

(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3月31日(31.03.2022)



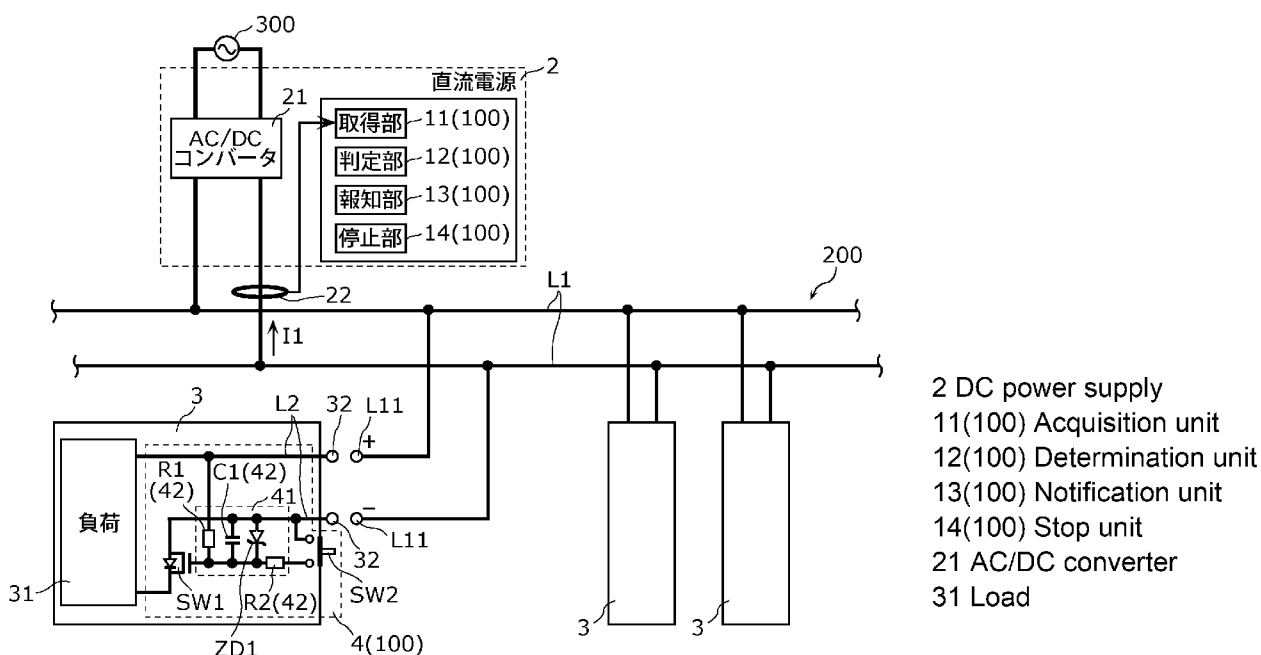
(10) 国際公開番号

WO 2022/065031 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02H 1/04 (2006.01) G01R 31/50 (2020.01)  
H02H 3/087 (2006.01) G01R 31/58 (2020.01)  
G01R 31/12 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/032957
- (22) 国際出願日: 2021年9月8日(08.09.2021)
- (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 2020-161115 2020年9月25日(25.09.2020) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207
- 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 木寺 和憲 (KIDERA, Kazunori), 古賀 達雄 (KOGA, Tatsuo), 大堀 貴大 (OHORI, Takahiro).
- (74) 代理人: 新居 広守, 外 (NII, Hiromori et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (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,

(54) Title: ARC DETECTION SYSTEM, ARC DETECTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: アーク検出システム、アーク検出方法、及びプログラム



(57) Abstract: This arc detection system (100) comprises an acquisition unit (11) and a determination unit (12). The acquisition unit (11) acquires the measurement result of current (I1) flowing through a feeding path (L1) to which power is supplied from a DC power supply (2). The determination unit (12) determines, on the basis of a specific frequency band component of the measurement result of the current (I1) acquired by the acquisition unit (11), whether an arc fault has occurred or not. When a specific time during which the specific frequency band component becomes greater than or equal to a threshold value is longer than the occurrence time of arc that can occur when a device (3) is connected to and disconnected from the feeding path (L1), the determination unit (12) determines that the arc fault has occurred.

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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))

---

(57) 要約 : アーク検出システム (100) は、取得部 (11) と、判定部 (12) と、を備える。取得部 (11) は、直流電源 (2) から電力が供給される給電路 (L1) に流れる電流 (I1) の測定結果を取得する。判定部 (12) は、取得部 (11) にて取得した電流 (I1) の測定結果のうち特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する。判定部 (12) は、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、給電路 (L1) に対する機器 (3) の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、アーク故障が発生したと判定する。

## 明 細 書

発明の名称：

アーク検出システム、アーク検出方法、及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、給電路においてアーク故障の発生の可能性があるか否かを判定するアーク検出システム、アーク検出方法、及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、アークを検出するためのアーク検出手段が開示されている。このアーク検出手段は、端子台への入力側配線と端子台からの出力側配線との間の電圧値を測定する電圧検出手段と、端子台からの出力側配線の電流値を測定する電流検出手段と、を備える。そして、このアーク検出手段では、電圧検出手段の電圧値の変動及び電流検出手段の電流値の変動を同時に検出することで、電気ノイズ等と、端子台におけるアークとを識別している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-7765号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は、アーク故障の発生の誤検出を防ぎやすいアーク検出システム、アーク検出方法、及びプログラムを提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係るアーク検出システムは、取得部と、判定部と、を備える。前記取得部は、直流電源から電力が供給される給電路に流れる電流の測定結果を取得する。前記判定部は、前記取得部にて取得した前記電流の測定結果のうち特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生した

か否かを判定する。前記判定部は、前記特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、前記給電路に対する機器の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、前記アーク故障が発生したと判定する。

[0006] 本発明の一態様に係るアーク検出方法は、取得ステップと、判定ステップと、を含む。前記取得ステップでは、直流電源から電力が供給される給電路に流れる電流の測定結果を取得する。前記判定ステップでは、前記取得ステップにて取得した前記電流の測定結果のうちの特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する。前記判定ステップでは、前記特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、前記給電路に対する機器の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、前記アーク故障が発生したと判定する。

[0007] 本発明の一態様に係るプログラムは、1以上のプロセッサに、上記のアーク検出方法を実行させる。

### 発明の効果

[0008] 本発明の一態様によれば、アーク故障の発生の誤検出を防ぎやすい、という利点がある。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態1に係るアーク検出システムを含む全体構成を示す概要図である。

[図2A]図2Aは、実施の形態1に係るアーク検出システムにおいて、機器の給電路に対する着脱時の抑制回路の動作を示す概要図である。

[図2B]図2Bは、実施の形態1に係るアーク検出システムにおいて、機器の給電路に対する着脱時の抑制回路の動作を示す概要図である。

[図3A]図3Aは、実施の形態1に係るアーク検出システムにおいて、機器の給電路に対する着脱時の抑制回路の動作を示す概要図である。

[図3B]図3Bは、実施の形態1に係るアーク検出システムにおいて、機器の給電路に対する着脱時の抑制回路の動作を示す概要図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係るアーク検出システムの動作例を示すフロー

チャートである。

[図5]図5は、実施の形態2に係るアーク検出システムを含む全体構成を示す概要図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。

[0011] なお、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0012] (実施の形態1)

[構成]

実施の形態1に係るアーク検出システムについて、図1を用いて説明する。図1は、実施の形態1に係るアーク検出システム100を含む全体構成を示す概要図である。

[0013] アーク検出システム100は、主として直流電源2から電力が供給される給電路L1においてアーク故障が発生しているか否かを判定するためのシステムである。すなわち、給電路L1は、例えば外的要因又は経年劣化等によって損傷又は破断を引き起こす可能性があり、このような損傷等に起因してアーク（アーク放電）が発生し、結果としてアーク故障が発生する可能性がある。そこで、アーク検出システム100は、主として給電路L1で発生し得るアーク故障を検出するために用いられる。

[0014] 具体的には、アーク検出システム100は、いわゆるDC（Direct Current）配電網200に用いられる。DC配電網200は、1以上の給電路L1を含むように構成されている。図1では、1本の給電路L1のみを図示している。DC配電網200には、直流電源2から直流電力が供給される。各給電

路L 1は、直流電源2の出力側の正極に接続される正側給電路と、直流電源2の出力側の負極に接続される負側給電路と、の一对の電路により構成されている。

[0015] ここで、DC配電網200が1本の給電路L 1のみ有している場合、この給電路L 1に直流電源2から直流電力が供給される。また、DC配電網200が複数本の給電路L 1を有している場合、複数本の給電路L 1の各々の一端は、1以上の分岐点に接続される。このため、いずれかの給電路L 1に直流電源2から直流電力が供給されると、他の給電路L 1にも1以上の分岐点を介して直流電力が供給される。

[0016] 実施の形態1では、直流電源2は、AC/DCコンバータ21を備えた電力変換器である。直流電源2は、電力系統300から出力される交流電力を直流電力に変換し、変換した直流電力を直流電源2が接続された給電路L 1へ出力する。DC配電網200が複数本の給電路L 1を有している場合、当該給電路L 1へ出力された直流電力は、他の給電路L 1にも出力される。なお、実施の形態1において、直流電源2は、直流電力を出力する態様であればよく、太陽光電池等の分散型電源若しくは蓄電池等の電源、又はこれらの電源と電力変換器（例えば、DC/DCコンバータ回路を備えた電力変換器）との組み合わせであってもよい。

[0017] 各給電路L 1は、例えばダクトレールにより構成されており、1以上の機器3が取付可能である。つまり、各給電路L 1においては、1以上の機器3を自由な位置に配置することが可能である。もちろん、各給電路L 1は、1以上の機器3が取付可能な場所があらかじめ定められている態様であってもよい。実施の形態1では、各給電路L 1は、施設の天井に配置されているが、施設の床、壁、又は什器等に配置されていてもよい。

[0018] 機器3は、負荷31と、一对の接続端子32と、を有している。機器3は、一对の接続端子32を介して給電路L 1に取り付けたり、給電路L 1から取り外したりすることが可能である。具体的には、機器3を給電路L 1に取り付ける場合、機器3の一对の接続端子32をダクトレール（給電路L 1）

に差し込んだ状態で、機器3の差し込み方向から見て機器3を時計回り又は反時計回りに所定角度（例えば、90度）回転させる。これにより、一对の接続端子32が給回路L1に設けられた一对の接続導体L11に接触した状態で固定され、機器3が給回路L1に電気的かつ機械的に接続される。

[0019] 機器3を給回路L1から取り外す場合、機器3の差し込み方向から見て機器3を上記とは逆回りに所定角度回転させる。これにより、一对の接続端子32と一对の接続導体L11との接触状態が解除されるので、その後、機器3を給回路L1から取り外すことが可能になる。負荷31は、機器3が給回路L1に取り付けられた状態において、直流電源2から当該給回路L1を介して供給される直流電力を受けて駆動する。

[0020] 実施の形態1では、機器3は照明器具であるが、例えばスピーカ、カメラ、センサ、又はUSB PD (Power Delivery) 等であってもよい。つまり、機器3は、負荷31が電力を受けて駆動する態様であれば、照明器具以外の機器であってもよい。また、実施の形態1では、各給回路L1に接続されている機器3は全て照明器具であって1種類であるが、各給回路L1に接続される機器3の種類は複数であってもよい。例えば、各給回路L1には、照明器具と、スピーカと、カメラと、センサと、USB PDと、が接続されていてもよい。これらの機器3は、1つの給回路L1に全て接続されていてもよいし、複数の給回路L1に分かれて接続されていてもよい。

[0021] アーク検出システム100は、アーク故障が発生しているか否かを判定するための機能構成要素として、取得部11と、判定部12と、報知部13と、停止部14と、抑制回路4と、を備えている。実施の形態1では、取得部11、判定部12、報知部13、及び停止部14は直流電源2に設けられており、抑制回路4は各機器3に設けられている。直流電源2において、アーク検出システム100は、例えばマイコン、又は、マイコンを備える装置である。マイコンは、プログラムが格納されたROM及びRAM、プログラムを実行するプロセッサ（CPU: Central Processing Unit）、タイマ、A/D変換器、並びに、D/A変換器等を有する半導体集積回路等である。取得

部 1 1、判定部 1 2、報知部 1 3、及び停止部 1 4 は、いずれもプロセッサが上記プログラムを実行することにより実現される。

[0022] 取得部 1 1 は、直流電源 2 から電力が供給される給電路 L 1 に流れる電流 I 1 の測定結果を取得する。実施の形態 1 では、取得部 1 1 は、電流計 2 2 により所定周期（サンプリング周期）でサンプリングすることで測定された電流 I 1 の測定結果を取得する。つまり、取得部 1 1 は、電流計 2 2 から所定周期で電流 I 1 の測定結果を取得する。電流計 2 2 は、直流電源 2 と給電路 L 1 との間に設けられており、給電路 L 1 の負側給電路に流れる電流（つまり、給電路 L 1 に流れる電流 I 1）を測定する。なお、電流計 2 2 は、直流電源 2 に内蔵されていてもよい。

[0023] 判定部 1 2 は、取得部 1 1 にて取得した電流 I 1 の測定結果のうちの特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生しているか否かを判定する。具体的には、判定部 1 2 は、取得部 1 1 にて取得した電流 I 1 の測定結果を周波数分析する。周波数分析とは、例えば、電流 I 1 の測定結果の時間波形をフーリエ変換（ここでは、FFT（Fast Fourier Transform））することで、電流 I 1 の測定結果の周波数スペクトルを算出することである。そして、判定部 1 2 は、算出した周波数スペクトルを参照することにより、アーク故障が発生しているか否かを判定する。特定の周波数帯域は、例えば、アーク故障が発生した場合に発生するノイズの周波数を含む帯域である。特定の周波数帯域は、一例として、数十 kHz 帯であって、比較的高周波の周波数帯域である。なお、上記のような場合に発生するノイズの周波数は、実験的に求めることが可能である。

[0024] ここで、判定部 1 2 は、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間と、あらかじめ設定された閾値時間（例えば、1 秒間）とを比較し、特定時間が閾値時間よりも長い場合、アーク故障が発生したと判定する。閾値時間は、給電路 L 1 に対する機器 3 の着脱の際に生じ得るアークの発生時間に基づいてあらかじめ設定される。つまり、判定部 1 2 は、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、給電路 L 1 に対する機器 3 の着脱の際

に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、アーク故障が発生したと判定する。以下、このようにアーク故障の発生を判定するに至った経緯について説明する。

[0025] DC配電網200において発生し得るアークには、給回路L1の断線又は半断線に起因するアークと、機器3の給回路L1に対する着脱時に瞬間的に生じ得るアークと、がある。すなわち、機器3を給回路L1に取り付ける際に、機器3の取り付けが円滑に行われなければ、機器3の有する負荷31が給回路L1に接続される状態と、給回路L1から切り離される状態とが短時間の間に繰り返される、いわゆるチャタリングが発生し得る。そして、チャタリングの発生期間においては、電流が流れた状態で負荷31が給回路L1から瞬間的に切り離される際にアークが生じ得る。また、機器3を給回路L1から取り外す際にも、上記と同様にチャタリングが発生し得る。そして、チャタリングの発生期間においては、電流が流れた状態で負荷31が給回路L1から瞬間的に切り離される際にアークが生じ得る。このようなチャタリングに起因するアークの発生は、DC配電網200のみならず、AC配電網でも起こり得る。ただし、AC配電網においては、給回路に流れる電流が交流電流であるため、電流が零になる瞬間が存在することから、チャタリングに起因するアークの継続時間が短くなりやすい。具体的には、アークの継続時間は、交流電流の周期の半分以下となる。一方、DC配電網200では、給回路L1に流れる電流が直流電流であるため、電流が零にならずに、チャタリングに起因するアークの継続時間が長くなりがちである。特に、機器3の電極と給回路L1の電極との間の距離が中途半端な状態で機器3が給回路L1に取り付けられると、アークが消滅しにくくなる。

[0026] ここで、給回路L1の断線又は半断線に起因するアークはアーク故障の原因となりがちであるが、チャタリングに起因するアークは、基本的に短時間で消滅するためアーク故障の原因となりにくい。したがって、アーク検出システム100においては、チャタリングに起因する短時間のアークは検出せずに、主として給回路L1の断線又は半断線に起因するアークの発生をアー

ク故障の発生と判定することが望まれる。

[0027] そこで、実施の形態1では、上記の要望を満たすために、各機器3に抑制回路4を設けている。詳しくは後述するが、抑制回路4は、機器3が給電路L1に取り付けられた際に、遅延時間だけ遅れて負荷31が給電路L1に接続されるように構成されている。これにより、機器3が給電路L1に確実に取り付けられたであろう後に負荷31が給電路L1に接続されることになり、上述のような電流が流れた状態で負荷31が給電路L1から瞬間的に切り離されるといった状況が生じにくく、結果としてチャタリングに起因するアークが発生しにくくなる。

[0028] また、詳しくは後述するが、抑制回路4は、機器3を給電路L1から取り外す際に、機器3が給電路L1から取り外される前に機器3の給電路L1に対する電氣的な接続が解除されるように構成されている。これにより、機器3が給電路L1から切り離された後に機器3が給電路L1から取り外されることになり、上述のような電流が流れた状態で負荷31が給電路L1から瞬間的に切り離されるといった状況が生じにくく、結果としてチャタリングに起因するアークが発生しにくくなる。

[0029] そして、判定部12は、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、上記の遅延時間（閾値時間）よりも長ければ、チャタリングに起因するアークではなく、給電路L1での断線又は半断線に起因するアークが発生、つまりアーク故障が発生している、と判定する。つまり、実施の形態1では、特定時間は、遅延時間よりも長い。ここで、抑制回路4が存在しない場合、遅延時間に相当する期間においてチャタリングに起因するアークが発生し得ると考えられる。このため、特定時間が遅延時間よりも長いことは、特定時間が給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長いことに相当する。

[0030] なお、各機器3に抑制回路4を設けていない場合、機器3の給電路L1に対する着脱時にチャタリングに起因するアークが生じ得る。しかしながら、チャタリングに起因するアークは基本的に短時間で消滅するため、判定部1

2は、チャタリングに起因するアークが発生しても、アーク故障が発生したと判定することはない。ただし、例外的にチャタリングに起因するアークが原因となってアーク故障が発生する場合がある。この場合、特定時間が閾値時間よりも長くなるため、判定部12は、このような場合でもアーク故障が発生したと判定することが可能である。

[0031] 報知部13は、例えばランプを点灯したり、ブザーを鳴らしたりすることでアーク故障が発生していることを周囲に報知する。また、報知部13は、アーク故障が発生していることを示す情報をアーク検出システム100の所有者又は管理者等が有する情報端末に送信することで、アーク故障が発生していることを報知してもよい。情報端末は、一例として、スマートフォン又はタブレット等の携帯端末の他、パーソナルコンピュータ等を含み得る。

[0032] 停止部14は、判定部12にてアーク故障が発生していると判定された場合に、給電路L1に流れる電流を停止する。これにより、アーク故障によりアーク放電が発生していた場合には、アーク放電が消滅する。

[0033] 例えば、停止部14は、給電路L1に接続されたスイッチを制御することで、給電路L1に流れる電流を停止する。スイッチは、例えば、メカスイッチ又は半導体スイッチである。メカスイッチは、例えば、リレー又はブレーカ等のスイッチであり、半導体スイッチは、トランジスタ又はダイオード等のスイッチである。

[0034] なお、給電路L1に接続されたスイッチとは、給電路L1に直接的に接続されたスイッチであってもよいし、給電路L1に間接的に接続されたスイッチであってもよい。例えば、当該スイッチは、AC/DCコンバータ21におけるAC/DC変換機能を実現するためのスイッチである。当該スイッチは、給電路L1に直接的に接続されていなくても、間接的には給電路L1に接続されることになるため、給電路L1に接続されたスイッチとなる。例えば、停止部14は、当該スイッチを制御して当該スイッチのスイッチング動作を停止することで、給電路L1に流れる電流を停止する。

[0035] なお、スイッチは、直流電源2のオン及びオフを切り替えるように構成さ

れていてもよい。この場合、停止部14は、当該スイッチを制御して直流電源2をオフすることで、給回路L1に流れる電流を停止する。

[0036] また、スイッチは給回路L1上に設けられていてもよく、当該スイッチは給回路L1の開閉を切り替えるように構成されていてもよい。例えば、停止部14は、当該スイッチを制御して給回路L1を開放することで、給回路L1に流れる電流を停止してもよい。

[0037] 抑制回路4は、給回路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークを抑制するための回路である。抑制回路4は、第1スイッチSW1と、第2スイッチSW2と、駆動回路41と、を有している。実施の形態1では、抑制回路4は、各機器3において、機器3の有する負荷31と一对の接続端子32との間に設けられている。

[0038] 第1スイッチSW1は、機器3の有する負荷31と給回路L1との間の電路L2を開閉する。電路L2は、一对の接続端子32のうちの正極側の接続端子32と負荷31の正極とをつなぐ電路と、一对の接続端子32のうちの負極側の接続端子32と負荷31の負極とをつなぐ電路と、で構成されている。第1スイッチSW1がオン状態であれば、電路L2が閉じられることで一对の接続端子32と負荷31との間が電氣的に接続される。この状態では、機器3が給回路L1に取り付けられていると、給回路L1から負荷31へと電力が供給される（つまり、電流が流れる）。一方、第1スイッチSW1がオフ状態であれば、電路L2が開放されることで一对の接続端子32と負荷31との間が電氣的に切り離される。この状態では、機器3が給回路L1に取り付けられていても、給回路L1から負荷31へと電力が供給されない（つまり、電流が流れない）。

[0039] 実施の形態1では、第1スイッチSW1は、nチャンネルのエンハンスメント型のMOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）である。つまり、第1スイッチSW1は、電界効果トランジスタである。なお、図1において、ドレインソース間にあるダイオードの記号は、第1スイッチSW1の寄生ダイオードを表している。後述する図5においても同

様である。第1スイッチSW1のドレインは、負荷31の負極に接続されており、第1スイッチSW1のソースは、一对の接続端子32のうちの負側の接続端子32に接続されている。第1スイッチSW1のゲートは、駆動回路41に接続されている。

[0040] 駆動回路41は、機器3が回路L2に接続されてから遅延時間の経過後に回路L2を閉じるように第1スイッチSW1を駆動する。実施の形態1では、駆動回路41は、第1スイッチSW1のゲートに接続されて、第1スイッチSW1のゲートにコンデンサC1の充電電圧を印加するCRフィルタ42を備えている。そして、遅延時間は、CRフィルタ42の時定数により決定される。

[0041] 具体的には、駆動回路41は、第1抵抗素子R1と、第2抵抗素子R2と、コンデンサC1と、ツェナーダイオードZD1と、を有している。そして、第1抵抗素子R1、第2抵抗素子R2、及びコンデンサC1によりCRフィルタ42が構成されている。第1抵抗素子R1の一端は、一对の接続端子32のうちの正側の接続端子32及び負荷31の正極に接続されており、第1抵抗素子R1の他端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されている。第2抵抗素子R2の一端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されており、第2抵抗素子R2の他端は、第2スイッチSW2を介して一对の接続端子32のうちの負側の接続端子32に接続されている。コンデンサC1の一端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されており、コンデンサC1の他端は、第1スイッチSW1のソースに接続されている。ツェナーダイオードZD1は、第1スイッチSW1のゲートーソース間に接続されており、第1スイッチSW1のゲートーソース間に過大な電圧が印加されるのを抑制している。

[0042] なお、ツェナーダイオードZD1は、第1スイッチSW1のゲートーソース間電圧がオン状態に切り替えるのに十分な電圧となるように、第1抵抗素子R1との分圧比が設定された抵抗に置き換えられてもよい。また、ツェナーダイオードZD1と並列に更に抵抗が接続されていてもよい。後述する実

施の形態2においても同様である。

[0043] CRフィルタ42においては、第2スイッチSW2がオフ状態である場合、第1抵抗素子R1の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づいて時定数及び遅延時間が決定される。一方、CRフィルタ42においては、第2スイッチSW2がオン状態である場合、第2抵抗素子R2の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づいて時定数及び遅延時間が決定される。なお、第2スイッチSW2がオン状態である場合、定常的には、第1スイッチSW1のゲートソース間には第1抵抗素子R1及び第2抵抗素子R2による分圧が印加されるが、この分圧は第1スイッチSW1をオン状態にする程度に大きい電圧ではない。後述する実施の形態2においても同様である。そして、実施の形態1では、遅延時間は、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングの発生期間において機器3へ電力が供給されないように設定されている。

[0044] 第2スイッチSW2は、第1スイッチSW1のゲートと電路L2との間を短絡状態及び開放状態の一方から他方に切り替えるように構成されている。実施の形態1では、第2スイッチSW2は、ノーマリーオフ型の押釦スイッチであって、機器3の外部に露出している。第2スイッチSW2は、ユーザが押し操作を行っている間のみオン状態（つまり、短絡状態）に切り替わり、ユーザが押し操作を行っていない間はオフ状態（つまり、開放状態）を維持する。第2スイッチSW2の一端は、第2抵抗素子R2を介して第1スイッチSW1のゲートに接続されており、第2スイッチSW2の他端は、一对の接続端子32のうちの負側の接続端子32に接続されている。

[0045] 以下、抑制回路4の動作について図2A～図3Bを用いて説明する。図2A～図3Bは、いずれも機器3の給電路L1に対する着脱時の抑制回路4の動作を示す概要図である。なお、図2A～図3Bにおいては、第1スイッチSW1のオン／オフを視覚的にわかりやすくするために、第1スイッチSW1の表現を図1とは異ならせている。

[0046] まず、機器3を給電路L1に取り付ける際の抑制回路4の動作について説

明する。ここでは、ユーザが第2スイッチSW2を操作しながら、機器3を給電路L1に取り付ける、と仮定する。図3Bに示すように、機器3の一对の接続端子32と、給電路L1の一对の接続導体L11と、が接触した時点（以下、「接触時点」ともいう）では、第1スイッチSW1はオフ状態にあり、電路L2は開放されている。また、接触時点においては、機器3が給電路L1に電氣的に接続されるが、第2スイッチSW2がオン状態にあるため、コンデンサC1に充電電流I11が流れずに第1スイッチSW1はオンしない。

[0047] ここで、ユーザは、第2スイッチSW2を操作しながら機器3を給電路L1に差し込み、所定角度回転させることで、機器3を給電路L1に電氣的かつ機械的に接続させる。これにより、機器3の給電路L1に対する取り付けが完了する。その後、ユーザは、第2スイッチSW2から手を放すことで、第2スイッチSW2がオフする。つまり、ユーザが第2スイッチSW2を操作している限り、言い換えれば、ユーザが機器3の給電路L1に対する取り付けを完了するまでは、基本的に第1スイッチSW1はオンしない。

[0048] 第2スイッチSW2がオフすると、図2Aに示すように、駆動回路41のCRフィルタ42において、第1抵抗素子R1を介してコンデンサC1に充電電流I11が流れることにより、コンデンサC1の充電が開始される。コンデンサC1は、上述のように第1抵抗素子R1の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づく時定数に従って充電される。

[0049] そして、図2Bに示すように、コンデンサC1が十分に充電されることにより、コンデンサC1の充電電圧（つまり、第1スイッチSW1のゲートソース間電圧）が所定電圧に達すると、第1スイッチSW1がオンし、電路L2が閉じられる。これにより、給電路L1から負荷31へと電力が供給されるようになる。

[0050] このように、抑制回路4は、機器3が電路L2に接続された時点（ここでは、第2スイッチSW2がオフされた時点）から遅延時間の経過後に第1スイッチSW1をオンすることで、上記時点から遅延時間の経過後に給電路L

1から負荷31へ電力が供給されるようにしている。したがって、機器3を給電路L1に取り付ける際にチャタリングが発生したとしても、チャタリングの発生期間において給電路L1から負荷31へ電力が供給されないことから、チャタリングに起因するアークの発生を抑制することができる。

[0051] なお、機器3を給電路L1に取り付ける際に、ユーザが第2スイッチSW2の操作をし忘れる場合があり得る。この場合、接触時点からコンデンサC1に充電電流I11が流れ始めることになる。このような場合でも、抑制回路4は、機器3が電路L2に接続された時点（ここでは、接触時点）から遅延時間の経過後に第1スイッチSW1をオンするので、上記時点から遅延時間の経過後に給電路L1から負荷31へ電力が供給される。したがって、このような場合にチャタリングが発生したとしても、チャタリングの発生期間において給電路L1から負荷31へ電力が供給されにくくなることから、チャタリングに起因するアークの発生を抑制する効果が期待できる。

[0052] 次に、機器3を給電路L1から取り外す際の抑制回路4の動作について説明する。ここでは、ユーザが第2スイッチSW2を操作しながら、機器3を給電路L1から取り外す、と仮定する。図3Aに示すように、機器3が給電路L1から取り外される前において、第2スイッチSW2がオンする。すると、駆動回路41のCRフィルタ42において、コンデンサC1から第2抵抗素子R2を介して給電路L1へと放電電流I12が流れることにより、コンデンサC1の放電が開始される。コンデンサC1は、上述のように第2抵抗素子R2の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づく時定数に従って放電される。

[0053] そして、図3Bに示すように、コンデンサC1が十分に放電されることにより、コンデンサC1の充電電圧（つまり、第1スイッチSW1のゲートソース間電圧）が所定電圧を下回ると、第1スイッチSW1がオフし、電路L2が開放される。これにより、給電路L1から負荷31へと電力が供給されなくなる。その後、機器3が給電路L1から取り外されることで、機器3の一对の接続端子32と、給電路L1の一对の接続導体L11と、が離れる

ことにより、機器3の給電路L1に対する電氣的な接続が解除される。

[0054] このように、抑制回路4は、第2スイッチSW2がオンされた時点から遅延時間の経過後に第1スイッチSW1をオフすることで、機器3が給電路L1から取り外される前に機器3の給電路L1に対する電氣的な接続が解除されるようにしている。したがって、機器3を給電路L1から取り外す際にチャタリングが発生したとしても、チャタリングの発生期間において給電路L1から負荷31へ電力が供給されないことから、チャタリングに起因するアークの発生を抑制することができる。

[0055] なお、遅延時間が経過する前に機器3が給電路L1から取り外される場合もあり得る。この場合、機器3が給電路L1から取り外された時点でアークが発生し得るが、抑制回路4が存在しない場合と比較してアークの発生時間を短縮することができ、結果としてチャタリングに起因するアークの発生を抑制している、と言える。

[0056] ここで、CRフィルタ42において、第2抵抗素子R2の抵抗値は、第1抵抗素子R1の抵抗値よりも小さいのが好ましい。第2抵抗素子R2の抵抗値が小さければ、第1スイッチがオフするまでの遅延時間が短くなる。そして、この遅延時間が短ければ、機器3の給電路L1に対する着脱が遅延時間よりも早い時間で行われる可能性が低くなり、チャタリングに起因するアークが生じにくくなる。ただし、この遅延時間は短くすればする程好ましいわけではなく、極端に短くした場合には、逆に第1スイッチSW1が一瞬でオフすることに起因するアークが生じ得る。したがって、例えば、この遅延時間は、およそ数十ミリ秒であるのが好ましい。

[0057] 一方、機器3を給電路L1に取り付ける際には、機器3が給電路L1に確実に取り付けられたであろう後に負荷31が給電路L1に接続されればよいので、第1スイッチSW1がオンするまでの遅延時間は長くてもよい。ただし、この遅延時間を極端に長くすれば、機器3を給電路L1に取り付けてから負荷31が実際に駆動するまでの時間が長くなり、ユーザが違和感を覚える可能性がある。したがって、例えば、この遅延時間は、およそ数百ミリ秒

であるのが好ましい。

[0058] [動作]

以下、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 の動作の一例について図 4 を用いて説明する。図 4 は、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 の動作例を示すフローチャートである。

[0059] まず、取得部 11 は、電流計 22 から所定周期で電流 I1 の測定結果を取得する (S1)。処理 S1 は、アーク検出方法の取得ステップ ST1 に相当する。そして、判定部 12 は、取得部 11 にて取得した電流 I1 の測定結果のうち特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生しているか否かを判定する (S2)。ここでは、判定部 12 は、取得部 11 にて取得した電流 I1 の測定結果を周波数分析することで判定する。

[0060] 具体的には、判定部 12 は、上記特定の周波数帯域の成分と閾値とを比較し、上記特定の周波数帯域の成分が閾値以上であって、かつ、その状態が継続する特定時間が閾値時間よりも長ければ、アーク故障が発生していると判定する (S3: Yes)。一方、判定部 12 は、特定時間が閾値時間に達していない場合、又は上記特定の周波数帯域の成分が閾値を下回っている場合、アーク故障が発生していないと判定する (S3: No)。処理 S2, S3 は、アーク検出方法の判定ステップ ST2 に相当する。

[0061] 判定部 12 にてアーク故障が発生していると判定された場合 (S3: Yes)、停止部 14 は、給電路 L1 に流れる電流を停止することで、直流電源 2 から給電路 L1 への給電を停止する (S4)。そして、報知部 13 は、アーク故障の発生を報知する (S5)。一方、判定部 12 にてアーク故障が発生していないと判定された場合 (S3: No)、アーク検出システム 100 の処理が終了する。以下、上記の一連の処理 S1~S5 が繰り返される。

[0062] [利点]

以下、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 の利点について、比較例のアーク検出システムとの比較を交えて説明する。比較例のアーク検出システムは、取得部 11 にて取得した電流 I1 の測定結果のうち特定の周

波数帯域の成分が閾値を上回ると、即座にアーク故障が発生したと判定する点で、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 と相違する。

[0063] まず、アーク検出システムとして要求される条件について説明する。給電線 L1 の断線又は半断線に起因してアークが発生した場合に、この状態を放置すると、断線又は半断線した箇所が過剰に発熱し、場合によっては発火することで火災につながる可能性がある。そこで、アーク検出システムは、アークの発生（つまり、アーク故障の発生）をいち早く検出し、火災が発生するような状況となる前に給電線 L1 への給電を停止することが重要となる。例えば、UL (Underwriters Laboratories) 規格では、アークの発生後 2 秒以内にアーク故障の発生を検出することが要求されている。

[0064] 比較例のアーク検出システムでも、アーク故障の発生を検出することは可能である。しかしながら、比較例のアーク検出システムでは、給電線 L1 の断線又は半断線に起因するアークが発生した場合のみならず、チャタリングに起因するアークが発生した場合にも、アーク故障が発生したと判定する。つまり、比較例のアーク検出システムでは、アーク故障の原因となりにくいアークの発生によってもアーク故障が発生したと誤って判定してしまう。このように、比較例のアーク検出システムでは、アークが発生するたびにアーク故障が発生したと判定するため、ユーザの使い勝手が悪くなり得る。例えば、機器 3 の給電線 L1 に対する着脱が行われるたびにアーク故障が発生したとユーザに報知するといった事象が生じ得るため、ユーザにとって煩わしい。また、例えば、アーク故障が発生したと判定した場合に直流電源 2 から給電線 L1 に対する電力供給を自動的に停止するように構成されている、と仮定する。この構成では、機器 3 の給電線 L1 に対する着脱が行われるたびに給電線 L1 に対する電力供給が停止されるといった事象が生じ得るため、これもまたユーザにとって煩わしい。

[0065] 一方、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 では、給電線 L1 の断線又は半断線に起因するアークが発生した場合にアーク故障が発生したと判定し、チャタリングに起因するアークが発生した場合には基本的にアーク

故障が発生したと判定することがない。つまり、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 では、アーク故障の原因となりにくいアークの発生によってアーク故障が発生したと判定する可能性が低い。言い換えれば、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 では、給電路 L1 に対する機器 3 の着脱の際に生じ得るアークのように、一時的に発生しただけではアーク故障に至らない事象を検出しなくて済むので、アーク故障の発生の誤検出を防止しやすくなる、という利点がある。このため、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 では、比較例のアーク検出システムで起こり得た上記事象が生じにくい。つまり、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 では、ユーザにとって特に影響の大きい事象と考えられるアーク故障の発生時のみユーザに報知したり、給電路 L1 に対する電力供給を停止したりすることができるので、ユーザの使い勝手が良い、という利点がある。

[0066] (実施の形態 2)

[構成]

以下、実施の形態 2 に係るアーク検出システム 100 について、図 5 を用いて説明する。図 5 は、実施の形態 2 に係るアーク検出システム 100 を含む全体構成を示す概要図である。図 5 では、直流電源 2 の図示を省略している。したがって、図 5 では、アーク検出システム 100 の構成要素である取得部 11、判定部 12、報知部 13、及び停止部 14 の図示を省略している。実施の形態 2 に係るアーク検出システム 100 では、抑制回路 4A の構成が、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 における抑制回路 4 の構成と相違する。以下では、実施の形態 1 との相違点について主として説明し、実施の形態 1 との共通点については説明を適宜省略する。

[0067] 実施の形態 2 では、抑制回路 4A は、実施の形態 1 の抑制回路 4 と同様に、第 1 スイッチ SW1 と、第 2 スイッチ SW2 と、駆動回路 41 と、を有している。ただし、実施の形態 2 の抑制回路 4A では、第 1 スイッチ SW1、第 2 スイッチ SW2、及び駆動回路 41 の各構成要素の配置が実施の形態 1 の抑制回路 4 と異なっている。また、実施の形態 2 の駆動回路 41 は、実施

の形態1の抑制回路4とは異なり、電源回路43を更に有している。

- [0068] 第1スイッチSW1は、実施の形態1と同様に、nチャンネルのエンハンスメント型のMOSFETである。第1スイッチSW1のドレインは、一对の接続端子32のうちの正側の接続端子32に接続されており、第1スイッチSW1のソースは、負荷31の正極に接続されている。第1スイッチSW1のゲートは、駆動回路41に接続されている。
- [0069] 第2スイッチSW2は、実施の形態1と同様に、ノーマリーオフ型の押釦スイッチである。第2スイッチSW2の一端は、第2抵抗素子R2を介して第1スイッチSW1のゲートに接続されており、第2スイッチSW2の他端は、一对の接続端子32のうちの正側の接続端子32に接続されている。
- [0070] 駆動回路41は、第1抵抗素子R1と、第2抵抗素子R2と、コンデンサC1と、ツェナーダイオードZD1と、電源回路43と、を有している。そして、第1抵抗素子R1、第2抵抗素子R2、及びコンデンサC1によりCRフィルタ42が構成されている。第1抵抗素子R1の一端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されており、第1抵抗素子R1の他端は、電源回路43の一对の出力端子432のうちの高圧側の出力端子432に接続されている。第2抵抗素子R2の一端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されており、第2抵抗素子R2の他端は、第2スイッチSW2を介して一对の接続端子32のうちの正側の接続端子32に接続されている。コンデンサC1の一端は、第1スイッチSW1のゲートに接続されており、コンデンサC1の他端は、第1スイッチSW1のソースに接続されている。ツェナーダイオードZD1は、第1スイッチSW1のゲート-ソース間に接続されており、第1スイッチSW1のゲート-ソース間に過大な電圧が印加されるのを抑制している。
- [0071] 電源回路43は、一对の入力端子431と、一对の出力端子432と、を有し、一对の入力端子431と一对の出力端子432との間は電氣的に絶縁されている。また、電源回路43は、一对の入力端子431に印加される電圧に基づいて、第1スイッチSW1のゲートを駆動するための駆動電圧を生

成し、生成した駆動電圧を一对の出力端子432から出力する。一对の入力端子431は、それぞれ一对の接続端子32に接続されている。一对の出力端子432のうちの高圧側の出力端子432は、第1抵抗素子R1を介して第1スイッチSW1のゲートに接続されており、低圧側の出力端子432は、負荷31の正極に接続されている。

[0072] CRフィルタ42においては、第2スイッチSW2がオフ状態である場合、第1抵抗素子R1の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づいて時定数及び遅延時間が決定される。一方、CRフィルタ42においては、第2スイッチSW2がオン状態である場合、第2抵抗素子R2の抵抗値と、コンデンサC1の静電容量値と、に基づいて時定数及び遅延時間が決定される。

[0073] 以下、抑制回路4Aの動作について説明する。まず、機器3を給電路L1に取り付ける際の抑制回路4Aの動作について説明する。ここでは、ユーザが第2スイッチSW2を操作しながら、機器3を給電路L1に取り付ける、と仮定する。機器3の一对の接続端子32と、給電路L1の一对の接続導体L11と、が接触した時点（以下、「接触時点」ともいう）では、第1スイッチSW1はオフ状態にあり、電路L2は開放されている。また、接触時点においては、機器3が給電路L1に電氣的に接続されるが、第2スイッチSW2がオン状態にあるため、コンデンサC1に充電電流が流れずに第1スイッチSW1はオンしない。

[0074] ここで、ユーザは、第2スイッチSW2を操作しながら機器3を給電路L1に差し込み、所定角度回転させることで、機器3を給電路L1に電氣的かつ機械的に接続させる。これにより、機器3の給電路L1に対する取り付けが完了する。その後、ユーザは、第2スイッチSW2から手を放すことで、第2スイッチSW2がオフする。つまり、ユーザが第2スイッチSW2を操作している限り、言い換えれば、ユーザが機器3の給電路L1に対する取り付けを完了するまでは、基本的に第1スイッチSW1はオンしない。

[0075] 第2スイッチSW2がオフすると、電源回路43の一对の入力端子431

に給電路L 1から電圧が印加されることにより、電源回路4 3が駆動電圧を生成し、生成した駆動電圧を一对の出力端子4 3 2から出力する。これにより、駆動回路4 1のCRフィルタ4 2において、第1抵抗素子R 1を介してコンデンサC 1に充電電流が流れ、コンデンサC 1の充電が開始される。コンデンサC 1は、上述のように第1抵抗素子R 1の抵抗値と、コンデンサC 1の静電容量値と、に基づく時定数に従って充電される。

[0076] そして、コンデンサC 1が十分に充電されることにより、コンデンサC 1の充電電圧（つまり、第1スイッチSW 1のゲートソース間電圧）が所定電圧に達すると、第1スイッチSW 1がオンし、電路L 2が閉じられる。これにより、給電路L 1から負荷3 1へと電力が供給されるようになる。

[0077] 次に、機器3を給電路L 1から取り外す際の抑制回路4 Aの動作について説明する。ここでは、ユーザが第2スイッチSW 2を操作しながら、機器3を給電路L 1から取り外す、と仮定する。機器3が給電路L 1から取り外される前において、第2スイッチSW 2がオンする。すると、駆動回路4 1のCRフィルタ4 2において、コンデンサC 1から第2抵抗素子R 2を介して給電路L 1へと放電電流が流れることにより、コンデンサC 1の放電が開始される。コンデンサC 1は、上述のように第2抵抗素子R 2の抵抗値と、コンデンサC 1の静電容量値と、に基づく時定数に従って放電される。

[0078] そして、コンデンサC 1が十分に放電されることにより、コンデンサC 1の充電電圧（つまり、第1スイッチSW 1のゲートソース間電圧）が所定電圧を下回ると、第1スイッチSW 1がオフし、電路L 2が開放される。これにより、給電路L 1から負荷3 1へと電力が供給されなくなる。その後、機器3が給電路L 1から取り外されることで、機器3の一对の接続端子3 2と、給電路L 1の一对の接続導体L 1 1と、が離れることにより、機器3の給電路L 1に対する電氣的な接続が解除される。

[0079] 上述のように、実施の形態2に係るアーク検出システム1 0 0においても、抑制回路4 Aは、実施の形態1の抑制回路4と同様に動作する。また、実施の形態2に係るアーク検出システム1 0 0は、抑制回路4 Aを除いて、実

施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 と同様の構成である。したがって、実施の形態 2 に係るアーク検出システム 100 は、実施の形態 1 に係るアーク検出システム 100 と同様の効果を奏し得る。

[0080] (その他の実施の形態)

以上、実施の形態 1, 2 について説明したが、本発明は、上記実施の形態 1, 2 に限定されるものではない。以下、実施の形態 1, 2 の変形例について列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせてもよい。

[0081] 実施の形態 1, 2 では、電流計 22 はアーク検出システム 100 とは別の機器であるが、アーク検出システム 100 に内蔵されていてもよい。

[0082] 実施の形態 1, 2 では、アーク検出システム 100 は直流電源 2 に設けられているが、これに限定されない。例えば、アーク検出システム 100 は、直流電源 2 とは別の機器として給電路 L1 に接続されていてもよい。この場合、アーク検出システム 100 は、直流電源 2 との間で有線通信又は無線通信により通信可能に構成されていれば、直流電源 2 に対して判定部 12 の判定結果に応じた指示を与えることが可能である。

[0083] 実施の形態 1, 2 では、判定部 12 は、取得部 11 にて取得した電流 I1 の測定結果に対して周波数分析を実行することにより、特定の周波数帯域の成分を抽出しているが、これに限らない。例えば、判定部 12 は、周波数分析を実行する代わりに、取得部 11 にて取得した電流 I1 の測定結果をフィルタ（例えば、バンドパスフィルタ）に通すことで、特定の周波数帯域の周波数成分を抽出してもよい。

[0084] 実施の形態 1, 2 では、第 2 スイッチ SW2 は、ユーザの手により操作されることでオン／オフを切り替えるように構成されているが、これに限らない。例えば、第 2 スイッチ SW2 は、給電路 L1 に対する機器 3 の着脱に応じて自動的にオン／オフを切り替えるように構成されていてもよい。例えば、第 2 スイッチ SW2 は、少なくとも機器 3 が給電路 L1 から取り外される際に一時的に短絡状態に切り替わるように構成されていてもよい。

[0085] 以下、上記構成の具体例について説明する。具体例において、第 2 スイッ

チSW2は、ノーマリーオン型の押釦スイッチであって、所定の力が加わるとオフ状態（開放状態）に切り替わるように構成されている。つまり、第2スイッチSW2は、機器3が給電路L1に取り付けられていない状態においてはオン状態（短絡状態）を維持し、機器3が給電路L1に取り付けられる際に所定の力が加わることでオフ状態に切り替わる。

[0086] 以下、上記具体例での第2スイッチSW2の動作について説明する。機器3を給電路L1に取り付ける場合、まず、機器3が給電路L1に差し込まれる。この時点では、第2スイッチSW2は未だオン状態を維持する。その後、機器3を所定角度回転させることで、機器3が給電路L1に接続される。このとき、第2スイッチSW2には、機器3の回転に伴って機器3及び給電路L1から所定の力が加えられる。これにより、第2スイッチSW2はオフ状態に切り替わる。そして、機器3が給電路L1に取り付けられている間は、第2スイッチSW2はオフ状態を維持する。

[0087] 機器3を給電路L1から取り外す場合、まず、機器3を取り付け時とは逆向きに所定角度回転させる。この機器3の回転の開始時において、第2スイッチSW2は機器3及び給電路L1から加えられる力から解放され、オン状態に切り替わる。そして、機器3の回転の途中で負荷31が給電路L1から切り離される。

[0088] この構成では、第2スイッチSW2は、機器3の給電路L1に対する着脱に応じて、ユーザが直接操作することなく、自動的にオン／オフを切り替える。そして、第2スイッチSW2は、機器3が給電路L1から取り外される前にオン状態に切り替わる（つまり、少なくとも機器3が給電路L1から取り外される際に一時的に短絡状態に切り替わる）。この構成では、機器3を給電路L1から取り外す際にユーザが第2スイッチSW2を操作する場合と同様に、機器3が給電路L1から取り外される前に機器3の給電路L1に対する電気的な接続が解除されるようになっている。したがって、この構成では、機器3を給電路L1から取り外す際にチャタリングが発生したとしても、チャタリングの発生期間において給電路L1から負荷31へ電力が供給さ

れないことから、チャタリングに起因するアークの発生を抑制することができる。

[0089] 実施の形態1, 2において、抑制回路4, 4Aは、第2スイッチSW2を有していなくてもよい。また、実施の形態1, 2において、アーク検出システム100は、報知部13及び停止部14を備えていなくてもよい。つまり、アーク検出システム100は、あくまでアーク故障の発生を検出する機能を有していればよく、報知部13及び停止部14については別システムで実現されてもよい。

[0090] 実施の形態1, 2では、各機器3に抑制回路4, 4Aが設けられているが、これに限定されない。例えば、複数の機器3のうちの一部の機器3のみに抑制回路4, 4Aが設けられていてもよい。また、例えば、いずれの機器3にも抑制回路4, 4Aが設けられていなくてもよい。つまり、アーク検出システム100は、抑制回路4, 4Aを備えていなくてもよい。また、例えば、抑制回路4, 4Aは、機器3とは別に、機器3と給電路L1とを互いに接続するためのコネクタに設けられていてもよい。

[0091] 例えば、本発明は、アーク検出システム100として実現できるだけでなく、アーク検出システム100を構成する各構成要素が行うステップ（処理）を含むアーク検出方法として実現できる。

[0092] 具体的には、アーク検出方法は、取得ステップST1と、判定ステップST2と、を含む。取得ステップST1では、直流電源2から電力が供給される給電路L1に流れる電流I1の測定結果を取得する。判定ステップST2では、取得ステップST1にて取得した電流I1の測定結果のうち特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する。判定ステップST2では、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、アーク故障が発生したと判定する。

[0093] 例えば、それらのステップは、1以上のプロセッサを有するコンピュータ（コンピュータシステム）によって実行されてもよい。そして、本発明は、

それらの方法に含まれるステップを、コンピュータに実行させるためのプログラムとして実現できる。さらに、本発明は、そのプログラムを記録したCD-ROM等である非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現できる。具体的には、プログラムは、1以上のプロセッサに、上記のアーキ検出方法を実行させる。

[0094] 上記各実施の形態に係るアーキ検出システム100の少なくとも一部は、マイコンによってソフトウェア的に実現されたが、パーソナルコンピュータなどの汎用コンピュータにおいてソフトウェア的に実現されてもよい。さらに、アーキ検出システム100の少なくとも一部は、A/D変換器、論理回路、ゲートアレイ、D/A変換器等で構成される専用の電子回路によってハードウェア的に実現されてもよい。

[0095] また、実施の形態1, 2における抑制回路4, 4Aは、アーキ検出システム100とは別に、単独で市場に流通し得る。すなわち、抑制回路4, 4Aは、第1スイッチSW1と、駆動回路41と、を備える。第1スイッチSW1は、直流電源2から電力が供給される給電路L1と、給電路L1に着脱可能な機器3の有する負荷31と、の間の電路L2を開閉する。駆動回路41は、機器3が電路L2に接続されてから遅延時間の経過後に電路L2を閉じるように第1スイッチSW1を駆動する。

[0096] また、抑制回路4, 4Aは、例えば以下のように構成されていてもよい。すなわち、第1スイッチSW1は、電界効果トランジスタである。駆動回路41は、第1スイッチSW1のゲートに接続されて、第1スイッチSW1のゲートにコンデンサC1の充電電圧を印加するCRフィルタ42を更に備える。遅延時間は、CRフィルタ42の時定数により決定される。

[0097] さらに、抑制回路4, 4Aは、例えば以下のように構成されていてもよい。すなわち、抑制回路4, 4Aは、第1スイッチSW1のゲートと電路L2との間を短絡状態及び開放状態の一方から他方に切り替える第2スイッチSW2を更に備える。

[0098] さらに、抑制回路4, 4Aは、例えば以下のように構成されていてもよい

。すなわち、第2スイッチSW2は、少なくとも機器3が給電路L1から取り外される際に一時的に短絡状態に切り替わるように構成されている。

[0099] また、抑制回路4, 4Aは、例えば以下のように構成されていてもよい。すなわち、遅延時間は、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングの発生期間において機器3へ電力が供給されないように設定されている。

[0100] 上述の抑制回路4, 4Aによれば、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングに起因するアークが生じにくくなる、という利点がある。

[0101] なお、第1スイッチSW1は、電界効果トランジスタに限らず、例えばリレー等であってもよい。

[0102] その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

[0103] (まとめ)

以上述べたように、アーク検出システム100は、取得部11と、判定部12と、を備える。取得部11は、直流電源2から電力が供給される給電路L1に流れる電流I1の測定結果を取得する。判定部12は、取得部11にて取得した電流I1の測定結果のうちの特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する。判定部12は、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、アーク故障が発生したと判定する。

[0104] このようなアーク検出システム100によれば、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークのように、一時的に発生しただけではアーク故障に至らない事象を検出しなくて済むので、アーク故障の発生の誤検出を防止しやすくなる、という利点がある。

[0105] また、例えば、アーク検出システム100は、給電路L1に対する機器3

の着脱の際に生じ得るアークを抑制する抑制回路4, 4Aを更に備える。抑制回路4, 4Aは、第1スイッチSW1と、駆動回路41と、を有する。第1スイッチSW1は、機器3の有する負荷31と給電路L1との間の電路L2を開閉する。駆動回路41は、機器3が電路L2に接続されてから遅延時間の経過後に電路L2を閉じるように第1スイッチSW1を駆動する。

[0106] このようなアーク検出システム100によれば、機器3が給電路L1に取り付けられたであろう後に機器3の有する負荷31が給電路L1に接続されることになるので、電流が流れた状態で負荷31が給電路L1から瞬間的に切り離されるといった状況が生じにくくなる。結果として、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングに起因するアークが生じにくくなる、という利点がある。

[0107] また、例えば、アーク検出システム100では、第1スイッチSW1は、電界効果トランジスタである。駆動回路41は、第1スイッチSW1のゲートに接続されて、第1スイッチSW1のゲートにコンデンサC1の充電電圧を印加するCRフィルタ42を更に備える。遅延時間は、CRフィルタ42の時間定数により決定される。

[0108] このようなアーク検出システム100によれば、機器3が給電路L1に取り付けられたであろう後に機器3の有する負荷31が給電路L1に接続されることになるので、電流が流れた状態で負荷31が給電路L1から瞬間的に切り離されるといった状況が生じにくくなる。結果として、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングに起因するアークが生じにくくなる、という利点がある。

[0109] また、例えば、アーク検出システム100では、抑制回路4, 4Aは、第1スイッチSW1のゲートと電路L2との間を短絡状態及び開放状態の一方から他方に切り替える第2スイッチSW2を更に備える。

[0110] このようなアーク検出システム100によれば、機器3を給電路L1から取り外す際に第2スイッチSW2を操作することで、機器3が給電路L1から取り外される前に機器3の給電路L1に対する電気的な接続を解除するこ

とができる。したがって、チャタリングが発生し得る期間において給電路L1から負荷31へ電力が供給されないことから、チャタリングに起因するアークの発生を抑制することができる、という利点がある。

[0111] また、例えば、アーク検出システム100では、第2スイッチSW2は、少なくとも機器3が給電路L1から取り外される際に一時的に短絡状態に切り替わるように構成されている。

[0112] このようなアーク検出システム100によれば、機器3を給電路L1から取り外す際に、機器3が給電路L1から取り外される前に機器3の給電路L1に対する電気的な接続を自動的に解除することができる、という利点がある。

[0113] また、例えば、アーク検出システム100では、遅延時間は、給電路L1に対して機器3を着脱する際に生じ得るチャタリングの発生期間において機器3へ電力が供給されないように設定されている。特定時間は、遅延時間よりも長い。

[0114] このようなアーク検出システム100によれば、チャタリングに起因するアークの発生を、アーク故障の発生であると誤って判定するのを防ぎやすい、という利点がある。

[0115] また、例えば、アーク検出方法は、取得ステップST1と、判定ステップST2と、を含む。取得ステップST1では、直流電源2から電力が供給される給電路L1に流れる電流I1の測定結果を取得する。判定ステップST2では、取得ステップST1にて取得した電流I1の測定結果のうち特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する。判定ステップST2では、特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、アーク故障が発生したと判定する。

[0116] このようなアーク検出方法によれば、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアークのように、一時的に発生しただけではアーク故障に至らない事象を検出しなくて済むので、アーク故障の発生の誤検出を防止しやすい

くなる、という利点がある。

[0117] また、例えば、プログラムは、1以上のプロセッサに、上記のアーキ検出方法を実行させる。

[0118] このようなプログラムによれば、給電路L1に対する機器3の着脱の際に生じ得るアーキのように、一時的に発生しただけではアーキ故障に至らない事象を検出しなくて済むので、アーキ故障の発生の誤検出を防止しやすくなる、という利点がある。

### 符号の説明

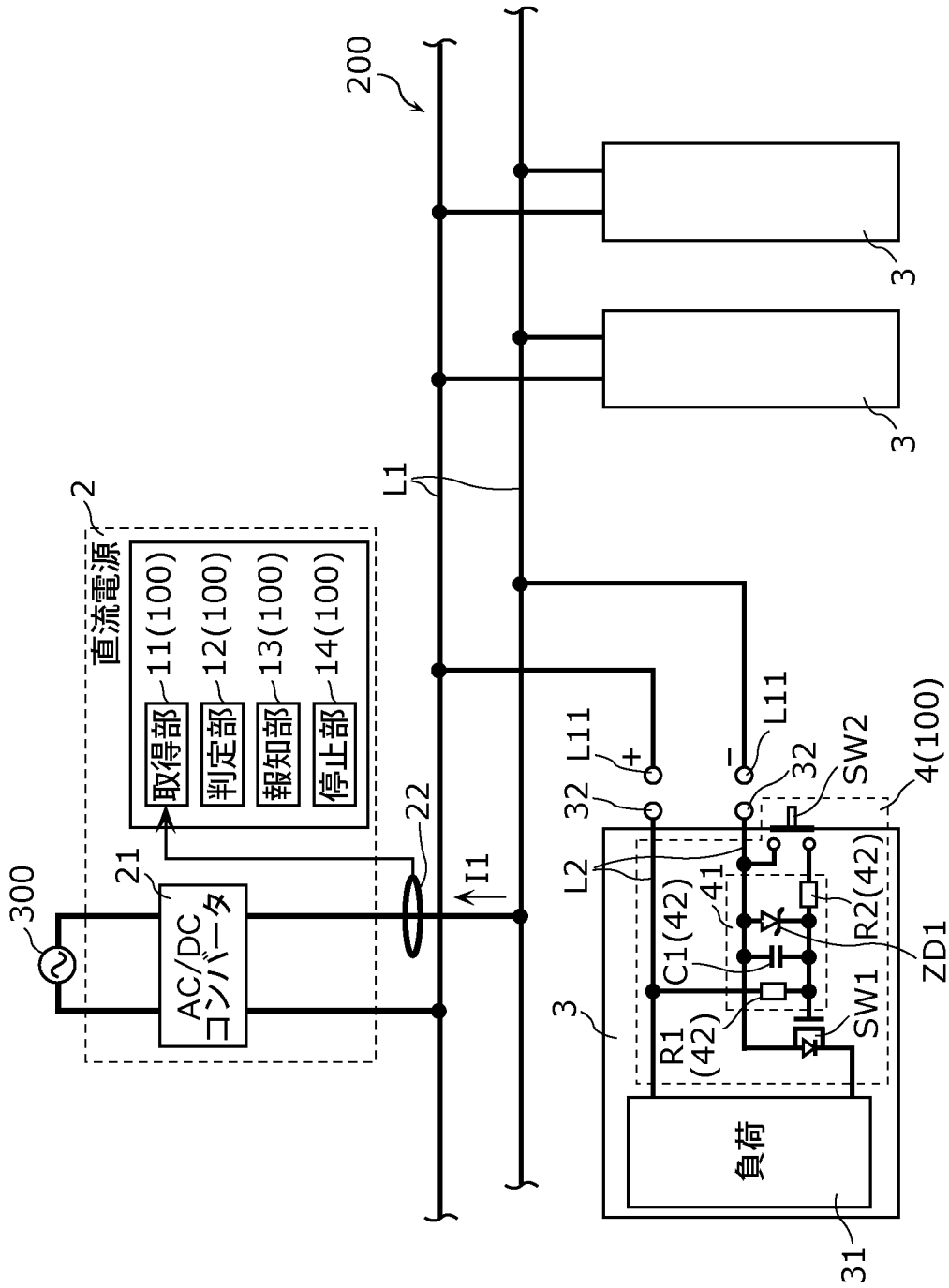
- [0119] 100 アーク検出システム
- 11 取得部
  - 12 判定部
  - 2 直流電源
  - 3 機器
  - 31 負荷
  - 4, 4A 抑制回路
  - 41 駆動回路
  - 42 CRフィルタ
  - C1 コンデンサ
  - I1 電流
  - L1 給電路
  - L2 電路
  - ST1 取得ステップ
  - ST2 判定ステップ
  - SW1 第1スイッチ
  - SW2 第2スイッチ

## 請求の範囲

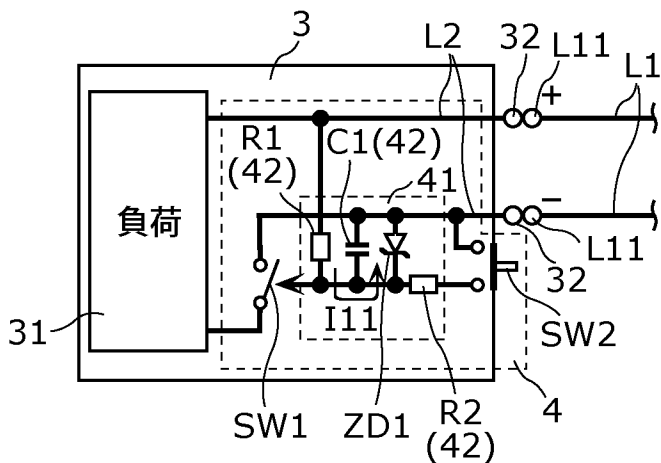
- [請求項1] 直流電源から電力が供給される給電路に流れる電流の測定結果を取得する取得部と、
- 前記取得部にて取得した前記電流の測定結果のうちの特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する判定部と、を備え、
- 前記判定部は、前記特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、前記給電路に対する機器の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、前記アーク故障が発生したと判定する、アーク検出システム。
- [請求項2] 前記給電路に対する前記機器の着脱の際に生じ得るアークを抑制する抑制回路を更に備え、
- 前記抑制回路は、
- 前記機器の有する負荷と前記給電路との間の電路を開閉する第1スイッチと、
- 前記機器が前記電路に接続されてから遅延時間の経過後に前記電路を閉じるように前記第1スイッチを駆動する駆動回路と、を有する、請求項1に記載のアーク検出システム。
- [請求項3] 前記第1スイッチは、電界効果トランジスタであって、
- 前記駆動回路は、前記第1スイッチのゲートに接続されて、前記第1スイッチの前記ゲートにコンデンサの充電電圧を印加するCRフィルタを更に備え、
- 前記遅延時間は、前記CRフィルタの時定数により決定される、請求項2に記載のアーク検出システム。
- [請求項4] 前記抑制回路は、前記第1スイッチの前記ゲートと前記電路との間を短絡状態及び開放状態の一方から他方に切り替える第2スイッチを更に備える、
- 請求項3に記載のアーク検出システム。

- [請求項5] 前記第2スイッチは、少なくとも前記機器が前記給電路から取り外される際に一時的に前記短絡状態に切り替わるように構成されている、
- 請求項4に記載のアーク検出システム。
- [請求項6] 前記遅延時間は、前記給電路に対して前記機器を着脱する際に生じ得るチャタリングの発生期間において前記機器へ電力が供給されないように設定され、
- 前記特定時間は、前記遅延時間よりも長い、
- 請求項2～5のいずれか1項に記載のアーク検出システム。
- [請求項7] 直流電源から電力が供給される給電路に流れる電流の測定結果を取得する取得ステップと、
- 前記取得ステップにて取得した前記電流の測定結果のうちの特定の周波数帯域の成分に基づいて、アーク故障が発生したか否かを判定する判定ステップと、を含み、
- 前記判定ステップでは、前記特定の周波数帯域の成分が閾値以上となる特定時間が、前記給電路に対する機器の着脱の際に生じ得るアークの発生時間よりも長い場合に、前記アーク故障が発生したと判定する、
- アーク検出方法。
- [請求項8] 1以上のプロセッサに、
- 請求項7に記載のアーク検出方法を実行させる、
- プログラム。

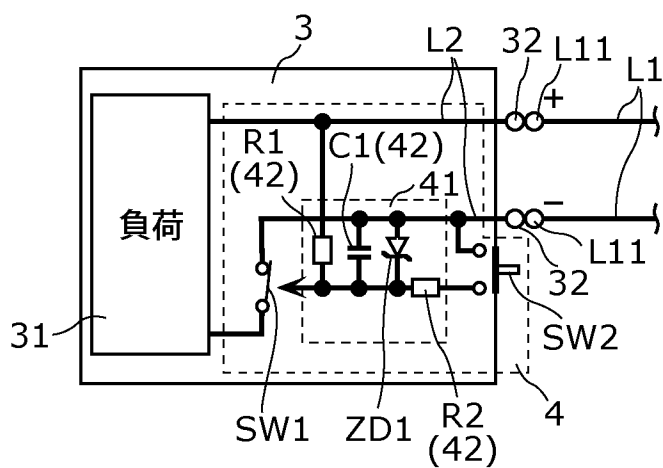
[図1]



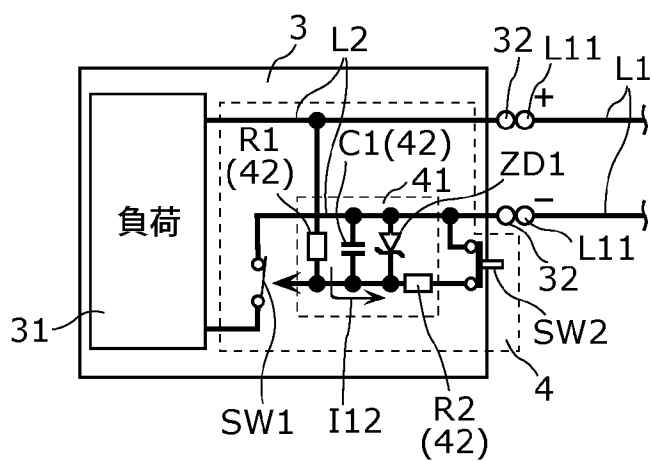
[図2A]



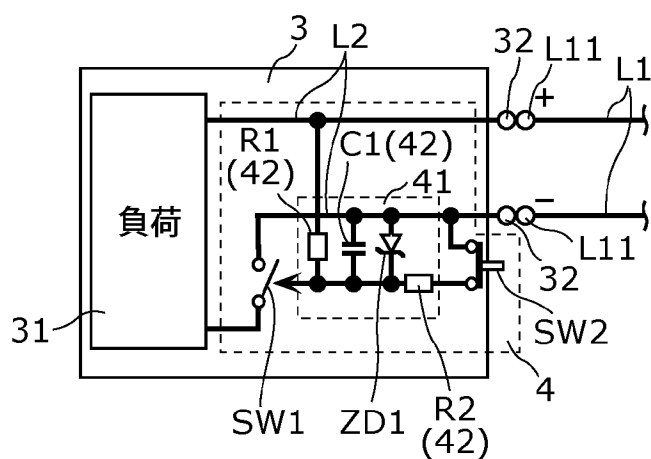
[図2B]



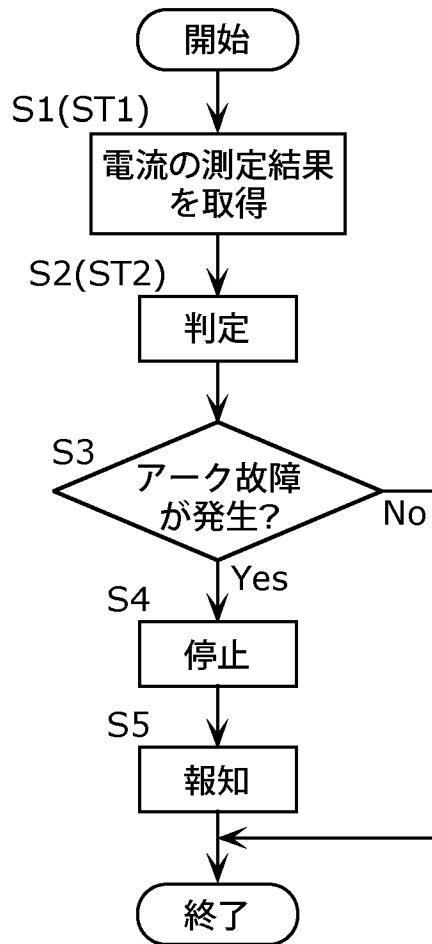
[図3A]



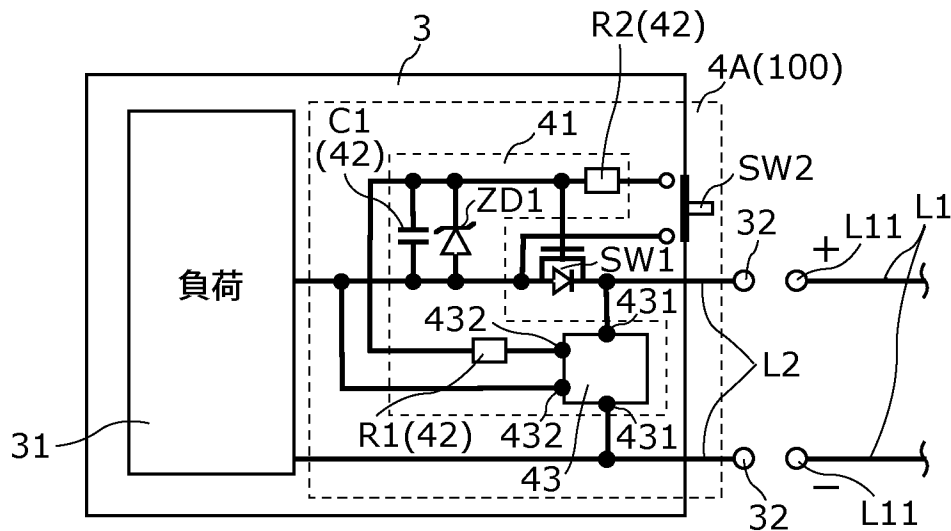
[図3B]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/032957

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H02H 1/04</i> (2006.01)i; <i>H02H 3/087</i> (2006.01)i; <i>G01R 31/12</i> (2020.01)i; <i>G01R 31/50</i> (2020.01)i; <i>G01R 31/58</i> (2020.01)i FI: G01R31/12 A; H02H3/087; H02H1/04; G01R31/50; G01R31/58		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02H1/04; H02H3/087; G01R31/12; G01R31/50; G01R31/58		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/082564 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 02 May 2019 (2019-05-02) entire text, all drawings	1-8
A	WO 2006/019164 A1 (TOSHIBA CORP.) 23 February 2006 (2006-02-23) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-2606 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 05 January 2015 (2015-01-05) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-517792 A (CHUNG, Tae Young) 22 June 2015 (2015-06-22) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-525054 A (DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC) 27 August 2015 (2015-08-27) entire text, all drawings	1-8
A	US 2014/0218044 A1 (LEVITON MANUFACTURING COMPANY) 07 August 2014 (2014-08-07) entire text, all drawings	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 <b>12 November 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>30 November 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/032957

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5047724 A (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 10 September 1991 (1991-09-10) entire text, all drawings	1-8
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/032957**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019/082564	A1	02 May 2019	US	2021/0194235	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	111279206	A	
WO	2006/019164	A1	23 February 2006	US	2007/0139056	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	101044410	A	
JP	2015-2606	A	05 January 2015	(Family: none)			
JP	2015-517792	A	22 June 2015	US	2015/0138684	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2013/187616	A1	
				KR	10-2013-0101427	A	
				CN	104321942	A	
JP	2015-525054	A	27 August 2015	US	2015/0180408	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2014/011392	A2	
				CN	104428900	A	
US	2014/0218044	A1	07 August 2014	US	8599523	B1	
				entire text, all drawings			
US	5047724	A	10 September 1991	(Family: none)			

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  H02H 1/04(2006.01)i; H02H 3/087(2006.01)i; G01R 31/12(2020.01)i; G01R 31/50(2020.01)i;                  G01R 31/58(2020.01)i                  FI: G01R31/12 A; H02H3/087; H02H1/04; G01R31/50; G01R31/58</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  H02H1/04; H02H3/087; G01R31/12; G01R31/50; G01R31/58</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			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
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									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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 2019/082564 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 02.05.2019 (2019 - 05 - 02) 全文, 全図	1-8								
A	WO 2006/019164 A1 (株式会社 東芝) 23.02.2006 (2006 - 02 - 23) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2015-2606 A (三菱電機株式会社) 05.01.2015 (2015 - 01 - 05) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2015-517792 A (チャン、タエ ヤン) 22.06.2015 (2015 - 06 - 22) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2015-525054 A (ダウ グローバル テクノロジーズ エルエルシー) 27.08.2015 (2015 - 08 - 27) 全文, 全図	1-8								
A	US 2014/0218044 A1 (LEVITON MANUFACTURING COMPANY) 07.08.2014 (2014 - 08 - 07) 全文, 全図	1-8								
<p><input checked="" 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。</p>										
<p>* 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                  “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                  “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                  “&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>										
国際調査を完了した日	21.11.2021	国際調査報告の発送日 30.11.2021								
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）  永井 皓喜 2S 5701  電話番号 03-3581-1101 内線 3216									

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	US 5047724 A (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 10.09.1991 (1991 - 09 - 10) 全文, 全図	1-8

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2021/032957

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/082564	A1	02.05.2019	US	2021/0194235	A1	
				全文, 全図			
				CN	111279206	A	
WO	2006/019164	A1	23.02.2006	US	2007/0139056	A1	
				全文, 全図			
				CN	101044410	A	
JP	2015-2606	A	05.01.2015	(ファミリーなし)			
JP	2015-517792	A	22.06.2015	US	2015/0138684	A1	
				全文, 全図			
				WO	2013/187616	A1	
				KR	10-2013-0101427	A	
				CN	104321942	A	
JP	2015-525054	A	27.08.2015	US	2015/0180408	A1	
				全文, 全図			
				WO	2014/011392	A2	
				CN	104428900	A	
US	2014/0218044	A1	07.08.2014	US	8599523	B1	
				全文, 全図			
US	5047724	A	10.09.1991	(ファミリーなし)			