

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5469236号
(P5469236)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月7日(2014.2.7)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 H 9/54 (2006.01)

H O 1 H 9/54

A

H O 1 H 9/42 (2006.01)

H O 1 H 9/42

H O 1 H 33/59 (2006.01)

H O 1 H 33/59

E

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-501149 (P2012-501149)
 (86) (22) 出願日 平成22年2月2日(2010.2.2)
 (65) 公表番号 特表2012-521620 (P2012-521620A)
 (43) 公表日 平成24年9月13日(2012.9.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/000607
 (87) 国際公開番号 W02010/108565
 (87) 国際公開日 平成22年9月30日(2010.9.30)
 審査請求日 平成23年10月26日(2011.10.26)
 (31) 優先権主張番号 202009004198.0
 (32) 優先日 平成21年3月25日(2009.3.25)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 509031497
 エレンベルガー ウント ペンスケン ゲ
 ゼルシャフト ミット ベシュレンクテル
 ハフツング
 ドイツ連邦共和国 90518 アルトル
 ルフ インドゥストリーシュトラッセ 2
 -8
 (74) 代理人 100072039
 弁理士 井澤 洵
 (74) 代理人 100123722
 弁理士 井澤 幹
 (72) 発明者 ミヒャエル・ナウマン
 ドイツ連邦共和国 90537 フォイヒ
 ト ヤーンシュトラッセ 21

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電圧が印加された機械式開閉接点(7)と、これと並列に接続され、閉じた開閉接点(7)で電流阻止されている半導体電子回路(8)とを備える直流電流源(2)および電気装置(3)の間、例えば、光発電機に代表される直流電流源およびインバータに代表される電気装置の間、の直流電流遮断用の断路装置(1)において、電流により導通可能に切替えられるように接続された半導体電子回路(8)でアーク電流(LB)が開閉接点(7)から半導体電子回路(8)へ整流する断路装置であって、

- 半導体電子回路(8)が第1半導体開閉器(11a)と、それと直列に接続された第2半導体開閉器(11b)を有しており、

- 第1半導体開閉器(11a)と第2半導体開閉器(11b)の間にエネルギー蓄積器(13)に充電するためのアーク電圧(ULB)がタップで取出されており、

- 開いた開閉接点(7)でアーク(LB)により前記開閉接点(7)を介して発生したアーク電圧(ULB)が前記半導体電子回路(8)を電流により導通可能に切替えられるように接続し、前記半導体電子回路(8)がアーク(LB)によってアーク持続時間(tLB)以内に充電されるエネルギー蓄積器(13)を有するように、前記半導体電子回路(8)の制御入力(15)が前記開閉接点(7)と接続されており、および

- エネルギー蓄積器(13)の充電時間(tLB)の経過後に時限素子(14)が半導体電子回路(8)の無アーク遮断のために始動することを特徴とするガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

10

20

【請求項 2】

エネルギー蓄積器 (1 3) の充電時間 (t_{LB}) の経過後にアーク (L B) によって流れる開閉器電流 (I) が完全に半導体電子回路 (8) へ整流されていることを特徴とする請求項 1 記載のガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

【請求項 3】

アーク持続時間 (t_{LB}) がエネルギー蓄積器 (1 3) の充電持続時間もしくは充電容量によって決定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

【請求項 4】

半導体電子回路 (8) が I G B T と、それと直列に接続された M O S F E T を有していることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

10

【請求項 5】

第 1 半導体開閉器 (1 1 a) がオーム抵抗 (R) を介して開いた開閉接点 (7) で直流電流源 (2) の正電位に案内されている制御入力を有することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

【請求項 6】

機械式開閉接点 (7) と半導体電子回路 (8) からなる並列回路に直列に接続された、ガルヴァーニ直流電流遮断のための機械式断路素子 (1 0) を特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のガルヴァーニ直流電流遮断用断路装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の前提部分に記載の電圧が印加された機械式開閉接点と、これと並列に接続された半導体電子回路とを備える直流電流源および電気装置の間の直流電流遮断用断路装置に関する。この種の断路装置は、例えば D E 1 0 2 0 0 5 0 4 0 4 3 2 A 1 から公知である。

【背景技術】

【0002】

この場合、直流電流源とは特に光発電機 (太陽光発電システム)、および電気装置とは特にインバータと解される。

30

【0003】

D E 2 0 2 0 0 8 0 1 0 3 1 2 U 1 から、発電ユニットを組み合わせた太陽光発電モジュールを、直列または並列に接続した、いわゆる光発電機からなる光発電システムあるいは太陽光発電システムが知られている。発電ユニットがその直流電流出力を 2 個の端子を介して引き渡すのに対し、光発電機全体の直流電流出力はインバータを介して交流電力網に供給される。その際に前記発電ユニットと中央インバータの間の配線費用と出力損失を低く抑えるために、いわゆる発電機端子箱は前記発電ユニットの近傍に配設される。このように整流された直流電流出力は、通常、1 本の共通のケーブルを介して中央インバータに導かれる。

40

【0004】

光発電システムは、システムに制約されて一方で持続的に動作電流と動作電圧を 1 8 0 V (直流) および 1 5 0 0 V (直流) の間の範囲で供給し、他方では - たとえば据え付け、組み立てまたは整備の目的で、また特に一般的な人員保護のためにも - 直流電流源として作用する光発電システムからの電気部品または装置の確実な断路が望まれているので、相応の断路装置は、負荷下の遮断すなわち直流電流源を事前に遮断せずに実行できなければならない。

【0005】

負荷分離のために、機械式開閉器 (開閉接点) は、実行された接点開放時に直流電流源 (光発電システム) からの電気装置 (インバータ) の電氣的断路が確立されるという長所

50

と共に使用することができる。しかしながら、この種の機械式開閉接点が接点開放時に発生するアークによって極めて早期に摩耗し、もしくは前記アークを閉じ込めて冷却するために付加的な費用が必要であり、これが通常消弧室をもつ相応の機械式開閉器によって行われるという欠点がある。

【0006】

それに対して、負荷分離のために高性能の半導体開閉器が使用されるとき、標準運転においても避けられない半導体の出力損失が発生する。特に、この種の電力半導体では電氣的断路と共に確実な人員保護が保証されていない。

【0007】

DE10225259B3から、ハイブリッド開閉器の形式により半導体開閉素子がインバータのハウジング内の、たとえばサイリスタの形態で、ならびに光発電モジュールと接続された主接点および補助接点を有する負荷断路器として形成された電気コネクタが知られている。引き抜き過程で先行する主接点は、後続の補助接点、および半導体開閉素子と直列に接続される補助接点に並列に接続されている。この場合、半導体開閉素子が周期的にオンおよびオフにされることによって、前記半導体開閉素子がアーク防止もしくは消弧のために駆動される。

【0008】

DE10315982A2から、電磁作動式主接点と、IGBT（絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ）とを備えるハイブリッド電磁直流電流開閉器が半導体開閉器として公知である。

【0009】

しかしながら、公知のハイブリッド開閉器は、常に前記半導体開閉器の駆動および前記半導体開閉器が使用された半導体電子回路の作動のための外部エネルギー源を有する。

【0010】

【特許文献1】DE102005040432A1

【特許文献2】DE202008010312U1

【特許文献3】DE10225259B3

【特許文献3】DE10315982A2

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、直流電流源、特に光発電機と、電気装置、特にインバータの間の直流電流遮断のための特に好適な断路装置を提示する課題を基礎に置いている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この課題は、本発明により請求項1の特徴によって解決される。そのために断路装置は、好適に短時間のアーク、すなわち1ms以下、好ましくは500μs以下または500μsのアーク時間に対して設計された機械式開閉接点を含む。前記機械式開閉接点（開閉器または断路素子）に、第1半導体開閉器、好ましくはIGBT、および第2半導体開閉器、好ましくはMOSFETを含む半導体電子回路が並列に接続されている。

【0013】

本発明による断路装置の半導体電子回路は、まったく付加的なエネルギー源をもたず、それに応じて閉じた機械式開閉器で電流阻止し、すなわち高インピーダンスであり、それによって実質的に無電流および無電圧である。閉じた機械式開閉接点で半導体電子回路を介して電流が流れず、そのため特に半導体開閉器を介してまたは各半導体開閉器に電圧降下が生じないので、半導体電子回路は閉じた機械式開閉器でも出力損失が発生しない。むしろ半導体電子回路は、その作動に必要なエネルギーを断路装置から、すなわち断路器システム自体から得る。そのために、機械式開閉器の開放時に発生するアークエネルギーが援用および利用される。この場合、開いた開閉器でアーク電圧が開閉器もしくはその開閉接点と、それと並列の半導体電子回路を介してアークによって半導体電子回路を電流伝導

10

20

30

40

50

性すなわち低インピーダンスにおよびそれによって電圧を印加して接続するように、半導体電子回路もしくは半導体開閉器の制御入力が機械式開閉接点と接続されている。

【0014】

半導体電子回路が僅かに電流伝導性に接続されると、直ちにアーク電流が機械式開閉器から半導体電子回路への整流を開始する。相応のアーク電圧もしくはアーク電流は、この場合、無アークで半導体電子回路を遮断するために制御電圧の発生下に標定して放電する好ましくはコンデンサの形態のエネルギー蓄積器を充電する。所定の持続時間または時定数と共に前記エネルギー蓄積器もしくはコンデンサの充電時間がアーク時間を決定する。

【0015】

好ましくは充電過程に続いて時限素子が始動し、その間に半導体電子回路が無アークのまま電流阻止により制御される。前記時限素子の持続時間は、この場合、アークもしくはプラズマの確実な消弧および信頼できる冷却に設定される。

【0016】

本発明は、この場合、耐衝撃性および信頼できる直流電流遮断のために、半導体電子回路が専用の補助エネルギー源なしで使用できるとき、純2極として形成されたハイブリッド断路器を使用できる考案から出発する。これは再び周知のように、電子回路に並列に接続された機械式開閉器の開放時に発生されるアークエネルギーが前記電子回路の作動に利用されることによって達成できる。そのために前記電子回路は、アークエネルギーの少なくとも一部を蓄積するエネルギー蓄積器を持つことができ、その場合、アークの信頼できる消弧に指定される一定の作動時間に対して前記電子回路に供給される。

【0017】

目的に応じてエネルギー蓄積器として設けられたコンデンサは、好ましい一実施形態に従って、オーム抵抗と接続して前記エネルギー蓄積器の充電時間または充電時定数を決定する。エネルギー蓄積器の充電時間と共にアーク持続時間は、好ましくは1ms以下、目的に応じて0.5ms以下または0.5msに設定される。この持続時間は、一方で機械式開閉器の開閉接点の望ましくない接点燃焼を確実に回避するために十分短い。他方、前記持続時間は、半導体電子回路の自己供給をそれに続く時限素子によって決定された持続時間に対して保証するために十分長く、前記持続時間内で低インピーダンスの整流状態から高インピーダンスの遮断状態（出発状態）へ電子回路が駆動される。

【0018】

前記時限素子の経過後、消弧されたアークが高インピーダンスに接続された電子回路でも新たに発生しないことが保証されている。それに応じて、すでに信頼できる断路と直流電流遮断が達成されている。

【0019】

信頼できる電氣的遮断および断路のための付加的なヒューズ要素として、好適な方法で機械式開閉器と半導体電子回路からなる並列回路と直列に接続されたもう1つの機械式断路器が設けられている。

【0020】

特に好ましい実施形態において、半導体電子回路は好ましくはIGBTとして構成された電力開閉器または半導体開閉器に加えて、好ましくはMOSFET（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ）として構成されたもう1つの電力開閉器もしくは半導体開閉器を含む。ほぼ無出力で駆動可能の、高い阻止電圧で良好な通過特性を示すIGBTは、この場合、好適な方法で別の半導体開閉器（MOSFET）と直列にカスコード配列方式で接続されている。半導体開閉器は、それによって機械式開閉器によって形成された主電路と並列の整流路を形成し、この整流路でアーク電流が機械式開閉器の開放によっておよび半導体開閉器または各半導体開閉器の先行制御によってさらに整流する。整流中にハイブリッド断路器を介しておよびそれによって半導体電子回路を介して降下するアーク電圧は、約15Vおよび30Vの間になる。

【0021】

好ましい実施形態による半導体電子回路が第1半導体開閉器（IGBT）と第2半導体

10

20

30

40

50

開閉器 (M O S F E T) を有するとき、第 1 半導体開閉器 (I G B T) はまず、第一に、両方の半導体開閉器の間 - つまりほぼカスコード中央タップで - エネルギー蓄積器の充電に十分な電圧を、たとえば 12 V (直流) の高さでタップ取出しできるように先行制御される。

【0022】

前記電圧は、エネルギー蓄積器の充電のためにおよびその蓄積されたエネルギーが再び半導体開閉器を駆動するために半導体電子回路内で利用され、両方の導通された半導体開閉器が新たに完全に遮断される、すなわち電流阻止により制御される。それに続き、直流電流源によって (持続的) に発生する、たとえば 1000 V (直流) 以上の高い直流電圧がハイブリッド断路器に印加されることによって、主路が電氣的に開かれ、それと並列の整流路が高インピーダンスになる。そのため、時限素子を介してアークが消弧されるだけでなく、その際に発生するプラズマも冷却されることが保証されている。

10

【発明の効果】

【0023】

前記自律型ハイブリッド断路器と直列に接続された機械式断路器の開放によって、完全な電氣的直流電流遮断が達成される。

【0024】

本発明によって達成される長所は、特にその半導体電子回路が専用の電圧供給のためのエネルギーを機械式開閉器の開放時に発生するアークから取り出す自律型ハイブリッド断路器の導入によって、前記電子回路に供給するために外部のエネルギー源または付加的な補助エネルギーが不要であることにある。半導体電子回路は、好ましくは 2 極として形成され、閉じた機械式開閉器で高インピーダンスであり、それによって通常の負荷運転においては本発明によるハイブリッド断路器に実質的に全く出力損失が発生しない。

20

【0025】

本発明による断路装置は、好ましくは 1500 V (直流) までの直流電圧範囲の直流電流遮断のために好適に設けられる。したがって、付加的な機械式断路器の好ましい使用によって、前記自律型ハイブリッド断路器は、光発電システムとこれに組み込まれるインバータの間の、さらにまた、たとえば燃料電池システムまたは蓄電池 (バッテリー) との接続の、信頼性が高く耐衝撃性のガルヴァーニ直流電流遮断においても特に好適である。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0026】

図 1 は、模式的に実施例において光発電機 2 およびインバータ 3 の間に接続された断路装置 1 を示す。光発電機 2 は、互いに並列に置かれ、あたかもエネルギー収集点として利用される共通の発電機端子箱 5 に案内された多数の太陽光発電モジュール 4 を含む。

【0027】

断路装置 1 は、正極を表す主電路 6 の中に以下機械式開閉器とも呼ぶ開閉接点 7 ならびにそれと並列に接続される半導体電子回路 8 を含む。機械式開閉器 7 および半導体電子回路 8 は、自律型ハイブリッド断路器を形成する。断路装置 1 - およびそれと共に全システム - の負極を表す帰線 9 の中に、詳しく図示していないがもう 1 つのハイブリッド断路器 7、8 を接続できる。

40

【0028】

正極を表す出線 (主路) 6 の中にも帰線 9 の中にも、完全な電氣的断路もしくは直流電流遮断のためのもう 1 つの機械式断路素子 10 の相互に機械的に結合された開閉接点を光発電機 2 とインバータ 3 の間に配設することができる。

【0029】

半導体電子回路 8 は、本質的に機械式開閉器 7 と並列に接続された半導体開閉器 11 と、エネルギー蓄積器 13 および時限素子 14 を備える駆動回路 12 とを含む。駆動回路 12 は、好ましくは抵抗または抵抗列 R (図 2) を介して主電路 6 と接続されている。好ましくは半導体開閉器 11 として使用される I G B T のゲートは、半導体電子回路 8 の制御入力 15 を形成する。制御入力 15 は駆動回路 12 を介して主電路 6 に案内されている。

50

【 0 0 3 0 】

図 2 は、機械式開閉器 7 と並列に接続された、自律型ハイブリッド断路器の回路 8 の比較的詳細な回路図を示す。第 1 半導体開閉器 (I G B T) 1 1 a は、M O S F E T の形態で第 2 半導体開閉器 1 1 b とカスコード配列で直列に接続されていることが識別できる。両方の半導体開閉器 1 1 a、1 1 b を有するカスコード配列は、それによって図 1 と同様に機械式開閉器 7 およびそれによって主電路 6 と、並列の整流路 1 6 を形成する。

【 0 0 3 1 】

図 1 に示した断路器配列ならびに図 2 に示したカスコード配列において、第 1 半導体開閉器 1 1 a は直流電流源 2 およびハイブリッド断路器 7、8 の間で主電路 6 に案内されている。そこで電位 U_+ は常に、第 2 半導体開閉器 (M O S F E T) 1 1 b が主電路 6 に案内された対向する開閉器側で電位 U_- よりも大きい。正電位 U_+ は、機械式開閉器 7 が閉じているとき 0 V になる。

【 0 0 3 2 】

第 1 半導体開閉器 (I G B T) 1 1 a は、リカバリダイオード D 2 に接続されている。第 1 ツェナーダイオード D 3 は、陽極側で電位 U_- に対して、および陰極側で第 1 半導体開閉器 (I G B T) 1 1 a のゲート (制御入力 1 5) に接続されている。もう 1 つのツェナーダイオード D 4 は、陰極側で再びゲート (制御入力 1 5) に、および陽極側で第 1 半導体開閉器 (I G B T) 1 1 a のエミッタに接続されている。

【 0 0 3 3 】

カスコード配列の第 1 および第 2 半導体開閉器 1 1 a もしくは 1 1 b の間の中央タップまたはカスコードタップ 1 7 に、陽極側でダイオード D 1 が案内されており、陰極側でエネルギー蓄積器 1 3 として利用されるコンデンサ C を介して電位 U_- に対して接続されている。また、複数のコンデンサ C はエネルギー蓄積器 1 3 を形成することができる。ダイオード D 1 およびエネルギー蓄積器 1 3 もしくはコンデンサ C の間の陽極側の電圧タップ 1 8 を介してオーム抵抗 R 1 および R 2 に接続されたトランジスタ T 1 は、別の抵抗 R 3 および R 4 を介して再び半導体電子回路 8 の制御入力 1 5 に案内された第 2 半導体開閉器 (M O S F E T) 1 5 のゲートに接続されている。並列の抵抗 R 5 を有するもう 1 つのツェナーダイオード D 5 は、陰極側でゲートに、および陽極側で第 2 半導体開閉器 (M O S F E T) 1 1 b のエミッタに接続されている。

【 0 0 3 4 】

トランジスタ T 1 はベース側で、オーム抵抗 R 6 を介してそのベース側でたとえばモノフロップとして構成された時限素子 1 4 に接続されたトランジスタ T 2 を介して駆動される。トランジスタ T 2 は、ベース・エミッタ側で特にもう 1 つの抵抗 R 7 に接続されている。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、電流電圧時間図で時点 t_K での機械式開閉器 7 の時間的に接点開放前、および開閉器 7 もしくはその開閉器接点 7 a、7 b (図 2) を介したアーク L B の持続時間 t_{LB} 中、ならびに一定の、所定のもしくは設定された時限素子 1 4 の持続時間 t_{ZG} の間のハイブリッド断路器 7、8 の開閉器電圧 U および開閉器電流 I の推移を示す。閉じた機械式開閉器 7 の場合で主電路 6 は低インピーダンスであり、ハイブリッド断路器 7、8 の並列の整流路 1 6 の間には高インピーダンスであり、およびそれによって電流阻止されている。

【 0 0 3 6 】

図 3 の図左半分に示した電流推移は、排他的に機械式開閉器 7 を介してのみ流れる、開閉器接点 7 a および 7 b の接点開放の時点 t_K までの電流 I を表す。機械式開閉器 7 の開放は、すでに接点開放の時点 t_K 前の詳細に規定しない時点で行われた。図 3 の図左下半分に示した開閉器電圧 U は、時間的に接点開放時点 t_K の前に実質的に 0 V になり、機械式開閉器 7 の開閉器接点 7 a、7 b の開放によって時点 t_K までに飛躍的にアーク L B に対して特性的な、たとえば 2 0 V ~ 3 0 V の典型的なアーク電圧 U_{LB} を有する値に上昇する。正電位 U_+ は、それによって機械式開閉器 7 が開くとき、前記アーク電圧 U_{LB} に

10

20

30

40

50

対して約 30 V になる。

【0037】

接点開放時点 t_K に続く持続時間（アーク時間間隔） t_{LB} の間に、すでに本質的にアーク電流に相当する、主電路 6 から整流路 16 への開閉器電流 I の整流が開始する。

持続時間 t_{LB} の間に実質的にアーク電流 I は、主電路 6 - つまり機械式開閉器 7 を介して - および整流路 16 - つまり半導体電子回路 8 の間で分割される。前記アーク時間間隔 t_{LB} の間にエネルギー蓄積器 13 が充電される。持続時間 t_{LB} は、この場合、一方で十分なエネルギーが半導体電子回路 8 の確実な駆動のために供給され、特にアーク持続時間を表す持続時間 t_{LB} に続く時間 t_{ZG} の間にその遮断のために供給するように設定されている。他方、持続時間 t_{LB} は十分短く、それによって望ましくない開閉器 7 もしくは開閉器接点 7a、7b の接点燃焼または接点摩耗が回避される。

10

【0038】

アーク LB の開始と共にアーク電圧 U_{LB} の発生により抵抗 R （図 2）を介して第 1 半導体開閉器（IGBT）11a は、十分な充電電圧および十分なアーク電流もしくは充電電流がコンデンサ C と共にエネルギー蓄積器 13 に対して供給される限りで少なくとも先行制御される。好ましくは、そのために抵抗 R およびツェナーダイオード $D3$ と第 1 半導体開閉器（IGBT）11a の対応の回路構成によって電子回路 8 の制御回路が構成され、この制御回路によって電圧がカスコードタップ 17 で、たとえば $U_{Ab} = 12\text{ V}$ （直流）に設定される。この場合、正電位 U_+ に近い第 1 半導体開閉器（IGBT）11a を通してアーク電流と共にハイブリッド断路器 7、8 の開閉器電流 I の一部が流れる。

20

【0039】

タップ電圧 U_{Ab} は、本質的にトランジスタ $T1$ および $T2$ ならびに時限素子 14 およびエネルギー蓄積器 13 によって形成される電子回路 8 の駆動回路 12 への給電に利用される。陽極側でカスコードタップ 17 におよび陰極側でコンデンサ C に接続されるダイオード $D1$ は、コンデンサ C からおよび電位 U_- の方向へ整流路 16 を介して充電電流の還流を阻止する。

【0040】

十分なエネルギーがコンデンサ C の中におよびそれによってエネルギー蓄積器 13 の中に含まれ、それに応じて十分高い制御電圧または開閉電圧 U_{sp} が電圧タップ 18 にあるとき、トランジスタ $T1$ およびその結果トランジスタ $T2$ が先行制御され、それによって両方の半導体開閉器 11a、11b も完全に先行制御される。アーク電流もしくは開閉器電流 I は、開いた開閉器 7 によって形成された主電路 6 の断路区間の非常に高い抵抗と比較して本質的により小さい、これ以後先行制御される半導体開閉器 11a、11b の抵抗によって実質的に排他的に整流路 16 を介してのみ流れる。正電位 U_+ は、それによって開閉器電流 I が電子回路 8 で整流するとき、新たに 0 V に進む。その結果、アーク LB は機械式開閉器 7 の接点 7a、7b の間で消弧する。

30

【0041】

充電容量と共にコンデンサ C の中に含まれる蓄積器エネルギーは、半導体電子回路 8 が開閉器電流 I を時限素子 14 によって設定された持続時間 t_{ZG} に対して担うように指定されている。この持続時間 t_{ZG} は、たとえば $t_{ZG} = 3\text{ ms}$ に設定することができる。前記持続時間 t_{ZG} の指定と共に時限素子 14 の決定は、本質的にアーク LB の完全な消弧に対するアプリケーション仕様または典型的な持続時間ならびにその際に形成されるプラズマの十分な冷却に向けられている。この場合の本質的な基準は、電子回路 8 の遮断の実施後にそれを受けて再び高インピーダンスの整流路 16 と、それに応じて電流阻止する半導体電子回路 8 によって依然として開いている機械式開閉器 7 でもしくはその開閉器接点 7a、7b を介して新たなアーク LB が発生しないことである。

40

【0042】

時限素子 14 によって規定された持続時間 t_{ZG} 後に、開閉器電流 I が実質的に零（ $I = 0\text{ A}$ ）に低下し、他方、同時に回路電圧が直流電流源 2 から供給される、たとえば 1000 V（直流）～ 1500 V（直流）の動作電圧 U_B に上昇する。正電位 U_+ は、それに

50

よって整流路 16 が半導体開閉器 11 の阻止によって高インピーダンスになり、それによって電子回路 8 が新たに電流阻止されるとき、前記動作電圧 U_B は約 1000 V に近づく。

【0043】

主回路 6 の前記時点で同時に高インピーダンスの整流路 16 で電氣的に開かれるので、すでに無アークのガルヴァーニウム直流電流遮断が直流電流源 2 と電気装置 3 の間で構築される。それに応じて、直流電流源 2 と電気装置として例示的に引用されたインバータ 3 の間の接続はすでに確実に分離されている。耐衝撃性の電氣的遮断のために、それに続き付加的に断路装置 1 の機械式断路素子 10 も無負荷および無アークで開くことができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0044】

【図 1】光発電機とインバータの間の自律型ハイブリッド断路器を備える本発明のガルヴァーニウム直流電流遮断用断路装置の一例を示すブロック図である。

【図 2】本発明によるカスコード配列の 2 個の半導体開閉器ならびにエネルギー蓄積器としてコンデンサを備える断路装置の比較的詳細な回路図である。

【図 3】電流電圧時間図による時間的にアークの消弧前、消弧中および消弧後の開閉器の電流および電圧の発生経過を示すグラフである。

【符号の説明】

【0045】

- 1 断路装置
- 2 直流電流源
- 3 インバータ
- 4 太陽光発電モジュール
- 5 発電機端子箱
- 6 主回路
- 7 開閉接点 / 開閉器
- 7 a、7 b 接点
- 8 半導体電子回路
- 9 帰線
- 10 断路素子
- 11 a 第 1 半導体開閉器
- 11 b 第 2 半導体開閉器
- 12 駆動回路
- 13 エネルギー蓄積器
- 14 時限素子
- 15 制御入力
- 16 整流路
- 17 カスコード / 中央タップ
- 18 電圧タップ
- I 開閉器電流
- t_K 接点開放時点
- t_{LB} アーク持続時間
- t_{ZG} 時限素子の持続時間
- U 開閉器電圧
- U_B 動作電圧
- U_{LB} アーク電圧

20

30

40

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス・ツィツルスペルガー

ドイツ連邦共和国 9 1 2 1 7 ヘルスブルク スタインガッセ 7 a

(72)発明者 フランク・ゲルディナンド

ドイツ連邦共和国 3 8 3 5 0 ヘルムステッド エルンスト・ロイター・シュトラッセ 5

審査官 段 吉享

(56)参考文献 特開昭 5 1 - 0 0 9 2 4 6 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 0 6 8 3 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 H 1 / 0 0 - 2 5 / 0 6 , 8 9 / 0 0 - 8 9 / 1 0

H 0 1 H 3 1 / 0 0 - 3 3 / 9 9