(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月8日(08.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/042516 A1

(51) 国際特許分類:
H01H 33/00 (2006.01) *G01R 31/333* (2006.01)
G01R 31/327 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2016/075328

(22) 国際出願日： 2016年8月30日(30.08.2016)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社 東芝(**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA**) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

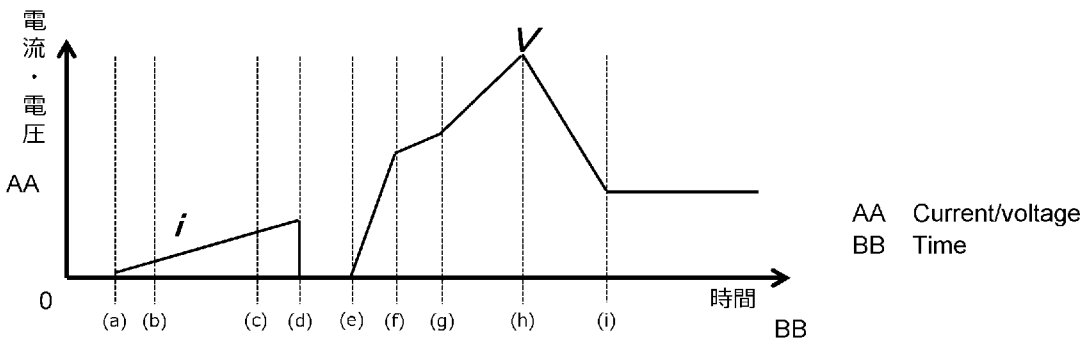
(72) 発明者: 橋 本 優 平 (**HASHIMOTO, Yuhei**); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 宮崎 健作 (**MIYAZAKI, Kensaku**); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 小山 博(**KOYAMA, Hiroshi**); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 金谷 和長(**KANAYA, Kazuhisa**); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 網田 芳明(**OHDA, Yoshiaki**); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 木 内 光 春 (**KIUCHI, Mitsuharu**); 〒1050003 東京都港区西新橋１丁目６番１３号 虎ノ門吉荒ビルディング５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** MECHANICAL SWITCH TESTING METHOD AND TESTING DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称： 機械式開閉器の試験方法及びその試験装置



(57) **Abstract:** Provided are a mechanical switch testing method and a testing device therefor for verifying the interruption capability of a mechanical switch used in a direct current circuit breaker. The testing method uses the testing device, which is equipped with a current source circuit A and a voltage source circuit B, to verify the interruption capability of the mechanical switch 1 used in the direct current circuit breaker, the method comprising supplying a current from the current source circuit A to the mechanical switch 1, opening the mechanical switch 1, stopping the current supply from the current source circuit A to the mechanical switch 1, and, after a predetermined time has elapsed, applying a return voltage from the voltage source circuit B to the mechanical switch 1.

(57) 要約：直流遮断器に用いられる機械式開閉器の遮断性能を検証する機械式開閉器の試験方法及びその試験装置を提供する。電流源回路Ａと電圧源回路Ｂとを備える試験装置を用いて遮断性能を検証するための直流遮断器に用いられる機械式開閉器１の試験方法であって、電流源回路Ａから機械式開閉器１に電流を供給し、機械式開閉器１を開にし、電流源回路Ａから機械式開閉器１への電流供給を停止し、所定時間経過後に電圧源回路Ｂから機械式開閉器１に回復電圧を印加する。

WO 2018/042516 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 機械式開閉器の試験方法及びその試験装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、直流遮断器に用いられる機械式開閉器の遮断性能を検証するための試験方法及びその試験装置に関する。

背景技術

[0002] 直流送電システムなどの直流系統には、系統事故を遮断するため直流遮断器が用いられる。直流系統の短絡事故からの系統保護を担う直流遮断器としては、例えば、機械式開閉器と当該開閉器に対して並列接続された半導体遮断器とを備えたハイブリッド形直流遮断器が用いられる。この種の直流遮断器１１９は、図３に示すように、機械式開閉器１２０と負荷転流装置１２１からなる通常時の通電部に、半導体遮断器１２２と保護避雷器１２３がそれぞれ並列接続されて構成される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：JURGEN HAFNER, BJORN JACOBSON “Proactive Hybrid HVDC Breaker - A key innovation for reliable HVDC grids“ CIGRE International Symposium in Bologna, 2011

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－０５６３８９号公報

特許文献2：国際公開２０１４／０６４０００号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の直流遮断器１１９において、通常時は、機械式開閉器１２０と負荷転流装置１２１に直流電流を通電させ、短絡事故発生を検知した後、負荷転流装置１２１によって通電経路を半導体遮断器１２２へと移行させる。事故電流が完全に半導体遮断器１２２へ流れるようになった後、半導体遮断器１

２２にて事故電流を遮断し、発生する回復電圧を保護避雷器１２３によって抑制する直流系統を保護する。

[0006] ここで、図４を用いて短絡事故発生から事故電流を遮断するまでの過程を説明する。時刻(a)にて直流系統で短絡事故が発生すると、機械式開閉器１２０の通電電流ｉ１は上昇し始める。時刻(b)にて短絡事故発生を検知し、直流遮断器１１９に短絡事故電流の遮断指令が送られると、機械式開閉器１２０が開路し始め、機械式開閉器１２０の端子間には時刻(d)までの間アークが発生し電流は流れ続ける。

[0007] 時刻(c)から時刻(d)にかけて事故電流は負荷転流装置１２１により半導体遮断器１２２へ通電経路を移行し、当該遮断器１２２に通電電流ｉ２が上昇する。そして、時刻(d)には、当該通電経路の移行が完了し、機械式開閉器１２０に通電しなくなり、半導体遮断器１２２には事故電流が時刻(g)まで流れ続ける。

[0008] 時刻(e)にて半導体遮断器１２２は事故電流の遮断を始め、半導体遮断器１２２内のスナバ回路のコンデンサが充電されることにより、直流遮断器１１９の端子間電圧Ｖは上昇を始める。その後、時刻(f)にて端子間電圧Ｖが半導体遮断器１２２に並列接続された保護避雷器１２３の動作開始電圧に達し、当該避雷器１２３に電流ｉ３が流れ始める。

[0009] そして、時刻(g)にて半導体遮断器１２２での遮断が完了した後、保護避雷器１２３に流れる電流は、時刻(h)にて端子間電圧Ｖが回復電圧波高値を迎え、その後時刻(i)にて電圧抑制を終えるまで流れ続ける。

[0010] 上記のように、直流遮断器は、機械式開閉器や半導体遮断器等との連携により系統を事故から保護する。

[0011] ところで、上記のような直流遮断器が、直流系統の事故遮断に必要な遮断性能を有することを確認する必要がある。上記のようなハイブリッド形直流遮断器の場合、従来から、直流遮断器全体の遮断性能を評価する試験方法が知られている。

[0012] しかし、直流遮断器に用いられる機械式開閉器に必要な責務を機械式開閉

器単体で評価する試験方法は知られておらず、直流遮断器全体を試験対象として遮断性能を試験するしかなかった。そのため、直流遮断器による遮断失敗による原因がどの構成によるものかの究明が困難であるという問題があった。

[0013] 本発明の実施形態に係る直流遮断器の試験方法は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、直流遮断器に用いられる機械式開閉器の遮断性能を検証する機械式開閉器の試験方法及びその試験装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記の目的を達成するために、本実施形態の機械式開閉器の試験方法は、電流源回路と電圧源回路とを備える試験装置を用いて遮断性能を検証するための直流遮断器に用いられる機械式開閉器の試験方法であって、前記電流源回路から前記機械式開閉器に電流を供給し、前記機械式開閉器を開にし、前記電流源回路から前記機械式開閉器への電流供給を停止し、所定時間経過後に前記電圧源回路から前記機械式開閉器に回復電圧を印加すること、を特徴とする。

[0015] また、本実施形態の機械式開閉器の試験装置は、直流遮断器に用いられる機械式開閉器の試験装置であって、前記機械式開閉器に対して電流を供給する電流源回路と、前記機械式開閉器に対して回復電圧を印加する電圧源回路と、を備え、前記電流源回路は、前記機械式開閉器に電流を供給する電流供給部と、前記電流供給部と前記機械式開閉器との間に直列に設けられた抵抗と、前記電流供給部と前記抵抗との間で分岐して、前記電流供給部と並列に設けられたスイッチと、を備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本実施形態に係る直流遮断器に用いられる機械式開閉器の試験装置の構成を示す回路図である。

[図2]本実施形態の試験方法における電流及び電圧波形を示す図である。

[図3]直流遮断器の構成を示す図である。

[図4]直流遮断器の試験方法における電流及び電圧波形を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] ［１－１．構成］

以下では、図１及び図２を参照しつつ、本実施形態に係る機械式開閉器の試験方法及びその試験方法に用いる試験装置について説明する。図１は、本実施形態に係る機械式開閉器の試験装置の構成を示す回路図である。

[0018] 機械式開閉器１の試験装置は、試験対象となる機械式開閉器１の遮断性能を試験する装置である。機械式開閉器１は、導体などからなる物理的な接点を有し、当該接点が接離することで導通状態及び遮断状態を切り替える機器である。この機械式開閉器１は、直流遮断器に用いられる開閉器であり、半導体遮断器と並列接続されて、直流電流を遮断する直流遮断器を構成する開閉器である。なお、直流遮断器が用いられる直流系統は、例えば、長距離送電や電力会社間などの直流送電系統や、ビルや大型商業施設などの直流配電、電気鉄道等の直流系統などが挙げられる。

[0019] 図１に示すように、機械式開閉器１の試験装置は、電流源回路Ａ、電圧源回路Ｂ、及びこれらの回路Ａ，Ｂを制御する制御部（不図示）を備える。当該制御部は、電流源回路Ａ及び電圧源回路Ｂと接続されており、各回路Ａ、Ｂの構成要素の接続又は遮断のタイミングを制御する。電流源回路Ａ及び電圧源回路Ｂは、試験対象となる機械式開閉器１に並列接続される。

[0020] 電流源回路Ａは、事故電流供給用の回路であり、機械式開閉器１に対して電流を供給する。電流源回路Ａは、短絡発電機２、保護遮断器３、投入スイッチ４、リアクトル５、補助遮断器６、抵抗７、サージ吸収部８、開閉スイッチ１０を含み構成される。

[0021] 短絡発電機２は、短絡電流を発生させる発電機であり、機械式開閉器１に事故電流相当の電流を供給する電流供給部である。短絡発電機２から発生される短絡電流は交流電流である。短絡発電機２で発生した短絡電流は、短絡発電機２に直列接続されたリアクトル５を介して機械式開閉器１に対して出力される。

[0022] 短絡発電機２と機械式開閉器１との間には、保護遮断器３と投入スイッチ４とが設けられている。投入スイッチ４は、短絡発電機２を試験回路に接続するための開閉器であり、試験対象となる機械式開閉器１に対する短絡発電機２の接続と遮断を切り替える。保護遮断器３は、電流源回路Ａに流れる交流の短絡電流の遮断を行う遮断器である。保護遮断器３は、この交流の短絡電流の電流零点で遮断を行う。

[0023] 補助遮断器６は、短絡発電機２と直列に接続されており、試験対象である機械式開閉器１と短絡発電機２との接続と遮断とを切り替える。補助遮断器６は、例えば導体からなる接点を有する機械式の遮断器である。補助遮断器６が投入状態にあるときは、機械式開閉器１に短絡発電機２から電流を供給可能であり、補助遮断器６が遮断状態にあるときは、電流源回路Ａが機械式開閉器１から切り離し可能である。

[0024] 抵抗７は、短絡発電機２と機械式開閉器１との間にこれらと直列接続されて設けられている。ここでは、抵抗７は、補助遮断器６と機械式開閉器１との間に設けられる。サージ吸収部８は、機械式開閉器１と並列に設けられ、補助遮断器６と接続される。サージ吸収部８は、補助遮断器６で遮断された際に発生するサージを吸収する。サージ吸収部８は、抵抗８ａとコンデンサ８ｂとが直列接続されてなり、コンデンサ８ｂが抵抗８ａを介してサージを吸収し、補助遮断器６による遮断をしやすくする。

[0025] 開閉スイッチ１０は、短絡発電機２と抵抗７との間で分岐して、短絡発電機２及び機械式開閉器１と並列に設けられたスイッチである。開閉スイッチ１０の開閉により電流源回路Ａの通電経路を切り替える。すなわち、開閉スイッチ１０が開状態であれば、電流源回路Ａはその構成１～７が接続可能な一つの閉回路となり、開閉スイッチ１０が閉状態であれば、その構成１～５、１０が接続可能な一つの閉回路となる。

[0026] 電圧源回路Ｂは、回復電圧印加用の回路であり、機械式開閉器１に対して回復電圧を印加する。より具体的には、電圧源回路Ｂは、開路となった機械式開閉器１の端子間に直流遮断器定格波高値相当の直流電圧を印加する。電

圧源回路Ｂは、電圧源コンデンサ１２、充電装置１１、始動スイッチ１３、リアクトル１４、抵抗１５及びコンデンサ１６を含み構成される。

[0027] 電圧源コンデンサ１２は、電圧源回路Ｂの電圧源となる直流コンデンサである。電圧源コンデンサ１０は、始動スイッチ１３が投入状態である場合に、リアクトル１４を介して機械式開閉器１に対して回復電圧を印加する。電圧源コンデンサ１０は、機械式開閉器１を備えた直流遮断器が設けられた直流系統における系統事故時の短絡電流の一部を供給する容量を有する。また、回復電圧は、他のコンデンサを過渡回復電圧の調整用として併用しても良い。

[0028] 充電装置１１は、電圧源コンデンサ１２と並列接続され、電圧源コンデンサ１２を充電する装置である。始動スイッチ１３は、電圧源コンデンサ１２からの電圧印加のオンとオフを切り替える機器である。

[0029] 電圧源回路Ｂは、電圧源コンデンサ１２を直流電圧源として、過渡振動回路（ＬＣＲ回路）を備える。すなわち、電圧源コンデンサ１２に対して、リアクトル１４、抵抗１５及びコンデンサ１６が直列に接続されており、過渡振動回路を構成する。この過渡振動回路は、過渡現象を発生させて機械式開閉器１に印加する電圧を調整する。このため、電圧源回路Ｂが機械式開閉器１に印加する回復電圧は、高周波電圧である。

[0030] コンデンサ１６は、電圧源コンデンサ１２が供給する電圧を調整する電圧調整用コンデンサである。ここでは、コンデンサ１６は、電圧源コンデンサ１２と併用して直流系統事故時に機械式開閉器１に印加される電圧を調整するコンデンサである。

[0031] ［１－２．試験方法］

本実施形態に係る機械式開閉器１の試験方法について、図１及び図２を用いて説明する。図２は、試験対象となる機械式開閉器１に流れる事故電流と当該機械式開閉器１の端子間に印加される電圧波形図である。

[0032] まず、試験開始時は、機械式開閉器１、保護遮断器３、及び補助遮断器６は閉路状態であり、投入スイッチ４、開閉スイッチ１０、及び始動スイッチ

１３は開路状態である。短絡発電機２は、予め所定電圧での励磁状態にあり、電圧源コンデンサ１２は充電装置１１により所定電圧まで充電された状態にある。

[0033] 図２に示すように、時刻(a)において投入スイッチ４を閉路にすると、短絡発電機２から供給された交流電流はリアクトル５及び抵抗７によりその電流の大きさが調整され機械式開閉器１に交流電流が供給される。

[0034] 次に、時刻(b)において機械式開閉器１及び補助遮断器６を開路にする。この開路は、例えば短絡発電機２が供給する交流電流がそのピークになるまでに行う。機械式開閉器１及び補助遮断器６はいずれも機械式の接点を有する機器であるため、開路にしても機械式開閉器１と補助遮断器６のそれぞれの端子間にアークが発生し、これらの端子間で電流は時刻(d)まで流れ続ける。

[0035] そして、時刻(d)において、開閉スイッチ１０を閉路にすることにより短絡発電機２からの事故電流は、補助遮断器６及び機械式開閉器１から開閉スイッチ１０へと通電経路を移行し、補助遮断器６及び機械式開閉器１には電流が流れなくなる。補助遮断器６と機械式開閉器１との間に抵抗７が設けられており、より低抵抗な開閉スイッチ１０へ電流が流れるからである。この時刻(d)において、電流源回路Ａから機械式開閉器１への電流供給が停止する。

[0036] 機械式開閉器１に電流が流れなくなる時刻(d)から所定時間経過後の時刻(e)において、電圧源回路Ｂの始動スイッチ１３を閉路にすることにより、電圧源コンデンサ１２、リアクトル１４、抵抗１５、及びコンデンサ１６によって決まる周波数の電圧が機械式開閉器１に印加される。ここで時刻(d)から時刻(e)までの時間は、直流系統に用いられる、機械式開閉器１及びこれと並列に設けられた半導体遮断器を備えた直流遮断器において、系統事故時に半導体遮断器にのみ電流が流れる時間に相当する時間である。換言すれば、機械式開閉器１に電流も流れず電圧も印加されない時間である。

[0037] そして、上記のように機械式開閉器１に電圧が印加された後、時刻(h)にて電圧波高値を迎える。その後、電圧を低下させた後に電圧源回路Ｂを停止して試験を終了する。

[0038] 以上の実施過程において、時刻(b)から時刻(d)にかけて機械式開閉器１の端子間に加わるアークエネルギー及び時刻(e)以降に印加される機械式開閉器１の端子間電圧が、直流系統の事故時において機械式開閉器の端子間に加わるアークエネルギー及び当該端子間に印加される電圧と等価又はそれ以上にすることにより、機械式開閉器１の性能を評価することができる。

[0039] なお、ここにいうアークエネルギーとは、機械式開閉器１の端子間に印加される電圧Ｖ、機械式開閉器１に流れる電流Ｉ、並びに電圧Ｖ及び電流Ｉが供給される時間ｔを乗算した電力量（Ｐ＝Ｖ・Ｉ・ｔ）である。

[0040] 図２では、短絡発電機２により交流電流のピークに向かって上昇するように事故電流相当の電流を供給したが、機械式開閉器１に要求されるアークエネルギーが供給できれば良いため、交流電流のピークから下がるように事故電流相当の電流を供給しても良い。例えば、交流電流のピークから下がるタイミング（時刻(b)）で機械式開閉器１及び補助遮断器６を開路にし、交流電流が電流零点になるタイミング（時刻(d)）で開閉スイッチ１０を閉路にしても良い。なお、この場合、電流源回路Ａに抵抗７及び開閉スイッチ１０は設けなくても良い。時刻(b)から時刻(d)の間で機械式開閉器１及び補助遮断器６にアーク通電が生じたとしても、交流電流の電流零点でアークも消滅するので、電流及び電圧が機械式開閉器１に供給されなくなり、通電経路を移行させる必要がないからである。

[0041] また、機械式開閉器１の端子間に印加する回復電圧波形は、図２の波形に限定されない。すなわち、始動スイッチ１３を閉路にする時刻(e)から電圧波高値となる時刻(h)までの時間と、当該電圧波高値が、直流系統事故時における機械式開閉器の端子間に印加される電圧を模擬できれば良く、例えば、時刻(e)から時刻(h)まで図２と異なり直線的に電圧波高値まで上昇し、その後下降するような波形としても良い。

[0042] ［１－３．効果］

（１）本実施形態の機械式開閉器１の試験方法は、電流源回路Ａと電圧源回路Ｂとを備える試験装置を用いて遮断性能を検証するための直流遮断器に用

いられる機械式開閉器１の試験方法であって、電流源回路Ａから機械式開閉器１に電流を供給し、機械式開閉器１を開にし、電流源回路Ａから機械式開閉器１への電流供給を停止し、所定時間経過後に電圧源回路Ｂから機械式開閉器１に回復電圧を印加するようにした。

[0043] これにより、直流遮断器に用いられる機械式開閉器１の遮断性能を評価することができる。すなわち、機械式開閉器１が、当該開閉器１と並列接続される半導体遮断器とともに直流遮断器を構成する場合、直流遮断器の実際の使用時においては、機械式開閉器１の遮断後は半導体遮断器に電流が流れ、当該半導体遮断器によって電流が遮断されることとなるため、この間機械式開閉器１には電流が流れず、かつ、電圧も印加されない時間が生じる。この点、本実施形態の試験方法によれば、機械式開閉器１の遮断後の、当該開閉器１に電流及び電圧が供給されない時間を再現することができるため、直流遮断器の一部として組み込まれる機械式開閉器１そのものの遮断性能を検出することができる。

[0044] その結果、従来は、直流遮断器全体でしか遮断性能を評価できなかったため、当該遮断器による遮断が失敗したときに、どの構成機器が遮断失敗の原因かを究明するのに時間を要していたが、本実施形態の試験方法によれば、その構成機器である機械式開閉器１単独の遮断性能を試験することができるため、原因究明に要する時間を短縮化することも可能となる。また、アーク通電の後の機械式開閉器１の電極間の絶縁性能は時間経過とともに回復していくものであるため、機械式開閉器１の電極間の絶縁性能の向上に対する負担を軽くすることができる利点もある。

[0045] なお、機械式開閉器１に供給する事故電流は、機械式開閉器１の端子間にかかるアークエネルギーが、直流系統事故において機械式開閉器１の端子間にかかるアークエネルギーと等価又はそれ以上となるように供給すれば足りるため、電流源回路Ａが直流系統に定常時に流れる直流電流を供給する必要はない。また、電圧源回路Ｂは事故電流遮断後の回復電圧相当の電圧のみを印加すれば良いので、コンデンサ、リアクトル、及び抵抗を備えた簡単な構

成の過渡振動回路を試験装置に設ければ足りる。従って、短絡発電機などの一般的な交流遮断器の大電力試験設備を有していれば、半導体遮断器を用いることなく機械式開閉器１単体の性能を評価する試験装置を得ることができ、設備投資や設備配置の敷地などを別途準備する必要がなく、経済的な利点がある。

[0046] （２）電流源回路Ａは、ピークから下降する交流電流を機械式開閉器１に供給し、交流電流がピークから電流零点となるまでに機械式開閉器１を開にし、交流電流が電流零点となる時点で機械式開閉器１への電流供給を停止するようにした。

[0047] これにより、比較的簡単に交流電流の供給及び停止が可能であるので、簡便に機械式開閉器１の遮断性能を試験することができる。

[0048] （３）電流源回路Ａは、交流電流を機械式開閉器１に供給し、交流電流のピークとなるまでに、機械式開閉器１を開にし、電流源回路Ａから機械式開閉器１への電流供給を停止するようにとした。これにより、電流が上昇する実際の事故発生を模擬した形で機械式開閉器の遮断性能を試験できるので、より正確な遮断性能の評価をすることができる。

[0049] （４）本実施形態の機械式開閉器１の試験装置は、直流遮断器に用いられる機械式開閉器１の試験装置であって、機械式開閉器１に対して電流を供給する電流源回路Ａと、機械式開閉器１に対して回復電圧を印加する電圧源回路Ｂと、を備え、電流源回路Ａは、機械式開閉器１に電流を供給する短絡発電機２と、短絡発電機２と機械式開閉器１との間に直列に設けられた抵抗７と、短絡発電機２と抵抗７との間で分岐して、短絡発電機２と並列に設けられた開閉スイッチ１０と、を備えるようにした。

[0050] これにより、電流源回路Ａによる機械式開閉器１への電流供給後から電圧源回路Ｂによる回復電圧印加までの間に、直流遮断器に用いられる半導体遮断器での遮断の際に生じる、機械式開閉器に電流及び電圧が供給されないことを模擬した時間を設けることができるので、直流遮断器に用いられる機械式開閉器１単独の遮断性能を試験することができる。

[0051] ［２．その他の実施形態］

本明細書においては、本発明に係る複数の実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであって、発明の範囲を限定することを意図していない。以上のような実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の範囲を逸脱しない範囲で、種々の省略や置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

[0052] 他の実施形態としては、上記の試験方法を、制御部を設けて実現しても良いし、作業員により各回路Ａ、Ｂのスイッチの投入又は遮断を行っても良い。制御部を設ける場合、当該制御部は、シーケンス管理するためのプログラムが記憶された記録媒体を有するコンピュータであり、当該プログラムを実行することで、各回路Ａ、Ｂのそれぞれの機器に所定のタイミングで接続又は遮断の指令を出力する。

[0053] 上記実施形態の短絡発電機２に代えて、ＬＣ共振回路を用いて機械式開閉器１に電流を供給する電流供給部を構成してもよい。

符号の説明

[0054]

１	機械式開閉器
Ａ	電流源回路
２	短絡発電機
３	保護遮断器
４	投入スイッチ
５	リアクトル
６	補助遮断器
７	抵抗
８	サージ吸収部
８ａ	抵抗
８ｂ	コンデンサ

Ｂ	電圧源回路
１１	充電装置
１２	電圧源コンデンサ
１３	始動スイッチ
１４	リアクトル
１５	抵抗
１６	コンデンサ

請求の範囲

[請求項1] 電流源回路と電圧源回路とを備える試験装置を用いて遮断性能を検証するための直流遮断器に用いられる機械式開閉器の試験方法であって、

前記電流源回路から前記機械式開閉器に電流を供給し、

前記機械式開閉器を開にし、

前記電流源回路から前記機械式開閉器への電流供給を停止し、

所定時間経過後に前記電圧源回路から前記機械式開閉器に回復電圧を印加すること、

を特徴とする機械式開閉器の試験方法。

[請求項2] 前記電流源回路は、ピークから下降する交流電流を前記機械式開閉器に供給し、

前記交流電流が前記ピークから電流零点となるまでに前記機械式開閉器を開にし、

前記交流電流が前記電流零点となる時点で前記機械式開閉器への電流供給を停止すること、

を特徴とする請求項１記載の機械式開閉器の試験方法。

[請求項3] 前記電流源回路は、交流電流を前記機械式開閉器に供給し、

前記交流電流のピークとなるまでに、前記機械式開閉器を開にし、前記電流源回路から前記機械式開閉器への電流供給を停止すること、

を特徴とする請求項１記載の機械式開閉器の試験方法。

[請求項4] 直流遮断器に用いられる機械式開閉器の試験装置であって、

前記機械式開閉器に対して電流を供給する電流源回路と、

前記機械式開閉器に対して回復電圧を印加する電圧源回路と、

を備え、

前記電流源回路は、

前記機械式開閉器に電流を供給する電流供給部と、

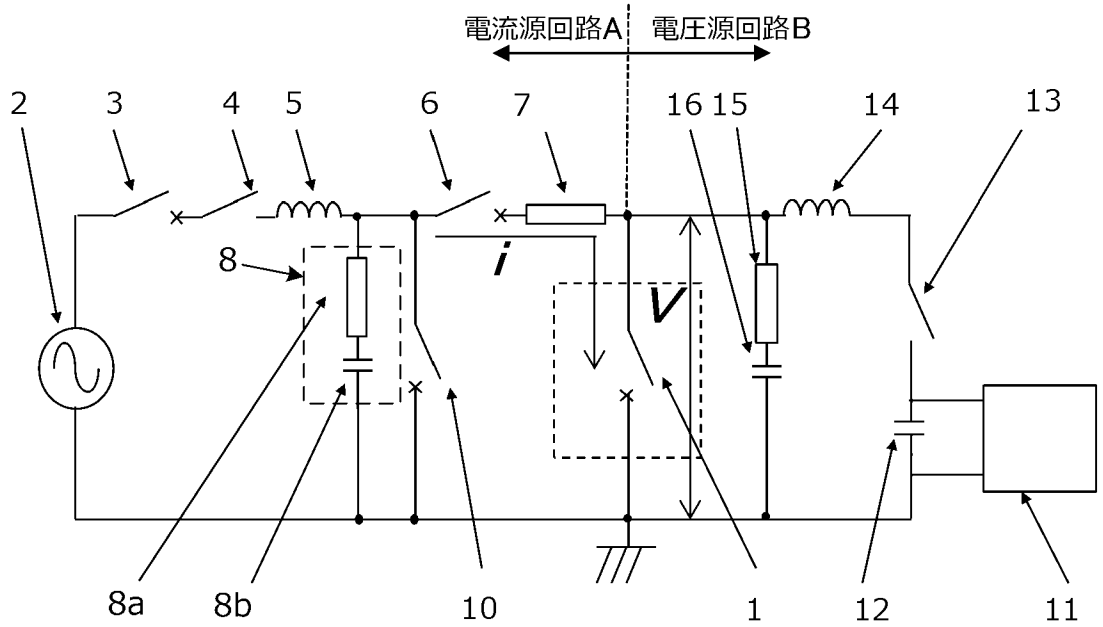
前記電流供給部と前記機械式開閉器との間に直列に設けられた抵抗

と、

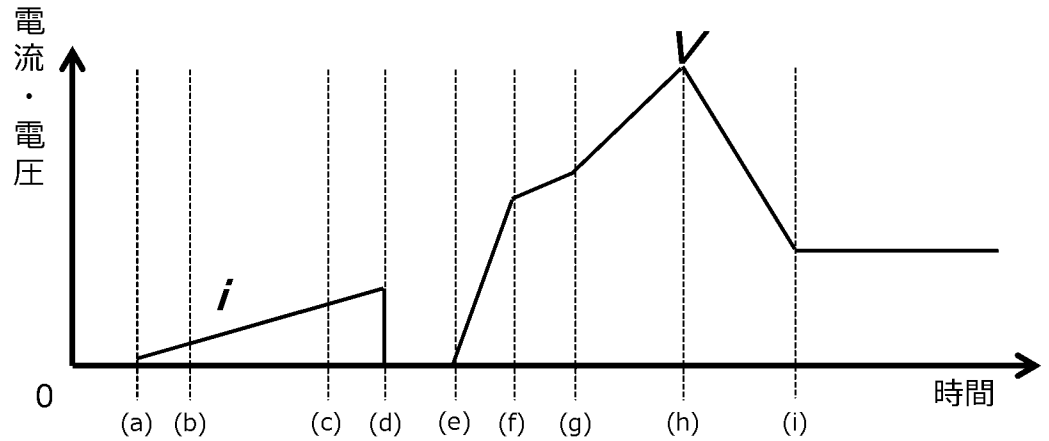
前記電流供給部と前記抵抗との間で分岐して、前記電流供給部と並列に設けられたスイッチと、

を備えることを特徴とする機械式開閉器の試験装置。

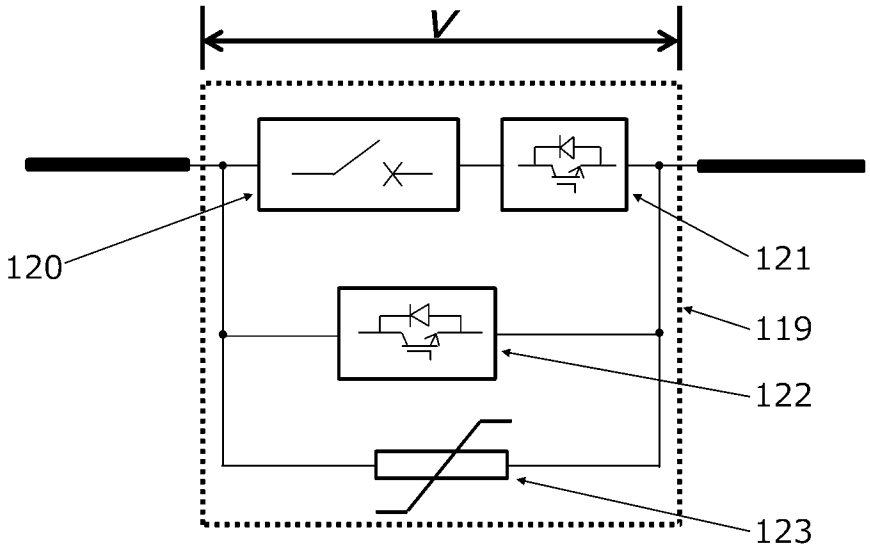
[図1]


電流源回路A
電圧源回路B
2
3
4
5
6
7
16
15
14
13
8
i
V
8a
8b
10
1
12
11

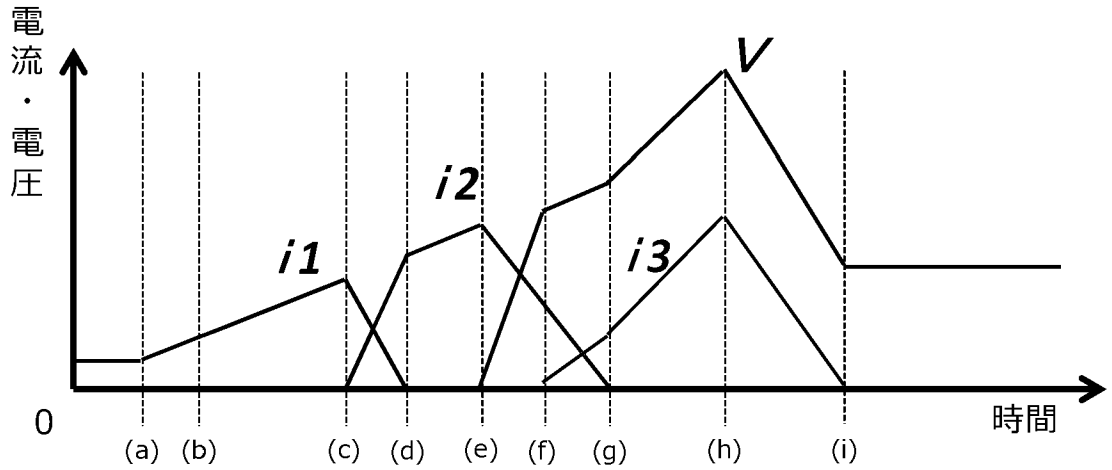
[図2]


電流・電圧
V
i
0
時間
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)
(i)

[図3]


V
120
121
119
122
123

[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/075328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01H33/00(2006.01)i, *G01R31/327*(2006.01)i, *G01R31/333*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01H33/00, G01R31/327, G01R31/333

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 57-57267 A (Hitachi, Ltd.), 06 April 1982 (06.04.1982), page 2, lower right column, line 12 to page 3, lower left column, line 8; fig. 4 to 5 (Family: none)	1-3 4
A	JP 52-80476 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 06 July 1977 (06.07.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2002-509335 A (ABB AB.), 26 March 2002 (26.03.2002), entire text; all drawings & US 6239514 B1 & WO 1999/031693 A1 & EP 1040497 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 October 2016 (17.10.16)	01 November 2016 (01.11.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/075328

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-115242 A (Toshiba Corp.), 18 April 2003 (18.04.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2015-56389 A (Toshiba Corp.), 23 March 2015 (23.03.2015), entire text; all drawings & WO 2015/037223 A1 & EP 3046127 A1 & CN 105531787 A	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７５３２８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01H33/00(2006.01)i, G01R31/327(2006.01)i, G01R31/333(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01H33/00, G01R31/327, G01R31/333

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X A	JP 57-57267 A (株式会社日立製作所) 1982.04.06, 第2頁右下欄第12行-第3頁左下欄第8行, 第4-5図 (ファミリーなし)	１－３ ４
A	JP 52-80476 A (東京芝浦電気株式会社) 1977.07.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	１－４
A	JP 2002-509335 A (エービービー　アクチボラゲット) 2002.03.26, 全文, 全図 & US 6239514 B1 & WO 1999/031693 A1 & EP 1040497 A1	１－４

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１７．１０．２０１６	０１．１１．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｔ　３３２５
出野　智之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-115242 A (株式会社東芝) 2003.04.18, 全文,全図 (ファミリーなし)	１－４
A	JP 2015-56389 A (株式会社東芝) 2015.03.23, 全文,全図 & WO 2015/037223 A1 & EP 3046127 A1 & CN 105531787 A	１－４