、特に24VのDC領域における配電システムが知られている。この配電システムは、多数の回路を備え、各回路には1つの電子回路遮断器が、短絡防止器及び/又は過負荷防止器として設けられている。これらの回路は、クロックド電源によって、一括して電源供給される。過負荷の場合、調節可能な電流閾値、例えば公称電流（ $I_N$ ）の1.1倍を超えた時に、電子回路遮断器の遮断が遅延時間の経過後に行われ、他方、短絡の場合は、まず電流制限が行われ、別の電流閾値（例えば、 $2 \times I_N$ ）を超えると、回路遮断器の遮断が所定のターンオフ時間の経過後に行われる。

## 【0004】

EP 1 150 410 A2からは、マイクロプロセッサによりトリップ回路を介して駆動される電子回路遮断器が知られている。この電子回路遮断器は、負荷に対するエネルギー供給を時間遅延して遮断する。その前又は同時に、回路遮断器の部分的な遮断が行われる。

## 【0005】

複数のスイッチユニットを備える電子回路遮断器を部分的に遮断することは、EP 1 294 069 B1からも知られている。各スイッチユニットは、MOSFETの形の電子スイッチと、これを共通のマイクロプロセッサを介して制御するコンパレータとを有している。過電流の場合、負荷へのエネルギー供給は、少なくとも1つのスイッチを部分的に停止させた後の時間遅延の後に、遮断される。

## 【0006】

特に容量性負荷を接続するために、及び/又は、これを過電流及び短絡から保護するために、電子回路遮断器の半導体スイッチが、容量を充電するための定電流源として使用される。半導体スイッチ、及び、特にここで使用されるMOSFETは、接続の間に、又は、容量を充電する間に、突入電流により生じる電力損失に耐え得る必要がある。この状況を鑑み、電子回路遮断器、特にアクティブな電流制限を行う電子回路遮断器は、通常、この電力損失を十分吸収することができるように特大の半導体スイッチ（MOSFET）を有して構成されている。しかしながら、使用する半導体スイッチをこのように特大に構成することは、コスト高を導くと共に、これに応じた広い空間を電子回路遮断器の回路内に必要とする。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

本発明の課題は、上述の欠点を回避しつつ可能な限り効果的に動作する電子回路遮断器であって、半導体スイッチの寸法が特大になること、及び、その駆動に手間がかかることが回避される電子回路遮断器を提供することに有る。さらに、このような電子回路遮断器

10

20

30

40

50

を、特に負荷のターンオン工程中も、制御（駆動）するために適した方法が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によれば、上述の課題は、電子回路遮断器については請求項1の特徴により解決され、方法については請求項7の特徴により解決される。有効な構成及び発展形態は、各従属請求項の対象である。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、制御可能な半導体スイッチは、電圧制御電流源を形成しながら接続されている、すなわち、対応する電圧制御電流源回路に一体化されている。この電流源回路の出力電流は、負荷が接続されている場合、制御ユニットによって、半導体スイッチの電力が最大電力値以下になるように調節される。制御ユニットは、出力電流の設定値を電圧制御電流源回路に供給し、この電流源回路から、差分値を受け取る。差分値は、出力電流と設定値との偏差から形成される。差分値は、半導体スイッチを駆動させるように機能し、半導体スイッチの制御側に、制御信号（制御電圧）として供給される。

【0010】

このため制御ユニットには、好適には、電圧制御電流源回路の出力電流を表す電圧が、瞬時値及びその出力電圧として供給される。過負荷若しくは短絡時、又は、容量性負荷がオンされた時に、電圧制御電流源回路内で又は電圧制御電流源回路によって形成される差分値が閾値から偏差している場合、この状態は、差分値に基づき、制御ユニットによって認識され、好ましくはまず電流制限が行われる。加えて、制御ユニットは、出力電流の設定値を、半導体スイッチの最大電力値が超過されないように設定する、すなわち、半導体スイッチは常に、その最大電力損失を考慮して、その安全動作領域内で動作する。

【0011】

有効な構成では、電子回路遮断器の制御ユニットは、過負荷又は短絡時、従って容量性負荷がオンされた時にも、出力電流の設定値を、半導体スイッチの最大電力値を考慮し、出力電圧が時間と共に上昇する場合にのみ、設定値が最小値から上昇するように調節する。ここで、電子回路遮断器の制御ユニットが設定値を調節することは、好適には、出力電流（負荷電流）が段階的に上昇するように離散的なステップで行われる。出力電流が一定である期間又は段階の間、制御ユニットは、測定された出力電圧に基づき、これが上昇しているかどうかを確認する。出力電圧が上昇している場合、設定値を次のより高い値に設定し、その結果、出力電流もより高い段階値に上昇する。この工程は、出力電圧が常に上昇し続けていると仮定した場合、最大値に達するまで繰り返される。あるいは、出力電圧が上昇していない場合、半導体スイッチが遮断され、電子回路遮断器がトリップし、負荷が電流路から分離する。

【0012】

特に好適な構成では、電子回路遮断器の電圧制御電流源回路は、比較器として動作する演算増幅器を備える。演算増幅器の入力部側には、出力電流を表す瞬時値と、制御ユニットからの出力電流の設定値とが供給される。この演算増幅器は、出力部側において、制御ユニットの入力部と、好ましくは増幅器回路を介して半導体スイッチの制御側とに接続されている。演算増幅器の入力部に供給される瞬時値と、同じく入力部に供給される設定値とは、電圧値である。これらの差又は差分値が、演算増幅器の出力部において、対応する電圧差分値になる。この電圧差分値は、瞬時値とその時の既定の設定値との偏差と同じであるか、又は、これに比例する。

【0013】

したがって、設定値が、電子回路遮断器の電圧制御電流源回路のその時の出力電圧に応じて、好ましくは段階的により高い値に設定されるならば、演算増幅器は、出力部側において瞬時値との差分を生成することにより、対応して上昇する半導体スイッチ用の制御電圧を提供し、その結果半導体スイッチは、対応して徐々に閉鎖され（相互接続され）、出力電流が対応して上昇する。これによって、再び、瞬時値が上昇する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

電圧制御電流源回路に一体化された半導体スイッチを備える電子回路遮断器の制御方法では、電圧制御電流源回路の出力電流、及び、好ましくは出力電圧が検出され、半導体スイッチの電力が最大電力値以下に調節される。

## 【 0 0 1 5 】

特に短絡時、すなわち容量性負荷のターンオン工程の間には、出力電流は、好ましくはまず、ある電流値に制限される。このため、電流源回路の出力電流は、好適には、瞬時値として折り返され、これが出力電流の設定値と比較される。設定値 / 瞬間値比較の結果から、電圧差（差分値）が形成される。これは、直接、半導体スイッチの駆動に使用される。電圧差又は対応する差分値は、閾値との偏差がある場合、まず電流制限を開始させる。次に、出力電圧に応じて設定値を調節する、すなわち、特に、設定値を上昇又は低下させる。ここでこの調節は、一方では、半導体スイッチの電力が最大電力値以下になり、他方では、出力電圧が時間と共に上昇している場合にのみ、出力電流が第1の電流値（最小値）から上昇するように行われる。

10

## 【 0 0 1 6 】

換言すると、瞬時値として持続的に検出される出力電流が設定値から偏差している場合、この偏差を表す電圧差分値を、一方では、半導体スイッチを直接駆動して出力電流をアクティブに制限するために、他方では、電圧制御電流源のその時の出力電圧を考慮しながら半導体スイッチの電力を測定するために、及び場合によっては電力制限を行うために、最大値に上昇させる。これは、出力電流の設定値に対応して調節し、すなわち変更し、場合によっては低下させることによって行われる。

20

## 【 0 0 1 7 】

特に電子回路遮断器のターンオン工程の間に、半導体スイッチの電力を調節するために上昇させた電流源回路の出力電流の電流測定値は、半導体スイッチと接続された負荷とが直列接続されているため、これらを介して流れる負荷電流に相当する。この負荷電流は、半導体スイッチ及び負荷の電流路におけるミラー回路によって、電圧瞬時値として検出される。

## 【 0 0 1 8 】

その後、半導体スイッチの電力調節は、関係式  $P = U \cdot I$  に従って、検出された出力電流と測定された出力電圧又は負荷電圧に基づき、これと電圧制御電流源回路の所定の入力電圧との差によって、電圧が、半導体スイッチを介して、すなわちそのドレイン - ソース経路を介して算出される。ここで、半導体スイッチは、その電力（電力損失）が常に、すなわちどの動作状態においても、所定の最大電力値以下になるように駆動される。

30

## 【 0 0 1 9 】

本発明によって得られる利点は、特に、出力電流を持続的に検出する電圧制御電流源（電流源回路）において接続される電子回路遮断器の半導体スイッチが、どの動作状態においても、従って、過負荷又は短絡時、及び、容量性負荷の充電工程の間にも、電力に関して常に安全領域において、最大電力値、例えば 50 W 以下の電力（電力損）で動作する点にある。

## 【 0 0 2 0 】

特に容量性負荷のターンオン工程の間の、時間的に制限された短絡の場合、調節可能な電流源回路の電圧差分値により、一方では出力電流又は負荷電流が半導体スイッチによって制限され、他方では、この調節可能な電圧差分値が検出されることにより、この状態が認識される。したがって、出力電流用の設定値は、半導体スイッチの最大電力損失又は最大電力値が、その安全領域内になるように設定される。

40

## 【 0 0 2 1 】

電圧制御電流源回路（電流源）の出力電圧を同時に監視することにより、まず、これが、所定の期間内で上昇しているかどうか判定される。場合によっては、半導体スイッチの電力に関する安全領域を考慮して、出力電流の設定値を上昇させる。あるいは、長時間の過負荷又は短絡であると推定されると、電子回路遮断器が停止され、出力電流は、半導

50

体スイッチによってゼロに設定される。

【0022】

この設定値の調節により、半導体スイッチの電力は、どの動作状態においても制御され、半導体スイッチは、制御対象の電力損失の割には、小さい寸法を有することが可能である。ここで、電圧制御電流源回路は、例えばPMOS電界効果トランジスタを通常動作において使用する際に、瞬間値/設定値比較により形成された半導体スイッチを制御するための電圧差分値がゼロよりも小さくなるように( $< 0V$ )、動作することが有効である。この状態では、制御ユニットは動作しないことが可能であり、従って消費電力は小さい。一旦、電圧差分値が閾値を上回ると、すなわち、例えばゼロよりも大きくなると( $> 0V$ )、制御ユニットは反応して、設定値を低下させ、出力電圧を検出し、その時間経過に基づき、出力電圧が1つの時間窓内で上昇すると、出力電圧の設定値を好ましくは離散的なステップで上昇させる。

10

【図面の簡単な説明】

【0023】

以下に、本発明の実施形態を、図面を参照しながらより詳細に説明する。

【図1】電圧制御電流源回路の正極電流路に接続された制御可能な半導体スイッチと、その電力制御のために配置及び構成された、例えばマイクロプロセッサの形の制御ユニット又は制御装置とを備える、電子回路遮断器を示すブロック図。

【図2】電子回路遮断器の制御方法の方法手順を示すフロー図。

【図3】容量性負荷の充電工程中の、電子回路遮断器の電圧制御電流源回路の出力電流(負荷電流)の経過を示す電流-時間図。

20

【図4】出力電流が制御されて段階的に上昇する際の、電圧制御電流源回路の出力電圧の経過を示す、図3に対応する電圧-時間図。

【0024】

全ての図面において、対応しあう部材及びパラメータには、同一の参照符号が付されている。

【発明を実施するための形態】

【0025】

概略的に示される電子回路遮断器1は、正極電流路4において電力トランジスタ又は半導体スイッチ3を備える電圧制御電流源回路2と、例えばマイクロコントローラの形の制御ユニット又は制御装置5とを含む。電流路4は、動作電圧端子又は電圧入力部6と、(正極)負荷端子又は負荷出力部7との間を延びている。これに、切り替えの対象である負荷Lの正極が接続され、その負極は、接地又はグラウンドに繋がっている。例えば、直流電圧の形の24V(DC)の動作電圧又は入力電圧 $V_{in}$ が、電子回路遮断器1の電圧入力部6に印加される。制御可能な半導体スイッチ3は、本実施形態では、いわゆるPMOS(pチャンネルMOSFET又はPMOSFET)によって実現されている。すなわち、電流をチャンネルに流すために正電荷キャリア(ホール)が使用される金属酸化膜半導体電界効果トランジスタによって、実現されている。

30

【0026】

直流電圧源が接続されていると共に負荷Lが接続されている場合、回路遮断器1が動作すると、負荷電流が、電圧入力部6から電流路4を介して、従って半導体スイッチ3のドレイン・ソース経路を介して、そして負荷Lを介して、基準電位又はグラウンド(接地)に向かって流れる。この半導体スイッチ3及び負荷Lを介して流れる負荷電流は、電圧制御電流源回路2の出力電流 $I_L$ に相当する。出力電流 $I_L$ は、電圧制御電流源回路2によって検出される。このために、この回路は、その図1に示される接続において、抵抗 $R_1 \sim R_3$ 、及び演算増幅器OP1、並びに、トランジスタQ4、及び、グラウンド(接地)又は基準電位に導かれる抵抗 $R_7$ を含む。

40

【0027】

電圧制御電流源回路2の抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、及び、演算増幅器OP1、並びに、トランジスタQ4、及び、接地に接続された抵抗 $R_7$ により、いわゆる電流ミラーが行われ

50

、抵抗  $R_1$  を介して流れる出力電流  $I_L$  が、抵抗  $R_7$  において比較的小さい電流値に、いわば折り返される。出力電流が例えば  $1\text{ A}$  であれば、抵抗  $R_7$  を介して流れる電流は、例えば  $1\text{ mA}$  である。抵抗  $R_7$  における対応する電圧値が、出力電流  $I_L$  の瞬時値  $I_{i s t}$  として、演算増幅器  $OP_2$  の正極入力部に供給される。

#### 【0028】

電圧制御電流源回路 2 は、基本的には、差分を生成する比較器として動作する演算増幅器  $OP_2$  を含む。その（正極）入力部  $E_{(+)}$  には、抵抗  $R_7$  が繋がっており、すなわち、出力電流  $I_L$  の瞬時値  $I_{i s t}$  が供給される。演算増幅器  $OP_2$  の反転入力部  $E_{(-)}$  は、抵抗  $R_8$  を介して制御ユニット 5 の出力部  $A_{I s e t}$  に繋がっている。制御ユニット 5 は、出力部  $A_{I s e t}$  を介して、出力電流  $I_L$  の設定値  $I_{s e t}$  を演算増幅器  $OP_2$  に供給する。演算増幅器  $OP_2$  の出力部  $A_s$  と反転入力部  $E_{(-)}$  との間には、キャパシタ  $C_2$  が接続されている。

10

#### 【0029】

電圧制御電流源回路 2 の演算増幅器  $OP_2$  の出力部  $A_s$  は、制御ユニット 5 の入力部  $E_{I L i m}$  に繋がっている。制御ユニット 5 の別の入力部  $E_{v o u t}$  は、電流路 4 上の半導体スイッチ 3 と負荷端子 7 との間に繋がっている。加えて、電流源回路 2 の演算増幅器  $OP_2$  の出力部  $A_s$  は、半導体スイッチ 3 の制御側に、すなわち、その制御入力部（ゲート）に接続されている。本実施形態では、この接続は、電圧制御電流源回路 2 の増幅器 8 を介して行われている。

#### 【0030】

電子回路遮断器 1 及びその電圧制御電流源回路 2 の通常動作状態では、制御ユニット 5 の出力部  $A_{I s e t}$ 、従って設定値  $I_{s e t}$  は、出力電流  $I_L$  が好ましくは最大負荷電流よりも大きくなるように設定されている。この通常の条件下では、電子回路遮断器 1 の負荷電圧又は出力電圧  $V_{o u t}$  は、その入力電圧  $V_{i n}$  に等しい。

20

#### 【0031】

過負荷若しくは短絡時、又は、容量性負荷  $L$  がオンされた時には、まず、半導体スイッチ 3 を対応して駆動させることによって、出力電流  $I_L$  を定格値  $I_{N o m}$  にアクティブに制限する。この状態は、制御ユニット 5 によって認識される。なぜなら、制御ユニット 5 は、演算増幅器  $OP_2$  の出力部  $A_s$  に接続されているからである。演算増幅器  $OP_2$  は、その時の瞬時値  $I_{i s t}$  と既定の設定値  $I_{s e t}$  との間の差分を生成し、出力部側において、対応して変更された差分値  $S$  を半導体スイッチ 3 用の制御信号（制御電圧）として供給する。演算増幅器  $OP_2$  のこの変更された差分値  $S$  は、半導体スイッチ 3 を対応して駆動させ、その結果、半導体スイッチ 3 が対応して閉鎖するように制御され、出力電流  $I_L$  が電流制限値  $I_{m a x}$  に制限される。また、過負荷又は短絡は、可変の出力電圧（負荷電圧） $V_{o u t}$  に基づき、制御ユニット 5 によって検出される。

30

#### 【0032】

過負荷又は短絡が認識されるとすぐに、電圧制御電流源回路 2 の出力電流  $I_L$  は、設定値  $I_{s e t}$  を対応して変更させることによって、半導体スイッチ 3 の最大電力損失  $P_{m a x}$  がその安全動作領域内になるように設定される。同時に、出力電圧  $V_{o u t}$  が監視される。

40

#### 【0033】

予め設定可能な期間内に出力電圧  $V_{o u t}$  が上昇しない場合、出力電流  $I_L$  はゼロ（ $0\text{ A}$ ）に設定される。すなわち、電子回路遮断器 1 は、負荷出力部又は負荷端子 7 をオフする。

#### 【0034】

反対に、出力電圧  $V_{o u t}$  が上昇すると、設定値  $I_{s e t}$  を、半導体スイッチ 3 の安全領域内において、好ましくは段階的に上昇させ、その結果、出力電流  $I_L$  も対応して段階的に上昇する。ここで、電力、すなわち半導体スイッチ 3 の電力損失は、常に最大電力値  $P_{m a x}$  以下に維持される。これは、制御ユニット 5 が、設定値  $I_{s e t}$  と出力電圧  $V_{o u t}$  との積（ $V_{o u t} \cdot I_{s e t}$ ）を算出することによって行われる。設定値  $I_{s e t}$  を

50

半導体スイッチ3の許容される電力領域内において上昇させることは、出力電圧 $V_{out}$ が新たに電子回路遮断器3又はその電流源回路2の入力電圧 $V_{in}$ に等しくなるまで、好ましくは少しずつ行われる。

【0035】

特に電子回路遮断器1が容量性負荷Lに対してオンされる際にも適したこの制御方法は、図2に示されるフロー図によって説明される。開始後に、すなわち、電子回路遮断器1がオンされると、制御ユニット5によって、設定値 $I_{set}$ がその時の定格電流 $I_{Nom}$ に設定される。次に、設定された設定値 $I_{set}$ が電流制限値又は最大値 $I_{max}$ よりも大きいかどうか判定される。設定された設定値 $I_{set}$ が電流制限値又は最大値 $I_{max}$ よりも大きい場合、次のステップにおいて、その時の設定値 $I_{set}$ とその時の出力電圧 $V_{out}$ との積を算出し、この積が最大電力値 $P_{max}$ よりも大きいかどうか判定される。この積が最大電力値 $P_{max}$ よりも大きい場合、設定値 $I_{set}$ を最小値 $I_{Min}$ に設定する。これは、例えば、出力電流 $I_L$ の定格値 $I_{Nom}$ のわずか20%に相当することが好ましい。

10

【0036】

図4は、この状態を、電流 - 時間図 $I_{Nom}(t)$ により示す図である。ここでは、x軸に、時間 $t$ が $\mu s$ の単位で示され、y軸に、定格の負荷電流又は出力電流 $I_L$ が定格値 $I_{Nom}(\%)$ として示されている。出力状態では、設定値 $I_{set}$ は、出力電流 $I_L$ の定格値 $I_{Nom}$ に設定される。この状態は、設定値 $I_{set}$ が最大値 $I_{max}$ を下回り、半導体スイッチ3の電力( $V_{out} \cdot I_{set}$ )が最大電力値 $P_{max}$ を下回っている限り、維持される。

20

【0037】

$t = 400$ の時点で、回路遮断器1が容量性負荷Lをオンする。ほぼ同時に、制御ユニット5は、出力電流 $I_L$ の設定値 $I_{set}$ を定格値 $I_{Nom}$ の20%に設定する。設定値 $I_{set}$ を低下させることにより、半導体スイッチ3は、演算増幅器OP2を介して、差分値Sに基づき対応して閉鎖されるように制御される。予め設定可能な例えば $t = 100$ の期間が経過した後、この調節又は制御又は管理に対する反応を、その時の出力電圧 $V_{out}(t = 500)$ を求めることによって検出する。出力電圧がゼロであるならば( $V_{out} = 0$ )、半導体スイッチ3が作動する。反対に、出力電圧ゼロでないならば( $V_{out} \neq 0$ )、すなわち、出力電圧 $V_{out}$ が0より大きい所定の電圧値 $V_t$ に達したならば、設定値 $I_{set}$ を、定格値 $I_{Nom}$ の例えば30%に相当する一段階値 $I_{step}$ だけ上昇させる。

30

【0038】

続いて、設定値 $I_{set}$ が既に定格値 $I_{Nom}$ に達しているかどうかを判定する。設定値 $I_{set}$ が既に定格値 $I_{Nom}$ に達している場合、制御アルゴリズムが新たに開始され、設定値 $I_{set}$ が定格値 $I_{Nom}$ に等しいかどうか判定される。設定値 $I_{set}$ と定格値 $I_{Nom}$ とが等しくない場合、設定値 $I_{set}$ を段階的に上昇させた後の出力電圧 $V_{out}$ 及び特にその上昇を判定しつつ、設定値をさらに $I_{step}$ 分上昇させて、プログラムの手順を行う。出力電圧 $V_{out}$ が電圧値 $V_t$ を上回っていないならば、電子回路遮断器3を、新たに作動させる。

40

【0039】

設定値 $I_{set}$ したがって出力電流 $I_L$ を逐次的、好ましくは段階的に上昇させることと、定格の負荷電圧又は出力電圧 $V_{out}(\%)$ の時間経過との関係は、図3及び図4に示される図から明らかである。つまり、設定値 $I_{set}$ を逐次的に上昇させることによって出力電流 $I_L$ が上昇し、これによって出力電圧 $V_{out}$ も持続的に上昇するならば、設定値 $I_{set}$ は、出力電流 $I_L$ が定格値 $I_{Nom}$ に達するまで上昇する。図4に示される電圧曲線は、時間について $\mu s$ の単位で表し、容量性負荷Lがオンされた場合の典型的なケースを示している。

50

## 【0040】

この方法及び図2に示されるフロー図に対応するアルゴリズムによって、半導体スイッチ3は、過負荷又は短絡時には、出力電流又は負荷電流 $I_L$ が少なくとも短時間で既定の最大電流制限値 $I_{max}$ に制限され、この際その電力損失が最大電力値 $P_{max}$ 以下になるように、一定の電流制限の範囲において駆動される。電流制限値 $I_{max}$ は、例えば、回路遮断器1の公称電流の1.5~2倍である。

## 【0041】

制御ユニット5が設定値 $I_{set}$ を演算増幅器OP2に、従って電圧制御電流源回路2に供給するので、半導体スイッチ3の電力は、どの動作状態においても、制御ユニット5によって制御される。このため、半導体スイッチ3は、制御対象の電力損失の割には、小さい寸法を有することが可能である。

10

## 【0042】

本実施形態によれば、有利にも瞬間値/設定値比較を行う電圧制御電流源回路2を備えるPMOS電界効果トランジスタを使用することにより、過負荷又は短絡時の電流制限が、実質的に自動的に行われる。これは、閾値に達した又は上回った時に、演算増幅器OP2の出力部 $A_s$ において差分値 $S$ が生成されるため、半導体スイッチ3が自動的に閉鎖するように制御されることにより行われる。つまり、通常動作時は、差分値 $S$ 、すなわち、制御信号として半導体スイッチ3を制御する電圧差分値は、ゼロよりも小さい( $< 0V$ )。この状態では、制御ユニット5は動作しないことが可能であり、従って消費電力は小さい。一旦、差分値 $S$ が、閾値 $S_0$ つまり $S_0 = 0V$ を上回ると、すなわちゼロよりも大きくなると( $> 0V$ )、制御ユニット5は反応して、設定値 $I_{set}$ を低下させる。ここで、その前又は同時に、半導体スイッチは、差分値 $S > S_0$ によって制御され、 $I_L < I_{max}$ の電流制限を行う。

20

## 【0043】

本発明は、上述の実施形態に限定されない。むしろ、本発明の他の様々な変形例が、当業者により、本発明の対象から逸脱することなく可能である。特に、また、実施形態に関連して記載される全ての個々の特徴を、本発明の対象から逸脱することなく、別の方法で互いに組み合わせることも可能である。

## 【0044】

したがって、例えば、PMOSの代わりに、別の種類のMOSFET又はバイポーラトランジスタを、半導体スイッチ3として使用してもよい。また、増幅器8は、省かれていてもよく、又は、増幅器スイッチとして形成してもよい。

30

## 【符号の説明】

## 【0045】

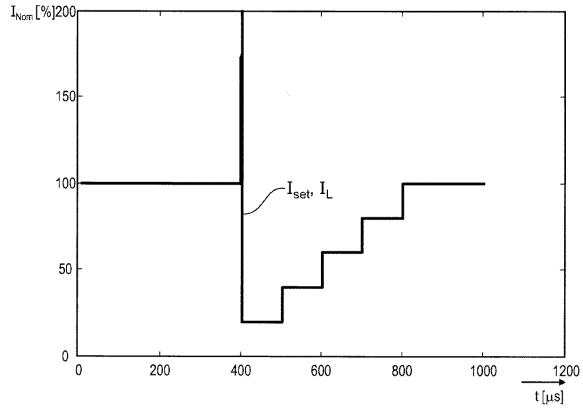
- 1 電子回路遮断器
- 2 電圧制御電流源回路
- 3 半導体スイッチ
- 4 電流路/正極路
- 5 制御ユニット/制御装置
- 6 電圧入力部
- 7 負荷端子/負荷出力部
- 8 増幅器
- $A_{I_{set}}$  出力部
- $A_s$  出力部
- $C_{1,2}$  キャパシタ
- $E_{(+)}$  (正極)入力部
- $E_{(-)}$  反転入力部
- $E_{vout}$  入力部
- $E_{Lim}$  入力部
- L 負荷

40

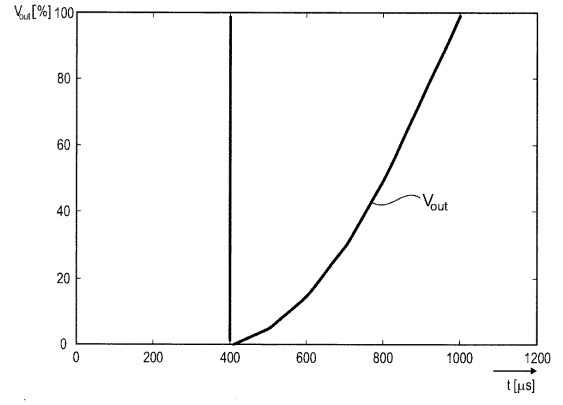
50



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アサンザ マルドナド ディエゴ フェルナンド  
ドイツ連邦共和国 90403 ニュルンベルク ランゲ ガッセ 12

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0161082(US, A1)  
米国特許出願公開第2011/0141643(US, A1)  
国際公開第2010/026659(WO, A1)  
特開2016-226152(JP, A)  
特表2017-527067(JP, A)  
特表2017-529776(JP, A)  
特開2018-130013(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02H3/087  
H02H7/00-7/30  
H02H9/00-9/08  
H03K17/08-082