

(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
2016年12月29日(29.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/208465 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 31/327 (2006.01) G01R 31/333 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/067736
- (22) 国際出願日: 2016年6月15日(15.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-128419 2015年6月26日(26.06.2015) JP
- (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). 種子田 賢宏 (TANEDA, Takahiro); 〒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). 乙幡 将吾 (OPPATA, Shogo); 〒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). 工藤 喜悦 (KUDO, Kietsu); 〒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).

(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).

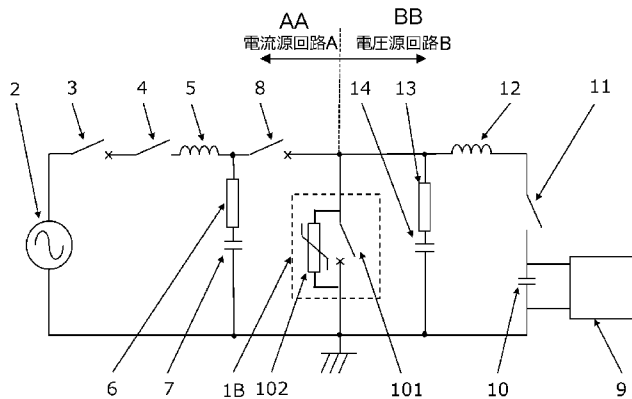
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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),

[続葉有]

(54) Title: TESTING METHOD FOR DC CIRCUIT BREAKER

(54) 発明の名称: 直流遮断器の試験方法



AA Current source circuit A
BB Voltage source circuit B

(57) Abstract: Provided is a testing method for a DC circuit breaker, in which the circuit breaking ability of a DC circuit breaker is verified with a testing device that is used in synthetic testing for an AC circuit breaker. A testing method according to the present invention is a testing method for a DC circuit breaker 1, in which the circuit breaking ability of the DC circuit breaker 1 is verified by using a testing device including a current source circuit A and a voltage source circuit B, wherein at least an AC current from the current source circuit A is supplied to the DC circuit breaker 1 when the level of the current has reached a level corresponding to a fault current due to a DC grid fault, the voltage source circuit B is connected to the DC circuit breaker 1 before the shut-off to apply a voltage to the DC circuit breaker 1, and a recovery voltage is applied from the voltage source circuit B simultaneously with the shut-off.

(57) 要約: 交流遮断器の合成試験法に用いる試験装置で、直流遮断器の遮断性能を検証する直流遮断器の試験方法を提供する。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1の試験方法であって、直流遮断器1に、少なくとも電流源回路Aから交流の電流を供給

し、当該電流が直流系統の系統事故による事故電流相当となった時点で、直流遮断器1により当該電流を遮断し、前記遮断以前に、電圧源回路Bを直流遮断器1に接続することにより直流遮断器1に電圧を印加し、前記遮断と同時に電圧源回路Bから回復電圧を印加する。



WO 2016/208465 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 直流遮断器の試験方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、直流遮断器の遮断性能を検証するための試験方法に関する。

背景技術

[0002] 交流電力システムの落雷等による短絡事故からの系統保護を行うため、大容量の交流遮断器が用いられている。この交流遮断器の遮断試験法には、合成試験法と呼ばれる試験法が知られている（例えば、非特許文献1参照。）。この合成試験法は、試験対象となる交流遮断器に対して、事故電流相当の短絡電流を供給する電流源回路と、高周波電流を供給し回復電圧を印加するための電圧源回路とが、それぞれ並列に接続される試験装置を用いて行われる。

[0003] 具体的には、次の（１）～（４）の手順で交流遮断器の遮断試験を行う。

（１）電流源回路から事故電流相当の交流の短絡電流を交流遮断器に供給する。

（２）当該短絡電流の最終零値直前で電圧源回路から高周波電流を供給して、電流源回路及び電圧源回路の２回路から重畳電流を交流遮断器に流す。

（３）電流源回路を、短絡電流が最終零値となる時点で交流遮断器から遮断する。

（４）その後、高周波電流を交流遮断器により遮断し、当該交流遮断器の端子間に回復電圧を生じさせる。

[0004] ところで、直流システムの短絡事故から系統保護を行うため、直流遮断器が用いられている。直流遮断器は、短絡等による事故電流を遮断する。このような系統保護を確実にを行うため、直流遮断器には、用いられる直流系統に応じて所定の遮断性能が要求される。

[0005] 直流遮断器の遮断試験方法として、交流の短絡発電機からの短絡事故電流を整流器にて直流電流に整流させて、直流システム事故を模擬した短絡時の事故

電流を供給する方法がある。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：電気学会 電気規格調査会標準規格 交流遮断器 JEC-2300-1
998

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかし、近年、直流遮断器の大容量化が進んでいる。そのため、従来の整流器を用いた試験方法では、大容量の整流器を設ける必要があり、試験設備の大型化や設備導入に莫大な投資を要するという問題がある。さらに、大容量の整流器を用いた試験方法では試験効率に問題がある。そのため、従来の整流器を用いた試験方法を採用することは困難であり、別の試験方法が求められる。

- [0008] この点につき、交流遮断器の合成試験法に用いる試験装置を、直流遮断器の遮断性能試験に用いることが考えられる。しかし、この場合には、上記のような手順で遮断性能試験をすることはできない。すなわち、上記の合成試験法では、直流遮断器に、直流系統の事故に相当する電流、電圧の両方を与えることができず、直流遮断器の遮断性能を検証することはできない。

- [0009] 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、直流遮断器の遮断性能を検証する直流遮断器の試験方法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

- [0010] 上記の目的を達成するために、本実施形態の直流遮断器の試験方法は、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の試験方法であって、前記直流遮断器に、少なくとも前記電流源回路から交流の電流を供給し、前記電流が直流系統の系統事故による事故電流相当となった時点で、前記直流遮断器により前記電流を遮断し、前記遮

断以前に、前記電圧源回路を前記直流遮断器に接続することにより前記直流遮断器に電圧を印加し、前記遮断と同時に前記電圧源回路から回復電圧を印加することを特徴とする。

[0011] また、本実施形態の直流遮断器の試験方法は、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の試験方法であって、前記直流遮断器に前記電流源回路から、直流系統の系統事故による事故電流相当の電流を供給し、前記直流遮断器により当該電流を遮断し、前記直流遮断器に前記電流源回路から回復電圧が印加され、前記電流源回路の前記直流遮断器への接続が継続されて前記回復電圧が印加されている間に、前記電圧源回路から前記直流遮断器に直流電圧を印加することを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1の実施形態に係る直流遮断器の試験装置の構成を示す回路図である。
。
[図2]第1の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電流波形図である。
[図3]第1の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電圧波形図である。
[図4]第2の試験方法に用いる直流遮断器の試験装置の構成を示す回路図である。
[図5]第2の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電流波形図である。
[図6]第2の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電圧波形図である。

発明を実施するための形態

[0013] [1. 第1の実施形態]

[1-1. 全体構成]

以下では、図1～図3を参照しつつ、本実施形態に係る直流遮断器の試験方法と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、本実施形態に係る直流遮断器の試験装置の構成を示す回路図である。

[0014] 直流遮断器の試験装置は、試験対象となる直流遮断器1の直流電流の遮断性能を試験する装置である。本実施形態に係る直流遮断器の試験装置は、従

来の交流遮断器の遮断試験に用いられる合成試験回路と同様の構造を有する。すなわち、本実施形態では、合成試験回路に設置される交流遮断器を直流遮断器に置き換えて当該合成試験回路を使用して、直流遮断器の遮断性能を検証する。具体的には、本試験装置は、直流系統の故障発生を模擬するため、後述する2つの電源回路を備える。直流系統としては、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。

[0015] 直流遮断器1は、直流遮断器1内を流れる直流電流を遮断する遮断器である。直流遮断器1は、遮断部101と、エネルギー吸収部102とを備える。遮断部101とエネルギー吸収部102とは並列に設けられる。

[0016] 遮断器101は、回路を流れる電流の遮断／投入を行うスイッチである。遮断部101としては、半導体を用いた半導体遮断部を含み構成される。この遮断部101には、半導体遮断部の他、機械的に遮断／投入を行う機械式の遮断部を含んでいても良い。

[0017] エネルギー吸収部102は、所謂サージアブソーバ（以下、サージアブソーバ102ともいう）である。サージアブソーバ102は、サージアブソーバ102に印加される過渡的な高電圧のエネルギーの吸収を行う。サージアブソーバ102は、遮断部101遮断後の電圧の大きさを制限する。

[0018] 直流遮断器1には、2つの異なる電源回路が並列に接続される。すなわち、本実施形態に係る試験装置は、直流遮断器1に対し、交流の電流を供給する電流源回路Aと、直流遮断器1に対し、回復電圧を印加する電圧源回路Bとを備え、これらの回路A、Bが直流遮断器1に対して並列に接続される。

[0019] [1-2. 詳細構成]

(電流源回路)

電流源回路Aは、直流遮断器1に対して、交流の電流を供給する。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、抵抗6、コンデンサ7、及び補助遮断器8を含み構成される。

[0020] 短絡発電機2は、短絡電流を発生させる発電機である。短絡発電機2から

発生される短絡電流は交流の電流である。短絡発電機 2 で発生した短絡電流は、リアクトル 5 を介して直流遮断器 1 に対して出力される。

[0021] 短絡発電機 2 と直流遮断器 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、直流遮断器 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 を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。

[0022] さらに電流源回路 A には、補助遮断器 8 と、サージ吸収部 4 1 とが設けられている。補助遮断器 8 は、短絡発電機 2 と接続されており、試験対象である直流遮断器 1 と短絡発電機 2 との接続と遮断を切り替える。補助遮断器 8 は、例えば機械式の遮断器である。補助遮断器 8 は、電流源回路 A において、各機器のうち最も直流遮断器 1 側に設けられている。補助遮断器 8 が投入状態にあるときは、直流遮断器 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 8 が遮断状態にあるときは、電流源回路 A が直流遮断器 1 から切り離されており、短絡発電機 2 から電流は直流遮断器 1 に供給されない。

[0023] サージ吸収部 4 1 は、補助遮断器 8 と接続されており、補助遮断器 8 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 4 1 は、前述の抵抗 6 とコンデンサ 7 とが直列接続されてなり、コンデンサ 7 が抵抗 6 を介してサージを吸収し、補助遮断器 8 による遮断をしやすくする。

[0024] (電圧源回路)

電圧源回路 B は、直流遮断器 1 に対して回復電圧を印加する。電圧源回路 B は、電圧源コンデンサ 1 0、充電装置 9、始動スイッチ 1 1、リアクトル 1 2、抵抗 1 3 及びコンデンサ 1 4 を含む構成される。

[0025] 電圧源コンデンサ 1 0 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 1 0 は、始動スイッチ 1 1 が投入状態である場合に、リアクトル 1 2 を介して直流遮断器 1 に対して回復電圧を印加する。電圧源コンデンサ 1 0 は、直流遮断器 1 が設けられる直流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。

[0026] 充電装置 9 は、電圧源コンデンサ 10 と並列接続され、電圧源コンデンサ 10 を充電する装置である。始動スイッチ 11 は、電圧源コンデンサ 10 からの電圧印加のオンとオフを切り替える機器である。

[0027] 電圧源回路 B は、電圧源コンデンサ 10 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 10 に対して、リアクトル 12、抵抗 13 及びコンデンサ 14 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直流遮断器 1 に印加する電圧を調整する。このため、電圧源回路 B が直流遮断器 1 に印加する回復電圧は、高周波電圧である。

[0028] コンデンサ 14 は、電圧源コンデンサ 10 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 14 は、電圧源コンデンサ 10 と併用して直流系統事故時に直流遮断器 1 に印加される電圧を調整するコンデンサである。

[0029] [1-3. 試験方法]

本実施形態の試験方法は、半導体遮断器を含む直流遮断器の、直流系統の短絡事故電流の遮断性能を検証するための方法であり、(1)遮断瞬時の遮断性能を検証するための第 1 の試験方法と、(2)遮断後の遮断性能を検証するための第 2 の試験方法を分けて行う。遮断瞬時の遮断性能の試験方法を図 2 及び図 3 を用いて説明する。図 2 は、第 1 の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電流波形図である。図 3 は、第 1 の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電圧波形図である。

[0030] (1)遮断瞬時の遮断性能を検証するための第 1 の試験方法

試験開始時には、直流遮断器 1 が試験装置に接続され、保護遮断器 3 及び補助遮断器 8 は閉路状態、投入スイッチ 4 及び始動スイッチ 11 は開路状態、短絡発電機 2 は予め所定の電圧での励磁状態、電圧源コンデンサ 10 は充電装置 9 によって予め所定の電圧まで充電された状態にあるとする。

- [0031] まず、図3に示すように、時刻Aにおいて投入スイッチ4を閉路し、短絡発電機2から直流遮断器1の遮断部101に交流電流を供給する。この交流電流は、時刻Aにおいては0Aであり、その後上昇する。この交流電流は、リアクトル5によりその大きさが調整されている。
- [0032] 次に、時刻Bにおいて、始動スイッチ11を投入する。この投入タイミングは、短絡発電機2により供給される交流電流が波高値となる前とする。すなわち、交流電流の1/4周期までとすれば良い。本実施形態では、始動スイッチ11が投入されるまでに遮断部101に供給される電流は、直流系統の系統事故による事故電流未満の電流である。
- [0033] この始動スイッチ11の投入タイミングは、直流遮断器1の遮断部101による電流遮断以前に行えば良く、当該電流遮断と同時又はその直前を含む。本実施形態では、始動スイッチ11の投入タイミングは、当該電流遮断よりも前である。
- [0034] 始動スイッチ11を投入すると、電圧源コンデンサ10とリアクトル12によって決まる周波数の交流電流が遮断部101に供給される。すなわち、始動スイッチ11の投入により電圧源回路Bが直流遮断器に接続され、短絡発電機2からの交流電流に電圧源回路Bからの交流電流が重畳される。この重畳された電流15は、図2に示すように、遮断部101に供給されて上昇していく。また、時刻Bで始動スイッチ11が投入されたことで、電圧源回路Bが直流遮断器1に接続され、これによって直流遮断器1に電圧が印加される。電圧源回路Bの主電源が電圧源コンデンサ10であるため、図3に示すように、電圧源コンデンサ10の電圧はその放電により下降していく。
- [0035] 重畳された電流15となった後、当該電流15が事故電流相当以上となる時刻Cで、遮断部101及び補助遮断器8を開路して電流裁断し、電流15を遮断する。本実施形態では、事故電流相当の電流に達した時点で電流15を遮断する。
- [0036] この遮断により、直流遮断器1の遮断部101間には、電圧源回路Bからの過渡回復電圧17が印加されるとともに、サージアブソーバ102が過電

圧を吸収し、図2に示すように、電圧源コンデンサ10から供給される電流はサージアブソーバ電流16となって当該サージアブソーバ102に流れる。時刻Cにおける電圧源コンデンサ10の電圧は、直流系統の事故による電流遮断時に直流遮断器1に印加される電圧相当の電圧又はそれ以上である。

[0037] 以上のように、直流遮断器1に事故電流相当未満の電流を供給する段階であって、電流遮断よりも前に、電圧源回路Bを直流遮断器1に接続することにより、直流遮断器1に対し、電流供給と電圧印加の両方を行うようにした。これにより、電流遮断時において、直流遮断器1に、直流系統の事故による事故電流相当の電流と、当該事故に伴い印加される相当の電圧である所定の回復電圧とを与えることができるので、直流遮断器1の遮断時における遮断性能を検証することができる。

[0038] [第1の試験方法の変形例]

(1) 上記の第1の試験方法では、始動スイッチ11の投入タイミングを直流遮断器1による電流遮断よりも前とし、当該遮断よりも前に電圧源回路Bを直流遮断器1に接続するようにしたが、電流遮断時に、事故電流相当の電流と、事故電流遮断に伴う電圧相当の所定の回復電圧とが直流遮断器1に与えられれば良く、電圧源回路Bの直流遮断器1への接続タイミングを当該遮断と同時としても良い。このようにしても電流遮断時に、事故電流相当の電流と、事故電流遮断に伴う電圧相当の所定の回復電圧を与えることができる。

[0039] (2) 上記の第1の試験方法では、直流遮断器1への事故電流相当の電流を、2つの電流源回路A、電圧源回路Bを重畳させることによって供給するようにしたが、電流源回路Aのみで供給するようにしても良い。この場合、電圧源回路Bの直流遮断器1への接続は、電流遮断と同時に行う。

[0040] (3) 上記の第1の試験方法では、始動スイッチ11の投入タイミングを、単に、直流遮断器1による電流遮断よりも前としたが、本実施形態のように電圧源回路Bの電圧源がコンデンサで構成される場合、直流遮断器1による電流遮断直前とすると良い。すなわち、このような場合、図3に示すように

、電圧源回路Bの電圧はコンデンサの放電により低下していく。そのため、電流遮断よりかなり早い段階で始動スイッチ11を投入した場合には、電流遮断時に所定の回復電圧が印加できない虞がある。そのため、始動スイッチ11の投入、すなわち電圧源回路Bの直流遮断器1の接続は、電流遮断直前とする。ここにいう電流遮断直前とは、電圧源回路Bにより、電流遮断時において、事故電流遮断に伴う電圧相当の所定の回復電圧が直流遮断器1に印加できるタイミングをいう。

[0041] (2)遮断後の遮断性能を検証するための第2の試験方法

次に、第2の試験方法、すなわち事故電流相当の電流遮断後における直流遮断器1の遮断性能を検証するための試験方法について説明する。図4は、図1に示した試験装置のうち、電圧源回路Bのリアクトル12、コンデンサ14を除いた試験装置の回路図である。第2の試験方法では、当該試験装置を用いる。電圧源回路Bは、リアクトル12、コンデンサ14を除いているため、直流遮断器1に印加する電圧は直流電圧である。図5は、第2の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電流波形図である。図6は、第2の試験方法の短絡電流遮断を行う過程における電圧波形図である。

[0042] 試験開始時には、直流遮断器1が試験装置に接続され、保護遮断器3及び補助遮断器8は閉路状態、投入スイッチ4及び始動スイッチ11は開路状態、短絡発電機2は予め所定の電圧での励磁状態、電圧源コンデンサ10は充電装置9によって予め所定の電圧まで充電された状態にあるとする。

[0043] まず、図5に示すように、時刻Dにおいて投入スイッチ4を閉路し、短絡発電機2から直流遮断器1の遮断部101に交流電流を供給する。この交流電流は、リアクトル5によりその大きさが調整されており、事故電流19として遮断部101に供給される。なお、図6に示すように、投入スイッチ4を閉路にしても、電圧源回路Bは、直流遮断器1に接続されていないので、電圧源コンデンサ10の電圧18は一定に保たれたままである。

[0044] 次に、図5、6に示す時刻Eにおいて、直流遮断器1が電流19を遮断する。すなわち、電流19が直流系統の系統事故による事故電流相当の電流に

達した時点で遮断部 101 を開路にして電流遮断し、電流 19 を遮断する。

[0045] 電流 19 が遮断されると、リアクトル 5、抵抗 6、コンデンサ 7 によって決まる周波数の回復電圧 21 が直流遮断器 1 に印加され、サージアブソーバ 102 が過電圧を吸収し、図 5 に示すように、サージアブソーバ 102 には、短絡発電機 2 から供給される電流がサージアブソーバ電流 20 となって流れる。サージアブソーバ電流 20 が流れている間は、図 6 に示すように、回復電圧 21 は、徐々に低下する。

[0046] 回復電圧 21 の印加後、電流源回路 B の直流遮断器 1 への接続が継続されている。この回復電圧 21 の印加後、サージアブソーバ電流 20 が流れている時刻 F において、始動スイッチ 11 を投入し、補助遮断器 8 を開路にして電流遮断する。そうすると、直流遮断器 1 には、電圧源コンデンサ 10 に蓄えられていた電圧源コンデンサ電圧 22 相当の直流電圧が印加される。

[0047] このように、電圧源回路 B を用いて直流遮断器 1 に電圧を印加するタイミングを、事故電流相当の電流遮断後の回復電圧が印加されるまで遅らせているので、直流遮断器 1 の回復電圧を補償することができる。

[0048] より詳細には、電圧源回路 B からの直流電圧の印加を、電流遮断より後で、かつ、直流遮断器 1 の遮断部 101 に印加される回復電圧が直流系統事故相当に加わる電圧相当未満となる前とする。これにより、直流遮断器 1 の事故電流遮断後の耐電圧性能を検証することが可能となる。なお、図 6 に示すように、本実施形態では、時刻 F のタイミングで回復電圧 21 が急落しているが、その理由は、リアクトル 5 に蓄積されたエネルギーが全て放出されたことによる。

[0049] [1-4. 効果]

(1) 本実施形態の直流遮断器の試験方法は、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 1 の試験方法であって、直流遮断器 1 に、少なくとも電流源回路 A から交流の電流を供給し、当該電流が直流系統の系統事故による事故電流相当となった時点で、直流遮断器 1 により当該電流を遮断し、前記遮断以前に、電圧源回路 B を

直流遮断器 1 に接続することにより直流遮断器 1 に電圧を印加し、前記遮断と同時に電圧源回路 B から回復電圧を印加するようにした。

[0050] これにより、電流遮断時において、事故電流相当の電流と、当該事故時の電圧相当の電圧とを直流遮断器 1 に与えることができるので、直流遮断器 1 が設けられる直流系統の事故を模擬でき、直流遮断器 1 の遮断性能を検証することができる。また、一般的な交流遮断器の大電力試験設備を有していれば、高額で大型化する大容量の直流発電機や整流器を導入することなく直流遮断器 1 の遮断試験を行うことができる。特に、本実施形態では、交流遮断器の合成試験法で用いる既存の試験装置で直流遮断器 1 の遮断試験を行うので、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、経済的な利点大きい。

[0051] (2) 電流源回路 A は、直流遮断器 1 に事故電流相当未満の交流電流を供給し、電圧源回路 B は、直流遮断器 1 の前記遮断前に直流遮断器 1 に接続することにより、電圧源回路 B からの電流を電流源回路 A の電流に重畳させて、事故電流相当の電流とするとともに、直流遮断器 1 に電圧を印加するようにした。

[0052] これにより、事故電流相当の電流の遮断と同時に、直流遮断器 1 に回復電圧を遅滞なく印加することができる。すなわち、直流遮断器 1 による遮断が、半導体遮断器のような瞬間的に遮断可能な遮断器でなされる場合には、電圧源回路 B の直流遮断器 1 への接続を電流遮断時に行おうとしても当該遮断時点から遅れ、電流遮断と回復電圧印加に時間差が生じる可能性がある。しかし、本試験方法によれば、電流遮断より前に予め電圧源回路 B を接続し、電圧印加するようにしているので、電流遮断により、事故電流相当の電流に達する時点と、電圧源回路 B により回復電圧を印加する時点を自動的に揃えることができる。従って、遮断と同時に遅滞なく回復電圧を印加することができる。

[0053] さらに、電圧源回路 B から電流が重畳的に供給されるため、その分電流源回路 A が供給する電流は小さくて済む。そのため、電圧源回路 B を電流遮断

と同時に直流遮断器 1 に接続する場合と比べて、電流源回路 A に用いる短絡発電機 2 として大電流を供給するものがなくなる。その結果、試験装置の設備使用や回路設計のバリエーションを増やすことができる利点がある。

[0054] (3) 電圧源回路 B は、電圧源となる電圧源コンデンサ 10 を有し、電圧源回路 B の直流遮断器 1 への接続は、事故電流相当に達する時点での遮断の直前とした。これにより、より確実に電流遮断時に所定の回復電圧を印加することができる。すなわち、電圧源がコンデンサである場合、電圧源回路 B の接続経過に伴って放電されるため、電圧が低下する。そのため、電流遮断よりもかなり早い段階で電圧源回路 B を直流遮断器 1 に接続すると、電流遮断時において、遮断性能を検証するための所定の回復電圧が印加できない虞がある。そこで、これを回避するために、事故電流相当に達する直前にしたので、より確実に電流遮断時に所定の回復電圧を印加することができる。

[0055] (4) 電圧源回路 B からの回復電圧の印加において、その過電圧が直流遮断器 1 に並列に設けられたサージアブソーバ 102 に吸収されるようにした。これにより、直流遮断器 1 の遮断部 101 に過電圧が加わることを抑制し、所定の回復電圧を印加しやすくすることができる。

[0056] (5) 本実施形態の直流遮断器 1 の遮断試験方法は、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の試験方法であって、直流遮断器 1 に電流源回路 A から、直流系統の系統事故による事故電流相当の電流を供給し、直流遮断器 1 により当該電流を遮断し、直流遮断器 1 に電流源回路 A から回復電圧が印加され、電流源回路 A の直流遮断器 1 への接続が継続されて回復電圧が印加されている間に、電圧源回路 B から直流遮断器 1 に直流電圧を印加するようにした。

[0057] これにより、電圧源回路 B からの直流電圧の印加を、回復電圧が印加されている間にするようにしたので、少なくとも電流遮断までの間は電圧源回路 B から直流遮断器 1 に電圧が印加されない。そのため、電圧源回路 B の電圧を維持することができ、電流遮断後に回復電圧が直流系統の事故相当の電圧未満となって遮断後の耐電圧性能が検証できないことを防止できる。換言す

れば、直流遮断器 1 が電流源回路 A からの事故電流を遮断完了した後の直流遮断器 1 の遮断部 101 の回復電圧を補償することができ、電流遮断後の耐電圧性能の検証をすることができる。

[0058] (5) 電流源回路 A からの回復電圧の印加において、その過電圧が直流遮断器 1 の遮断部 101 に並列に設けられたサージアブソーバ 102 に吸収されるようにした。これにより、直流遮断器 1 の遮断部 101 に過電圧が加わることを抑制し、所定の回復電圧を印加しやすくすることができる。

[0059] [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。

[0060] 他の実施形態としては、上記の遮断瞬時の試験方法や遮断後の試験方法を、作業員によれず、制御部を設けて実現しても良い。すなわち、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ようにしても良い。

[0061] 第 1 の実施形態では、交流遮断器の合成試験法に用いる試験装置で直流遮断器の遮断性能を検証するための方法を説明したが、当該合成試験法と同等の試験装置を用いても良い。

[0062] サージアブソーバ 102 は、直流遮断器 1 の内部に設けたが、遮断部 101 と並列に設けるのであれば、直流遮断器 1 の外部に設けるようにしても良い。

符号の説明

[0063]	1	直流遮断器
	1 0 1	遮断部
	1 0 2	サージアブソーバ
	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	抵抗
	7	コンデンサ
	8	補助遮断器
	4 1	サージ吸収部
	B	電圧源回路
	9	充電装置
	1 0	電圧源コンデンサ
	1 1	始動スイッチ
	1 2	リアクトル
	1 3	抵抗
	1 4	コンデンサ
	1 5、1 9	電流
	1 6、2 0	サージアブソーバ電流
	1 7、2 1	回復電圧
	1 8、2 2	電圧源コンデンサ電圧

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の試験方法であって、
- 前記直流遮断器に、少なくとも前記電流源回路から交流の電流を供給し、
- 前記電流が直流系統の系統事故による事故電流相当となった時点で、前記直流遮断器により前記電流を遮断し、
- 前記遮断以前に、前記電圧源回路を前記直流遮断器に接続することにより前記直流遮断器に電圧を印加し、前記遮断と同時に前記電圧源回路から回復電圧を印加すること、
- を特徴とする直流遮断器の試験方法。
- [請求項2] 前記電流源回路は、前記直流遮断器に事故電流相当未満の交流電流を供給し、
- 前記電圧源回路は、前記直流遮断器の前記遮断前に前記直流遮断器に接続することにより、前記電圧源回路からの電流を前記電流源回路の電流に重畳させて、前記事故電流相当の電流とするとともに、前記直流遮断器に電圧を印加すること、
- を特徴とする請求項1に記載の直流遮断器の試験方法。
- [請求項3] 前記電圧源回路は、電圧源となるコンデンサを有し、
- 前記電圧源回路の前記直流遮断器への接続は、前記遮断の直前であること、
- を特徴とする請求項2に記載の直流遮断器の試験方法。
- [請求項4] 前記試験装置は、交流遮断器の合成試験法に用いられる試験装置であること、
- を特徴とする請求項1又は2に記載の直流遮断器の試験方法。
- [請求項5] 前記直流遮断器は、電流を遮断する遮断部を有し、
- 前記電圧源回路からの回復電圧の印加において、その過電圧が前記直流遮断器の遮断部に並列に設けられたサージアブソーバに吸収され

ること、

を特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の直流遮断器の試験方法

。

[請求項6] 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の試験方法であって、

前記直流遮断器に前記電流源回路から、直流系統の系統事故による事故電流相当の電流を供給し、

前記直流遮断器により当該電流を遮断し、前記直流遮断器に前記電流源回路から回復電圧が印加され、

前記電流源回路の前記直流遮断器への接続が継続されて前記回復電圧が印加されている間に、前記電圧源回路から前記直流遮断器に直流電圧を印加すること、

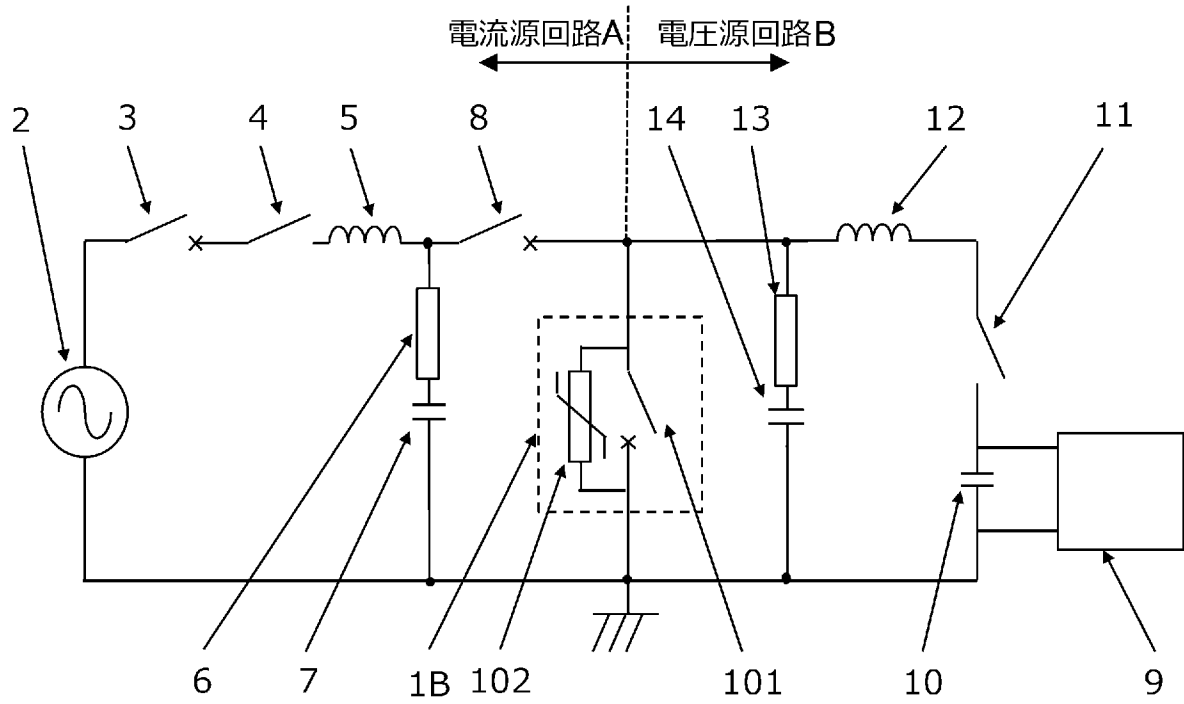
を特徴とする直流遮断器の試験方法。

[請求項7] 前記直流遮断器は、電流を遮断する遮断部を有し、

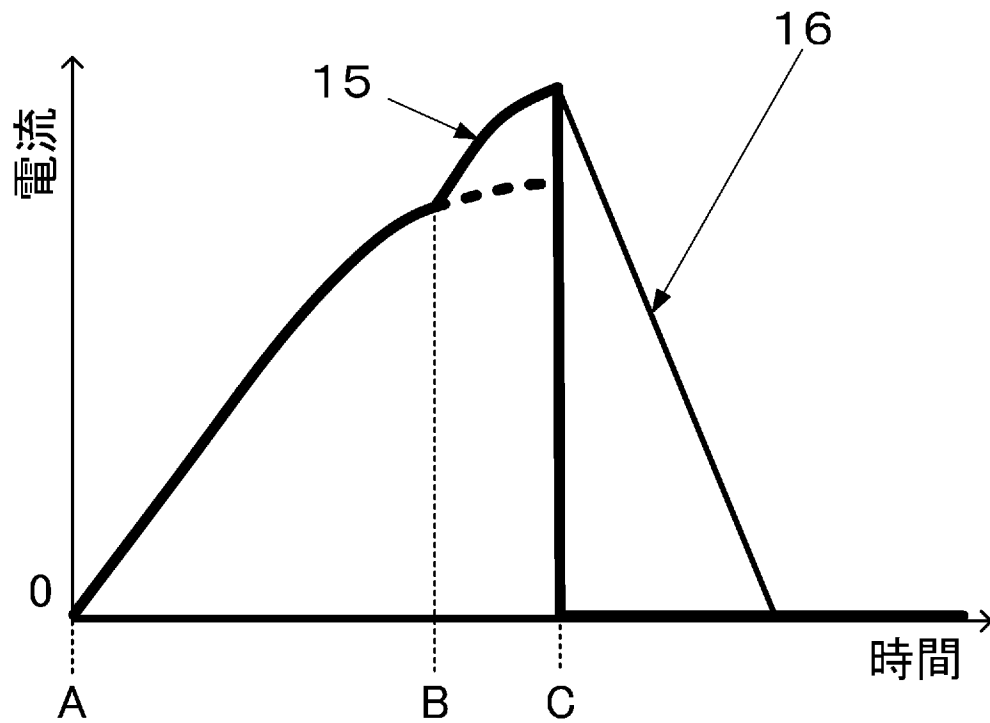
前記電流源回路からの回復電圧の印加において、その過電圧が前記直流遮断器の遮断部と並列に設けられたサージアブソーバに吸収されること、

を特徴とする請求項 6 に記載の直流遮断器の試験方法。

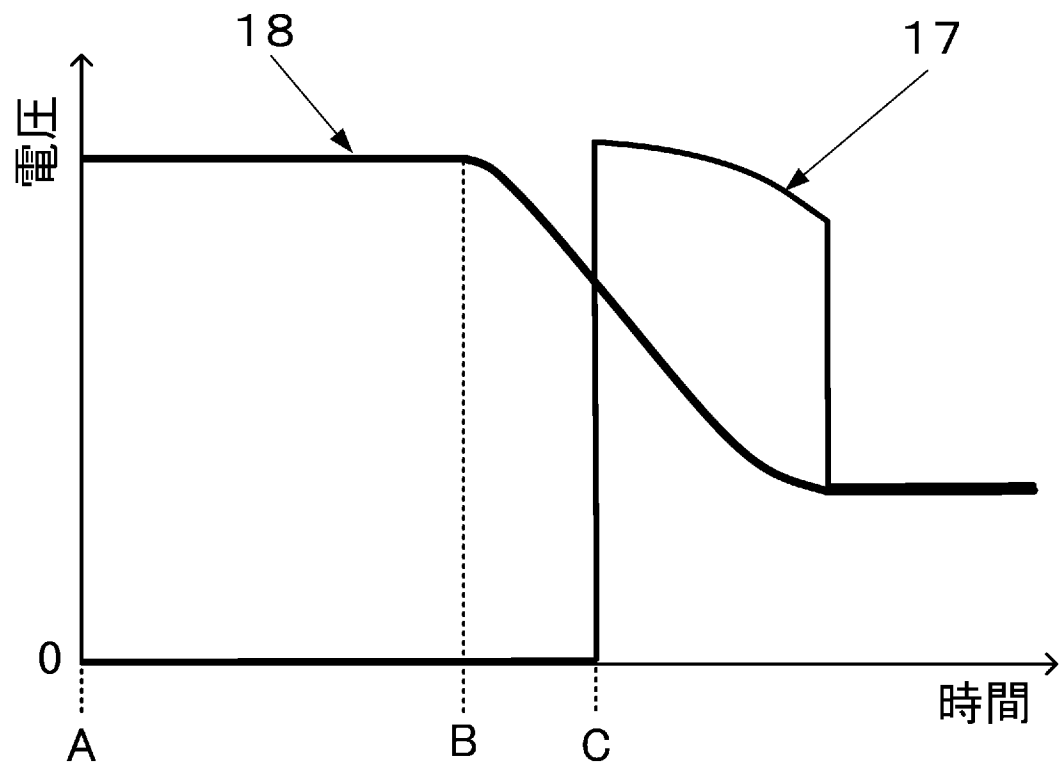
[圖1]



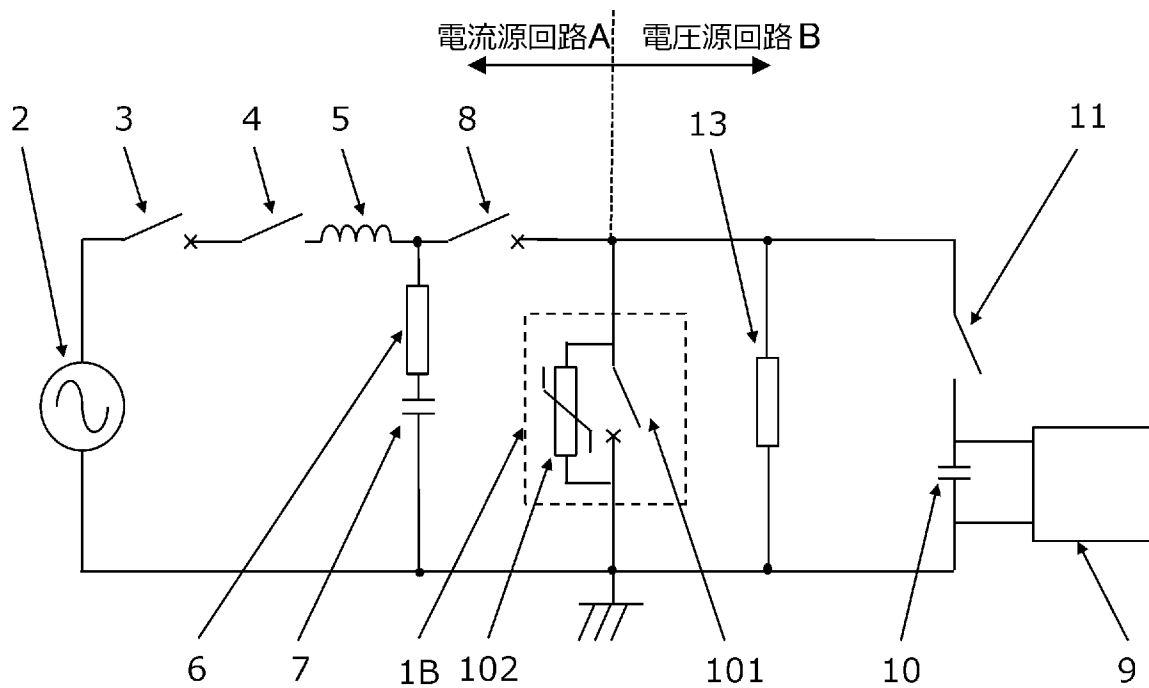
[圖2]



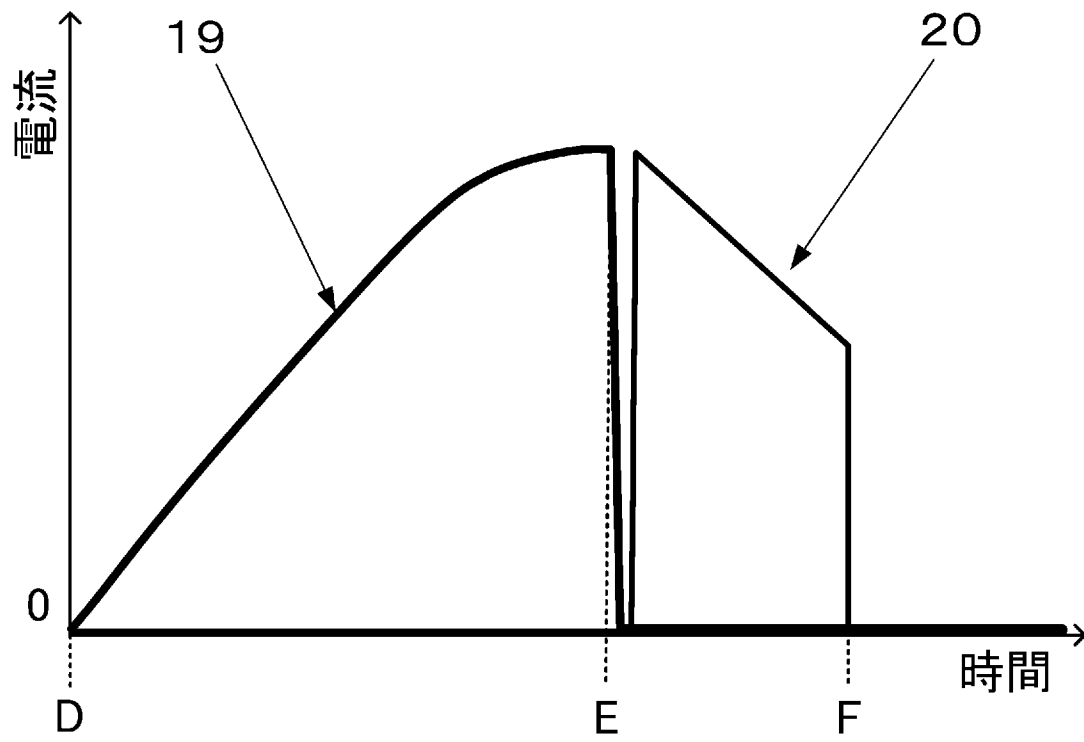
[図3]



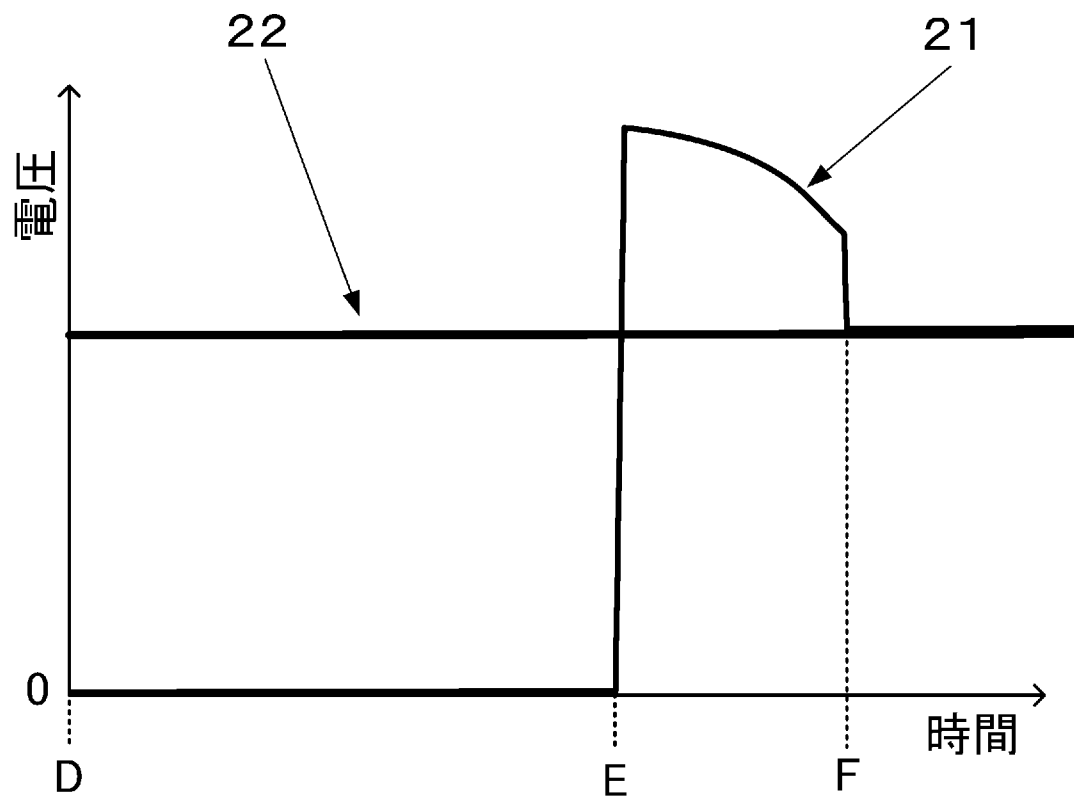
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/067736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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) 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 2015-056389 A (Toshiba Corp.), 23 March 2015 (23.03.2015), paragraphs [0025] to [0032]; fig. 2 to 5 & EP 3046127 A1 paragraphs [0025] to [0032]; fig. 2 to 5 & WO 2015/037223 A1 & CN 105531787 A	6-7 1-5
A	JP 52-080476 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 06 July 1977 (06.07.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2015-059891 A (Toshiba Corp.), 30 March 2015 (30.03.2015), entire text; all drawings & WO 2015/040862 A1	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 16 August 2016 (16.08.16)		Date of mailing of the international search report 23 August 2016 (23.08.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/067736

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 50-049667 A (Dieter Kind), 02 May 1975 (02.05.1975), entire text; all drawings & US 3942103 A & GB 1475519 A & DE 2336713 A & FR 2238157 A & SE 7408953 A & CA 995753 A & SE 388051 B	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. 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. 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 A	JP 2015-056389 A (株式会社東芝) 2015.03.23 段落 0025-0032、図 2-図 5 & EP 3046127 A1、段落 0025-0032、FIG. 2-FIG. 5 & WO 2015/037223 A1 & CN 105531787 A JP 52-080476 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)	6-7 1-5 1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 16.08.2016	国際調査報告の発送日 23.08.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 續山 浩二 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2S 4454

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2015-059891 A (株式会社東芝) 2015.03.30, 全文、全図 & WO 2015/040862 A1	1-7
A	JP 50-049667 A (ディーテル・キント) 1975.05.02, 全文、全図 & US 3942103 A & GB 1475519 A & DE 2336713 A & FR 2238157 A & SE 7408953 A & CA 995753 A & SE 388051 B	1-7