

(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
2022年6月16日(16.06.2022)



(10) 国際公開番号
WO 2022/123700 A1

- (51) 国際特許分類:
H01H 33/59 (2006.01) *H02H 9/02* (2006.01)
H02H 3/087 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/045906
- (22) 国際出願日: 2020年12月9日(09.12.2020)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 稲垣 卓志 (INAGAKI, Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7

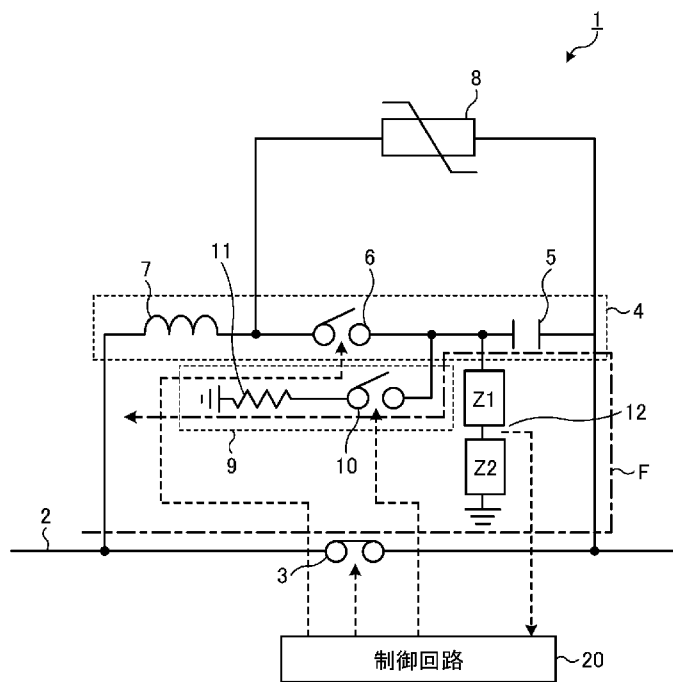
番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 常世田 翔 (TOKOYODA, Sho); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: DC BREAKER AND DC BREAKER SYSTEM

(54) 発明の名称: 直流遮断器および直流遮断器システム



20 Control circuit

(57) Abstract: The present invention comprises: a breaker unit (3); a resonance circuit (4) having a capacitor (5), a reactor (7), and a closing switch (6); a voltage detection circuit (12); a charging circuit (9) having a charging resistor (11) and a charging switch (10); and a control circuit (20). The control circuit (20) closes the charging switch (10) to charge the capacitor (5) and, thereafter, opens the charging switch (10) when the charging voltage becomes greater than a first voltage value, and closes the charging switch (10) when the charging voltage becomes less than a second voltage value that is



WO 2022/123700 A1

KN, KP, KR, KW, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))
-

lower than the first voltage value.

- (57) 要約 : 遮断部 (3) と、コンデンサ (5)、リアクトル (7) および投入スイッチ (6) を有する共振回路 (4) と、電圧検出回路 (12) と、充電用抵抗 (11) と充電スイッチ (10) とを有する充電回路 (9) と、制御回路 (20) とを備え、制御回路 (20) は、充電スイッチ (10) を閉にしてコンデンサ (5) を充電し、この後、充電電圧が第1の電圧値より大きくなると、充電スイッチ (10) を開とし、充電電圧が第1の電圧値より小さな第2の電圧値より小さくなると、充電スイッチ (10) を閉とする。

明 細 書

発明の名称： 直流遮断器および直流遮断器システム

技術分野

[0001] 本開示は、強制消弧方式の直流遮断器および直流遮断器システムに関する。

背景技術

[0002] 直流遮断器を多端子高電圧直流（High Voltage Direct Current：HVDC）送電に適用する場合、系統にて直流事故が発生すると一定時間内に直流電流を遮断することが要求される。多端子HVDC系統において、直流系統電圧が交流側系統と直流側系統とを結ぶコンバータの運転可能電圧の閾値を下回ると、コンバータ自体が運転を停止し、系統崩壊を引き起こす。したがって、地絡故障または短絡故障が発生した場合においても、多端子HVDC送電の系統の運用を維持するためには、事故発生後、直流遮断器によって速やかに事故電流を遮断し、直流系統電圧が閾値以下に低下することを防ぐ必要がある。

[0003] 強制消弧方式の直流遮断器では、コンデンサおよびリアクトルを有する共振回路を備え、コンデンサの放電によって生じた共振電流を直流電流に重畳して電流零点を形成し、電流零点において直流電流を遮断する消弧が行われる。特許文献1では、共振回路のコンデンサとリアクトルとの間に充電用抵抗と充電用開閉部が対地に接続されており、充電用開閉部が閉じたときに、コンデンサが充電用抵抗を介して系統電圧に充電される。系統にて事故が発生すると、充電用開閉部を開制御する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013/164874号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1では、定常時は充電用抵抗が常に対地に接続されているため、充電抵抗を介してコンデンサの電荷が放電される。コンデンサは、系統電圧との電位差により充電されるため、充放電を繰り返すことになる。特許文献1では、コンデンサの充放電が常に起きるため、充電用抵抗の電力容量が大きくなり、結果的に充電用抵抗が大型化する。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、充電用抵抗の小型化が実現できる直流遮断器および直流遮断器システムを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示の直流遮断器は、直流線路に挿入され、定常時は閉である遮断部と、遮断部に並列に接続され、互いに直列に接続されているコンデンサ、リアクトルおよび定常時は開である第1のスイッチを有する共振回路と、コンデンサの充電電圧を検出する電圧検出回路と、接地された充電用抵抗と第2のスイッチとが直列接続され、コンデンサを直流線路の直流電位で充電する充電回路と、事故発生時に、第1のスイッチを閉にし、直流線路に流れる直流電流に共振回路により生じる共振電流を重畳して電流零点を形成し、遮断部を開として直流電流を遮断する制御回路と、を備える。制御回路は、第2のスイッチを閉にしてコンデンサを充電し、この後、検出された充電電圧が第1の電圧値より大きくなると、第2のスイッチを開とし、検出された充電電圧が第1の電圧値より小さな第2の電圧値より小さくなると第2のスイッチを閉とする。

発明の効果

[0008] 本開示の直流遮断器によれば、充電用抵抗の小型化が実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1にかかる直流遮断器の構成を示す図

[図2]実施の形態1にかかる直流遮断器の動作を説明するためのタイムチャート

[図3]実施の形態1における制御回路の充電動作を示すフローチャート

[図4]実施の形態1における直流遮断器のコンデンサの充電電圧の経時変化を示すタイムチャート

[図5]実施の形態2にかかる直流遮断器システムの構成を示す図

[図6]実施の形態2にかかる直流遮断器の構成を示す図

[図7]実施の形態2にかかる直流遮断器のコンデンサの充電状態を示すタイムチャート

[図8]実施の形態2における直流遮断器のコンデンサの充電電流の遮断を説明するためのタイムチャート

[図9]実施の形態2における制御回路の充電動作を示すフローチャート

[図10]実施の形態1または2にかかる直流遮断器が有する制御回路のハードウェア構成の例を示すブロック図

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施の形態にかかる直流遮断器および直流遮断器システムを図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1にかかる直流遮断器1の構成を示す図である。実施の形態1にかかる直流遮断器1は、強制消弧方式の機械式の直流遮断器(Direct Current Circuit Breaker: DCCB)である。直流遮断器1は、電力システムの直流線路2に設けられている。直流遮断器1の直流線路2の図示左側は、交流電力を直流電力に変換する電力システムのコンバータ(図示せず)に接続されている。

[0012] 実施の形態1において、電力システムは、多端子HVDC送電を行う電力システムである。直流遮断器1は、直流線路2における短絡あるいは地絡といった事故の発生時に直流電流を遮断することによって、電力システムを保護する。直流遮断器1は、直流線路2を流れる直流電流に振動電流である共振電流を重畳させることによって形成された電流零点において、直流電流を遮断する。

[0013] 直流遮断器1は、直流線路2に設けられている遮断部3と、共振回路4と、避雷器8と、充電回路9と、電圧検出回路12と、直流遮断器1の全体を

制御する制御回路20とを有する。共振回路4は、コンデンサ5、第1のスイッチとしての投入スイッチ6、およびリアクトル7を有する。避雷器8は、DCCBの耐電圧仕様に基づいた電圧レベルまでに過電圧を抑制する。充電回路9は、コンデンサ5を直流線路2の直流電位で充電する回路であり、第2のスイッチとしての充電スイッチ10および充電用抵抗11を有する。充電用抵抗11は接地され、充電スイッチ10と充電用抵抗11とは直列接続されている。

[0014] 電圧検出回路12は、コンデンサ5の充電電圧 V_c を検出する。電圧検出回路12は、例えば、抵抗 Z_1 および抵抗 Z_2 を有する分圧回路によって構成されている。抵抗 Z_1 および抵抗 Z_2 は、直列に接続されており、抵抗 Z_1 の一端がコンデンサ5と投入スイッチ6との接続点に接続され、抵抗 Z_2 の一端は接地されている。コンデンサ5と、投入スイッチ6と、リアクトル7とは、互いに直列に接続されている。コンデンサ5と、投入スイッチ6と、リアクトル7とは、遮断部3と並列に接続されている。避雷器8は、コンデンサ5および投入スイッチ6と並列に接続されている。

[0015] 遮断部3は、直流線路2に挿入され、定常時は閉である。遮断部3は、共振電流と直流電流とが互いに打ち消し合うことによって形成される電流零点において、直流電流を遮断する。すなわち、遮断部3は、強制消弧方式によって直流電流を遮断する。遮断部3は、電流の高速な遮断が可能な遮断器であって、例えば真空遮断器 (Vacuum Circuit Breaker : VCB) である。コンデンサ5とリアクトル7とは、コンデンサ5の放電により共振電流を生成する。投入スイッチ6は、電流零点の形成のための投入を行うスイッチである。

[0016] 図2は、実施の形態1にかかる直流遮断器1の動作を説明するためのタイムチャートである。図2の上図は事故発生時の遮断部3の電流 I_e の波形を示し、図2の下図は事故発生時の遮断部3の電圧 V_e の波形を示している。図2の上図の破線は、共振電流の波形を示している。電力系統が定常状態である定常時において、遮断部3は閉状態とされ、かつ、投入スイッチ6は開

状態とされている。コンデンサ5は、充電回路9によって充電されている。充電動作は、後述する。電力系統において事故が発生すると（時刻 t_1 ）、図2の上図に示すように、定常時の電流よりも大きい事故電流が直流線路2に流れることによって、電流 I_e は急激に増加する。直流系統における通電電流は交流系統と異なり、電流が周期的に電流零点を形成しないため、何らかの方法で電流零点を形成して遮断する必要がある。

[0017] 電力系統での事故発生時には、制御回路20は投入スイッチ6を閉にする。投入スイッチ6が閉となることによって、投入スイッチ6、コンデンサ5、リアクトル7および遮断部3を含むループにコンデンサ5からの電荷が放出される。コンデンサ5から電荷が放出されることによって、コンデンサ5からリアクトル7と遮断部3と投入スイッチ6とを通過する共振電流が流れる。これにより、直流遮断器1は、遮断部3において、事故電流である直流電流の向きとは逆向きの振動電流を事故電流に重畳させる（時刻 t_2 ）。事故電流への振動電流の重畳によって電流零点が形成される（時刻 t_3 ）。電流零点が形成されたタイミングで、制御回路20は遮断部3を開とし、電流遮断する。このようにして、遮断部3におけるアークの消弧、すなわち電流遮断が完了する。

[0018] 事故電流へ重畳する共振電流 I_g の波高値は式（1）によって計算することができる。

$$I_g = \sqrt{(C_p / L_p) \times V_c} \quad \dots (1)$$

ここで、 C_p はコンデンサ5の静電容量、 L_p はリアクトル7のリアクタンス、 V_c はコンデンサ5の充電電圧である。LC共振電流の波高値が、遮断する電流値よりも大きくなるように、式（1）の各パラメータを調整する。

[0019] 強制的に事故電流を遮断することによって、系統には、電磁エネルギーが残留する。避雷器8は、ある電圧値にまで電圧 V_e が上昇した時刻 t_4 からエネルギーの処理を開始する。時刻 t_4 から時刻 t_5 において避雷器8がエネルギーを処理することによって、避雷器8は、電圧 V_e の上昇を抑制させ

る。このように、避雷器 8 は、遮断部 3 によるアークの消弧後に電力系統に残留するエネルギーを処理する。

[0020] つぎに、コンデンサ 5 の充電の手法に関して説明する。コンデンサ 5 の充電電圧 V_c は、電圧検出回路 12 で検出される。電圧検出回路 12 は、検出された充電電圧 V_c を制御回路 20 へ出力する。電圧検出回路 12 は、抵抗 Z_1 および抵抗 Z_2 を有する分圧回路によって構成されている。電圧検出回路 12 は、抵抗 Z_2 の分圧電圧を検出して、制御回路 20 に入力する。制御回路 20 は、抵抗 Z_2 の分圧電圧と、抵抗 Z_1 および抵抗 Z_2 の各抵抗値とに基づいてコンデンサ 5 の充電電圧 V_c を求める。電圧検出回路 12 は、分圧回路以外の手法で充電電圧 V_c を検出してもよい。

[0021] 図 3 は、制御回路 20 の充電動作を示すフローチャートである。図 4 は、コンデンサ 5 の充電電圧 V_c の経時変化を示すタイムチャートである。直流遮断器 1 の動作が開始されると、制御回路 20 は、充電スイッチ 10 を閉とする（ステップ S100）。これにより、コンデンサ 5 は、図 1 に矢印 F で示す充電経路で充電され、充電電圧 V_c が上昇する（ステップ S105）。制御回路 20 は、電圧検出回路 12 の検出値から得た充電電圧 V_c をモニタしている。制御回路 20 は、コンデンサ 5 の充電が完了すると、別言すれば充電電圧 V_c が第 1 の電圧値 V_u に達すると（ステップ S110: Yes）、制御回路 20 は充電スイッチ 10 を開にする（ステップ S120）。これにより、常に接地されている充電用抵抗 11 を介してコンデンサ 5 が放電されることを防ぐ。充電スイッチ 10 は、電流遮断できる開閉器である。第 1 の電圧値 V_u は、例えば、直流遮断器 1 を構成するモジュールの定格電圧であり、充電電圧制御の上限値として機能する。

[0022] しかし、充電スイッチ 10 が開となった場合においても、回路に内在する浮遊インピーダンス（充電スイッチ 10 の浮遊静電容量などを含む）の影響により、コンデンサ 5 の電荷は自然放電する。コンデンサ 5 の充電電圧 V_c がある電圧値より低下すると、遮断電流によっては、式（1）で求まる共振電流の波高値が遮断電流よりも小さくなるため、電流零点を形成できなくな

り、電流遮断の不能が起きる可能性がある。そこで、制御回路20は、充電電圧 V_c が第2の電圧値 V_d より小さくなると（ステップS130：Yes）、充電スイッチ10を閉にする（ステップS140）。第2の電圧値 V_d は、第1の電圧値 V_u より若干値 α だけ小さい値であり、充電電圧制御の下限値として機能する。

[0023] 充電スイッチ10が閉にされると、コンデンサ5は、再充電され、充電電圧 V_c が再上昇する（ステップS105）。直流遮断器1の動作が終了するまで、ステップS105～ステップS140の動作が繰り返される。制御回路20は、このような制御によって、充電電圧 V_c を第2の電圧値 V_d から第1の電圧値 V_u までの範囲内に収める。

[0024] 直流遮断器1を構成するモジュールの定格電圧が80kVであるとする、例えば、第1の電圧値 V_u は80kVに設定され、第2の電圧値 V_d は、80kVより若干値 α だけ小さい値とする。

[0025] 図4では、時刻 t_0 から t_1 までの期間は、コンデンサ5の充電が完了した後の浮遊インピーダンスによる自然放電期間を示している。この自然放電期間には、充電スイッチ10は開となっている。時刻 t_1 において、充電電圧 V_c が第2の電圧値 V_d より小さくなると、充電スイッチ10が閉にされる。これにより、コンデンサ5は再充電され、充電電圧 V_c が再上昇する。時刻 t_2 において、充電電圧 V_c が第1の電圧値 V_u より大きくなると、充電スイッチ10が開にされる。これにより、充電用抵抗11を介してコンデンサ5が放電されることを防ぐ。

[0026] このように実施の形態1では、充電電圧 V_c が第1の電圧値 V_u より大きくなると、充電スイッチ10が開にされ、充電電圧 V_c が第2の電圧値 V_d より小さくなると、充電スイッチ10が閉にされるので、充電電圧 V_c を第2の電圧値 V_d から第1の電圧値 V_u までの範囲内に収めることができる。これにより充電用抵抗11の小型化が実現できる。

[0027] 実施の形態2.

図5は、実施の形態2にかかる直流遮断器システム30の構成を示す図で

ある。実施の形態2にかかる直流遮断器システム30は、複数の直流遮断器1a, 1b, 1c, 1dが直列に接続されて構成されている。図6は、実施の形態2にかかる直流遮断器1aの構成を示す図である。他の直流遮断器1b, 1c, 1dも、直流遮断器1aと同じ構成を有している。

[0028] 図5において、直流線路2の図示左側は、交流系統を直流系統に変換するコンバータ（図示せず）に接続されている。直流遮断器システム30では、定格80kVの直流遮断器1a~1dを4つ直列接続することで、320kVの電力系統に適用することができる。すなわち、コンバータ（図示せず）からは、320kVの直流電力が直流線路2に供給される。

[0029] 図6に示すように、各直流遮断器1aは、遮断部3と、コンデンサ5、投入スイッチ6、およびリアクトル7を有する共振回路4と、避雷器8と、充電スイッチ10および充電用可変抵抗15を有する充電回路9と、電圧検出回路12と、制御回路25とを有する。図6に示す直流遮断器1aでは、図1の充電用抵抗11が充電用可変抵抗15に置換され、図1の制御回路20が制御回路25に置換されている。その他の構成要素の動作、機能は、図1に示したものと同様であり、重複する説明は省略する。充電用可変抵抗15は、制御回路25の制御によって抵抗値を可変する。その詳細は、後述する。

[0030] 定格80kVの直流遮断器1a~1dが複数個、直列接続された直流遮断器システム30を320kVの電力系統に適用し、系統電力によって各直流遮断器1a~1dの各コンデンサ5を充電する場合、各コンデンサ5の定格電圧は80kVであるため、320kVの系統電圧まで各コンデンサ5を充電すると過充電となり、各コンデンサ5が故障する。そこで、実施の形態2では、各コンデンサ5の充電電圧 V_c が定格電圧である80kVまで充電されると、充電スイッチ10を閉から開にして、充電スイッチ10を流れる充電電流 I_c を遮断することで充電を止める。充電スイッチ10は、電流遮断できる開閉器である。

[0031] 図7は、直流遮断器1a~1dのコンデンサ5の充電状態を示すタイムチ

ャートである。図7の縦軸は充電電圧 V_c である。コンデンサ5の充電状態は実線で示されている。充電スイッチ10が閉となることにより、コンデンサ5は充電され、充電電圧 V_c が上昇する。充電電圧 V_c が定格電圧である第4の電圧値 V_u に達すると、充電スイッチ10が開にされて、充電が止められる。これにより、破線で示されるように、コンデンサ5が系統電圧320kVまで過充電されることが防止される。

[0032] 各直流遮断器1a~1dのコンデンサ5が規定の定格電圧である第4の電圧値 V_u に到達すると、充電スイッチ10が充電電流 I_c を遮断することで、充電を止めることができる。この時、充電スイッチ10は、図8に示すように、充電電流 I_c が零点に到達する前に遮断する必要がある。図8は、実施の形態2における直流遮断器のコンデンサの充電電流の遮断を説明するためのタイムチャートである。図8では、充電電圧 V_c と充電電流 I_c との関係を示しており、充電電圧 V_c が定格電圧である80kVに達する時刻 t_1 では、充電電流はまだ大きな電流値状態である。しかし、充電電流 I_c が大きいと、充電スイッチ10での電流遮断が難しくなる可能性がある。そこで、実施の形態2では、充電用可変抵抗15の抵抗値を充電完了前に大きくすることで、充電スイッチ10が充電電流 I_c を効果的に遮断できるレベルまで充電電流 I_c を小さくする。具体的には、充電電圧 V_c が、80kVの定格電圧である第4の電圧値 V_u より若干小さな値である第3の電圧値 V_1 に達すると、充電用可変抵抗15の抵抗値が定常時の抵抗値である第1の抵抗値より大きな第2の抵抗値に変えられる。これにより、充電スイッチ10の電流遮断を容易にすることができる。

[0033] 以下、図9に従って実施の形態2の各直流遮断器1a~1dの制御回路25の動作について説明する。図9は、実施の形態2の制御回路25の充電動作を示すフローチャートである。ここでは、直流遮断器1aの制御回路25の動作について説明するが、他の直流遮断器1b, 1c, 1dの制御回路25も同様に動作する。直流遮断器1aの動作が開始されると、制御回路25は、充電スイッチ10を閉とする(ステップS200)。これにより、コン

デンサ5は、図5および図6に矢印Fで示す充電経路で充電され、充電電圧 V_c が上昇する（ステップS205）。

[0034] 制御回路25は、電圧検出回路12の検出値から得た充電電圧 V_c をモニタしている。制御回路25は、充電電圧 V_c が、第3の電圧値 V_1 に達すると（ステップS210：Yes）、充電用可変抵抗15の抵抗値を定常時の抵抗値である第1の抵抗値から、第1の抵抗値より大きな第2の抵抗値に変える（ステップS220）。これにより、充電スイッチ10を流れる充電電流 I_c は、小さくなる。この後、コンデンサ5の充電が完了すると、別言すれば充電電圧 V_c が第4の電圧値 V_u に達すると（ステップS230：Yes）、制御回路25は、充電スイッチ10を開にする（ステップS240）。充電スイッチ10が開にされるときには、充電用可変抵抗15によって充電電流 I_c は、充電スイッチ10が充電電流 I_c を容易に遮断できるレベルまで小さくなっている。これ以降、充電スイッチ10が開になるので、接地されている充電用可変抵抗15を介してコンデンサ5が放電されることが防止される。

[0035] この後、制御回路25は、実施の形態1で説明したように、充電電圧 V_c が第2の電圧値 V_d より小さくなると、充電スイッチ10が閉にし、充電電圧 V_c が第1の電圧値 V_u より大きくなると、充電スイッチ10を開にする制御を実行する。したがって、充電電圧 V_c を第2の電圧値 V_d と第1の電圧値 V_u との間の範囲内に収めることができる。

[0036] このように実施の形態2では、複数の直流遮断器1a~1dが直列接続される直流遮断器システム30において、コンデンサ5の充電が完了する前に、充電用可変抵抗15の抵抗値が定常時の抵抗値である第1の抵抗値より大きな第2の抵抗値に変えられるので、充電スイッチ10の電流遮断を容易にすることができる。また、複数の直流遮断器1a~1dが直列接続される直流遮断器システム30において、各直流遮断器1a~1dは、各直流遮断器1a~1dを構成するモジュールの定格電圧で、コンデンサ5に対する充電を停止しているので、コンデンサ5が系統電圧まで過充電されることが防止

される。

[0037] 図10は、実施の形態1または2にかかる直流遮断器1, 1a~1dが有する制御回路20, 25のハードウェア構成の例を示す図である。図10には、プログラムを実行するハードウェアを用いることによって制御回路20, 25の機能が実現される場合におけるハードウェア構成を示している。プロセッサ31とメモリ32とインタフェース33とは、バスを介して相互に接続されている。

[0038] プロセッサ31は、CPU (Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、又はDSP (Digital Signal Processor) である。制御回路20, 25の各機能は、プロセッサ31と、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、内蔵メモリであるメモリ32に格納される。メモリ32は、不揮発性もしくは揮発性の半導体メモリであって、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) またはEEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) である。

[0039] インタフェース33は、信号の入力と信号の出力とを担う。インタフェース33は、遮断部3、投入スイッチ6、および充電スイッチ10の各々へ指令を出力する。インタフェース33には、電圧検出回路12の検出結果を示す信号が入力される。

[0040] 以上の実施の形態に示した構成は、本開示の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0041] 1, 1a~1d 直流遮断器、2 直流線路、3 遮断部、4 共振回路、5 コンデンサ、6 投入スイッチ、7 リアクトル、8 避雷器、9

充電回路、10 充電スイッチ、11 充電用抵抗、12 電圧検出回路、
15 充電用可変抵抗、20, 25 制御回路、30 直流遮断器システム
、31 プロセッサ、32 メモリ、33 インタフェース。

請求の範囲

- [請求項1] 直流線路に挿入され、定常時は閉である遮断部と、
前記遮断部に並列に接続され、互いに直列に接続されているコンデンサ、リアクトルおよび定常時は開である第1のスイッチを有する共振回路と、
前記コンデンサの充電電圧を検出する電圧検出回路と、
接地された充電用抵抗と第2のスイッチとが直列接続され、前記コンデンサを前記直流線路の直流電位で充電する充電回路と、
事故発生時に、前記第1のスイッチを閉にし、前記直流線路に流れる直流電流に前記共振回路により生じる共振電流を重畳して電流零点を形成し、前記遮断部を開として前記直流電流を遮断する制御回路と、
を備え、
前記制御回路は、前記第2のスイッチを閉にして前記コンデンサを充電し、この後、検出された前記充電電圧が第1の電圧値より大きくなると、前記第2のスイッチを開とし、検出された前記充電電圧が前記第1の電圧値より小さな第2の電圧値より小さくなると前記第2のスイッチを閉とする
ことを特徴とする直流遮断器。
- [請求項2] 前記第1の電圧値は、定格電圧であることを特徴とする請求項1に記載の直流遮断器。
- [請求項3] 複数の直流遮断器が直列接続される直流遮断器システムであって、
各直流遮断器は、
直流線路に挿入され、定常時は閉である遮断部と、
前記遮断部に並列に接続され、互いに直列に接続されているコンデンサ、リアクトルおよび定常時は開である第1のスイッチを有する共振回路と、
前記コンデンサの充電電圧を検出する電圧検出回路と、

抵抗値を可変できる接地された充電用可変抵抗と第2のスイッチとが直列接続され、前記コンデンサを前記直流線路の直流電位で充電する充電回路と、

事故発生時に、前記第1のスイッチを閉にし、前記直流線路に流れる直流電流に前記共振回路により生じる共振電流を重畳して電流零点を形成し、前記遮断部を開として前記直流電流を遮断する制御回路と

、

をそれぞれ備え、

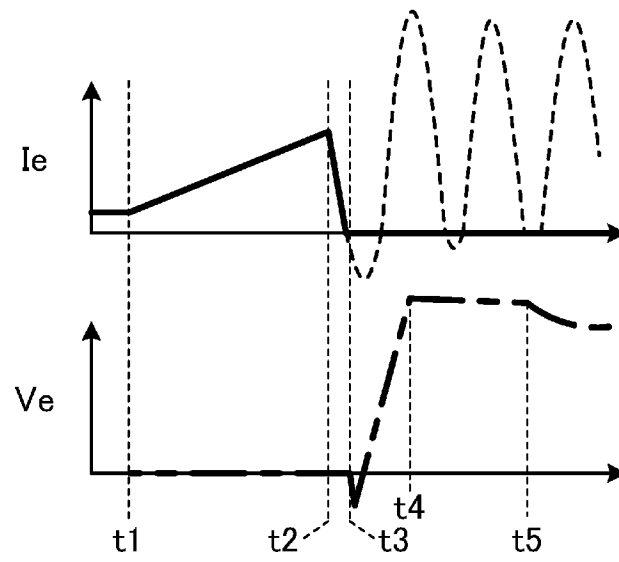
前記制御回路は、前記第2のスイッチを閉にして前記コンデンサを充電し、この後、検出された前記充電電圧が第3の電圧値になると、前記充電用可変抵抗の抵抗値を定常時の抵抗値である第1の抵抗値より大きな第2の抵抗値に変え、この後、検出された前記充電電圧が前記第3の電圧値より大きな第4の電圧値より大きくなると、前記第2のスイッチを開とする

ことを特徴とする直流遮断器システム。

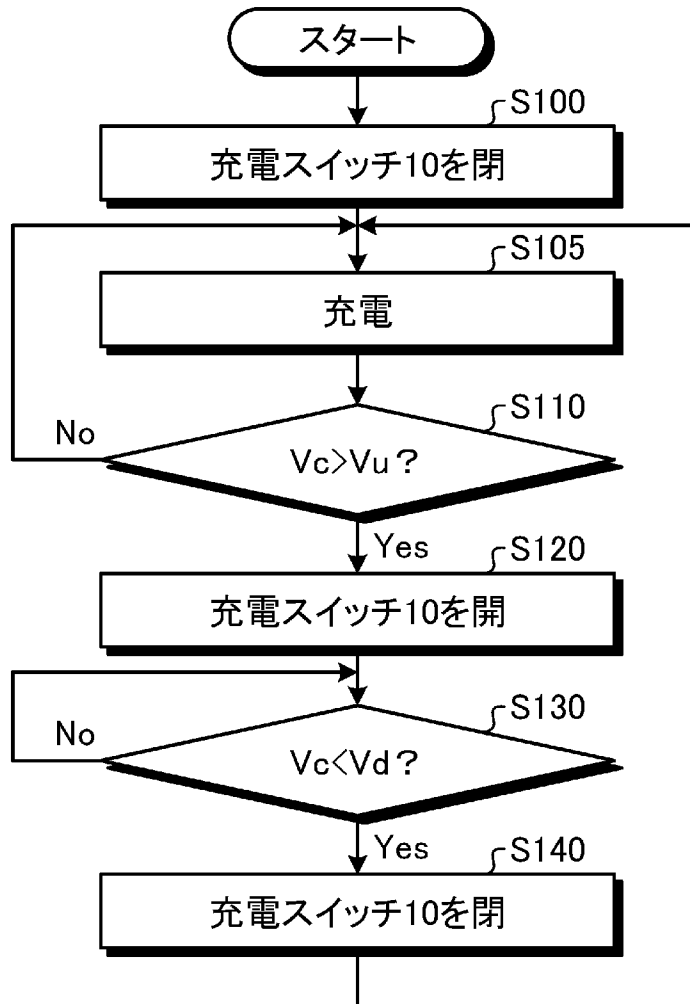
[請求項4]

前記第4の電圧値は、前記各直流遮断器の定格電圧であることを特徴とする請求項3に記載の直流遮断器システム。

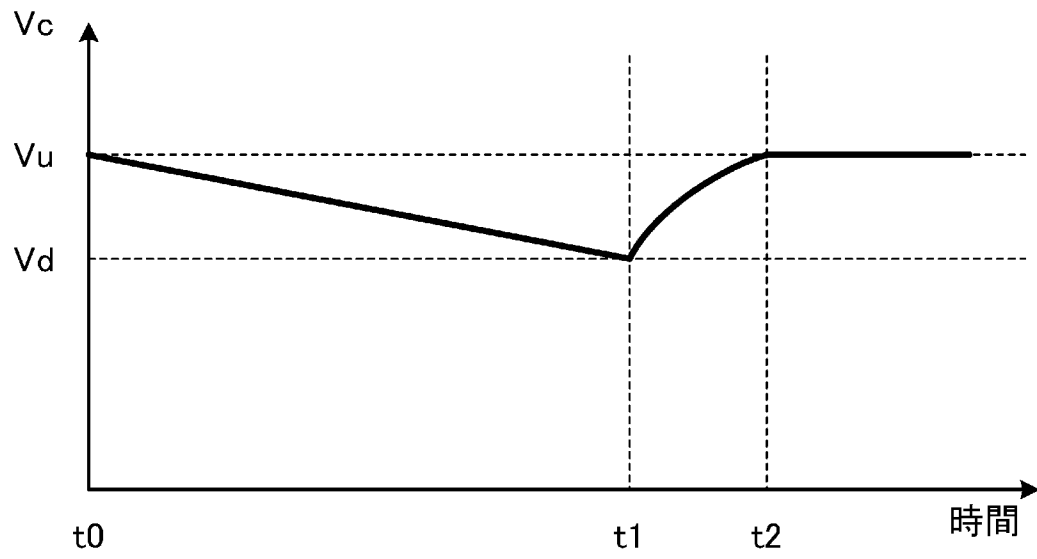
[図2]



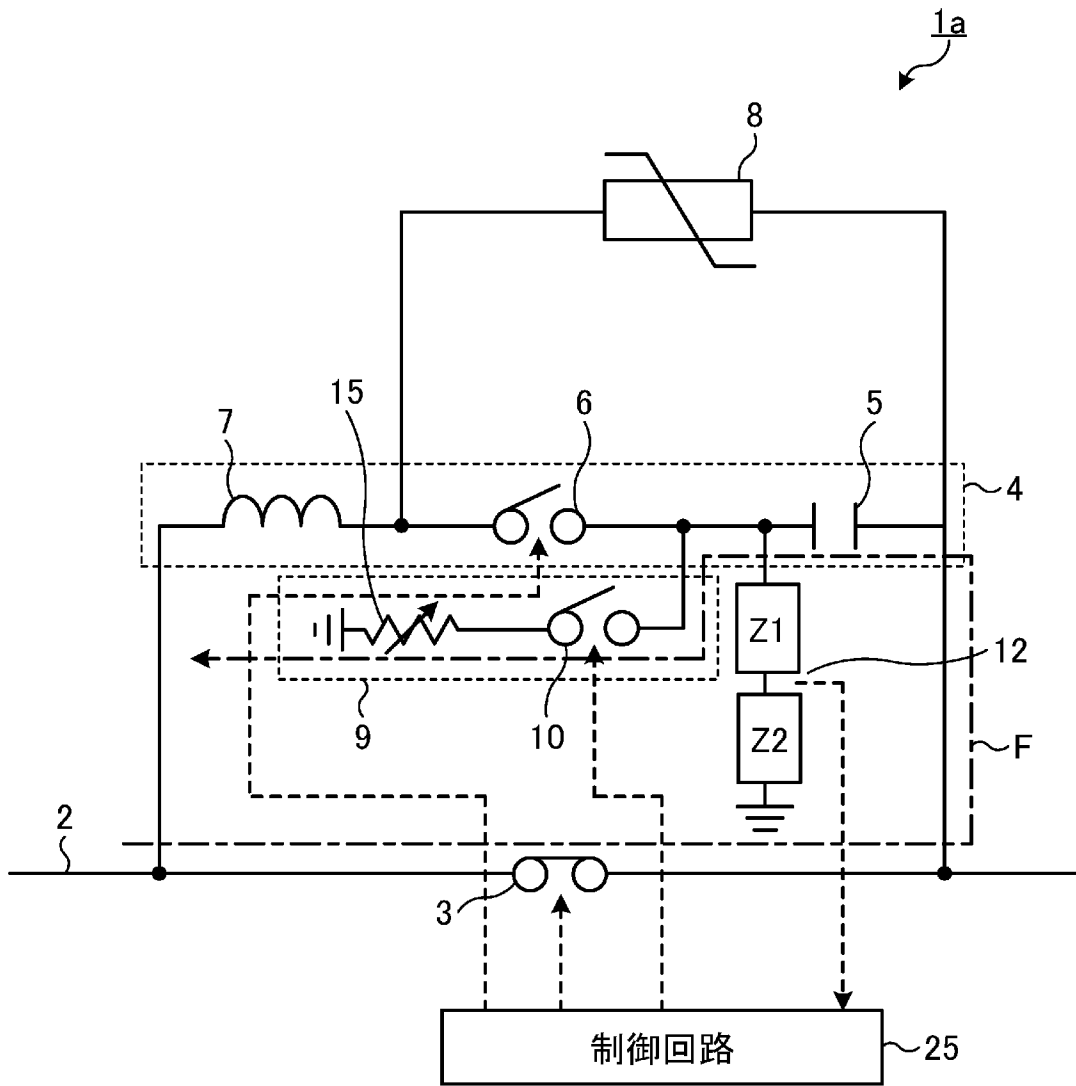
[図3]



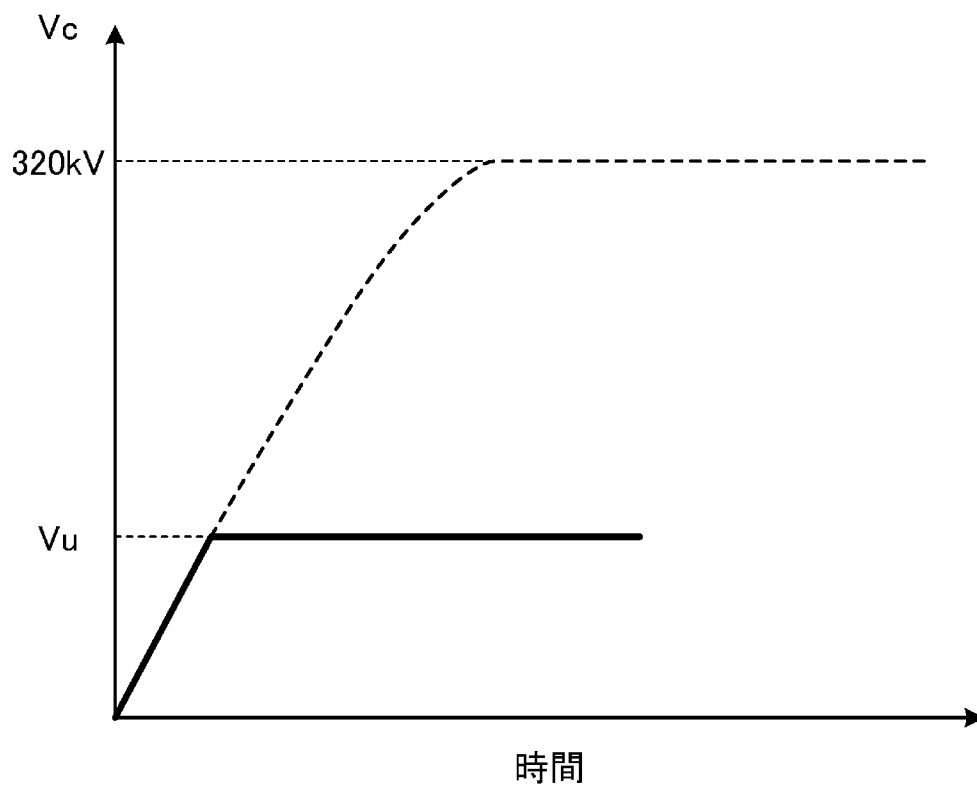
[図4]



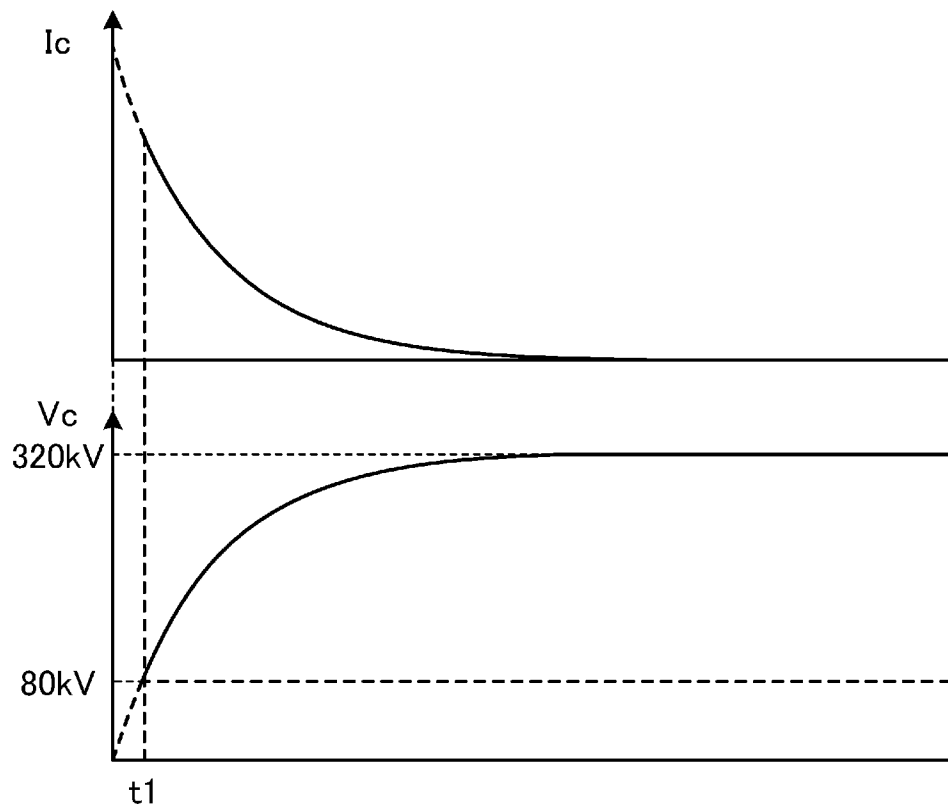
[図6]



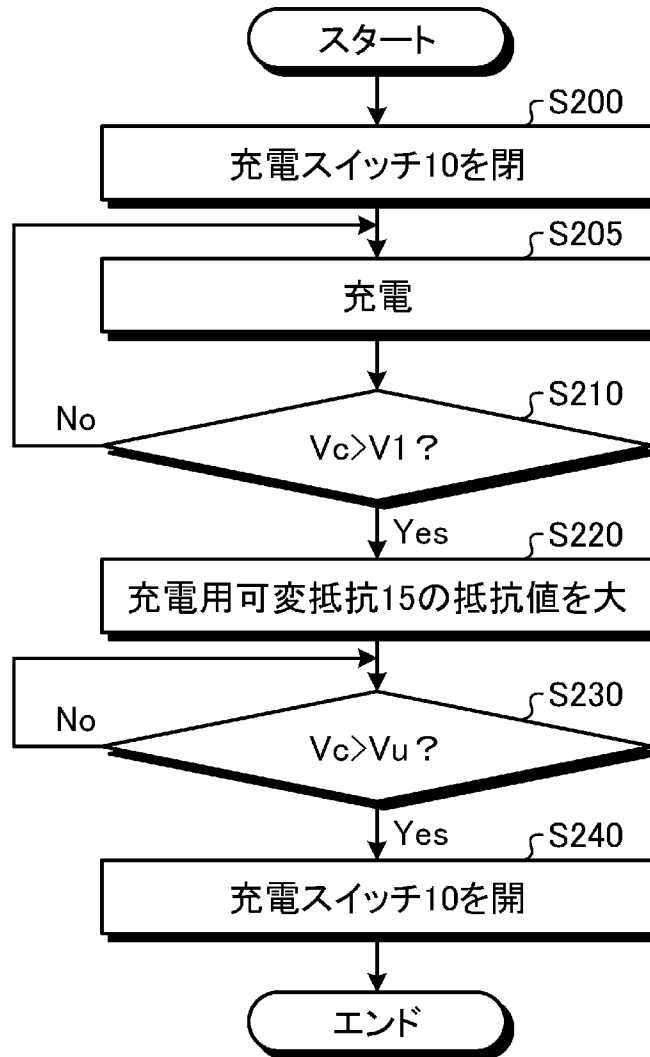
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/045906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01H33/59 (2006.01) i, H02H3/087 (2006.01) i, H02H9/02 (2006.01) i
 FI: H01H33/59 A, H02H3/087, H02H9/02 G

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)

Int. Cl. H01H33/59, H02H3/087, H02H9/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	WO 2015/166600 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 05 November 2015 (2015-11-05), entire text, all drawings	1-4
A	JP 59-169008 A (HITACHI, LTD.) 22 September 1984 (1984-09-22), entire text, all drawings	1-4
A	WO 2013/164874 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 November 2013 (2013-11-07), entire text, all drawings	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
08.02.2021

Date of mailing of the international search report
16.02.2021

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/045906

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2015/166600 A1	05.11.2015	(Family: none)	
JP 59-169008 A	22.09.1984	(Family: none)	
WO 2013/164874 A1	07.11.2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01H 33/59(2006.01)i; H02H 3/087(2006.01)i; H02H 9/02(2006.01)i FI: H01H33/59 A; H02H3/087; H02H9/02 G		
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）） H01H33/59; H02H3/087; H02H9/02 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
A	WO 2015/166600 A1（三菱電機株式会社）05.11.2015（2015-11-05） 全文・全図	1-4
A	JP 59-169008 A（株式会社日立製作所）22.09.1984（1984-09-22） 全文・全図	1-4
A	WO 2013/164874 A1（三菱電機株式会社）07.11.2013（2013-11-07） 全文・全図	1-4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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	08.02.2021	国際調査報告の発送日 16.02.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 片岡 弘之 3T 9521 電話番号 03-3581-1101 内線 3368	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/045906

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
WO 2015/166600 A1	05.11.2015	(ファミリーなし)	
JP 59-169008 A	22.09.1984	(ファミリーなし)	
WO 2013/164874 A1	07.11.2013	(ファミリーなし)	