

明 細 書

発明の名称： プラグ式放電検出ユニット及び放電検出システム

技術分野

[0001] 本発明は、プラグ式放電検出ユニット、及びこのプラグ式放電検出ユニットを備える放電検出システムに関するものである。

背景技術

[0002] 特開 2 0 1 9 - 1 8 4 4 8 0 号公報（特許文献 1）には、電気回路で発生した放電を検出するための放電検出構造が開示されている。この放電検出構造は、例えば、分電盤に組み込まれることにより、屋内配線などの電気回路に電氣的に接続される。電気回路には、図示しない負荷が電氣的に接続される。負荷とは、例えば、照明器具、ディスプレイ、エアコンディショナー、冷蔵庫などの電力を消費して動作する機器を意味する。放電検出構造は、ハイパスフィルター部及び判定部を備える。ハイパスフィルター部は、分電盤を構成する開閉スイッチ（分岐ブレーカ）の二次側に電氣的に接続される。電気回路又は負荷において、トラッキング、ショート断線、漏電などの事故が生じた場合には、電線間又は電極間で放電が発生する。放電が発生した場合には、電気回路の電圧又は電流にノイズが重畳される。ハイパスフィルター部は、電圧又は電流に重畳された高周波帯域のノイズを検出する。判定部は、ハイパスフィルター部によって検出されたノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定する。判定部は、放電が発生したと判定した場合、遮断部に信号を送信する。遮断部は、判定部からの信号に基づいて、スイッチを閉状態から開状態に切り替える。これにより、電気回路への電力の供給が遮断される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 1 9 - 1 8 4 4 8 0 号公報

特許文献 2：特開 2 0 2 0 - 1 3 4 2 3 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 日本国内では、所定の資格を取得した者でなければ電気工事をすることができない（電気工事法第3条第1項）。一方、特開2019-184480号公報の放電検出構造は、分電盤の配線又は屋内配線に電氣的に接続される。放電検出構造を配線に設置したり、配線から取り外したりする行為は、日本の電気工事法上の電気工事に該当する。このため、特開2019-184480号公報の放電検出構造は、所定の資格を取得した者でなければ、配線に設置したり、配線から取り外したりすることができないという問題があった。

[0005] 特開2020-134231号公報（特許文献2）には、プラグ式放電検出ユニットが開示されている。プラグ式放電検出ユニットは、プラグソケットから電力の供給を受けるための正極及び負極の2つのプラグを備える。このようなプラグ式放電検出ユニットは、プラグをプラグソケットに差し込むことによって、誰にでも容易に設置することが可能である。しかし、従来のプラグ式放電検出ユニットは、放電が発生したと判定した場合、判定結果を出力するに止まり、ブレーカを遮断させることができないという問題があった。

[0006] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、放電が発生した場合に、漏電ブレーカを遮断させることができ、又は漏電ブレーカを遮断させずに、負荷への電力の供給を遮断することが可能なプラグ式放電検出ユニット及び放電検出システム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

[0007] （1）本発明の第1のプラグ式放電検出ユニットは、プラグソケットの2つのプラグ差込孔のそれぞれに差し込むことが可能に構成される正極及び負極の2つのプラグと、電圧又は電流に重畳された放電のノイズを検出することが可能に構成される放電検出部と、前記ノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定することが可能に構成される演算部と、を備えるプラグ式放電

検出ユニットであって、アースに電氣的に接続されるアース端子と、前記プラグの二次側に電氣的に接続される少なくとも1つの第1スイッチと、前記第1スイッチの二次側に電氣的に接続される電流制限抵抗と、をさらに備え、前記電流制限抵抗の二次側は、前記アース端子に電氣的に接続され、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替えることによって、前記電流制限抵抗の抵抗値に応じた電流値の疑似漏電を前記アース端子に流す。

[0008] (2) 好ましくは、上記(1)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有する少なくとも1つのプラグソケットと、前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の少なくとも2つの雌端子と、前記雌端子のうちの少なくとも一方と前記プラグとの間に電氣的に接続される少なくとも1つの第2スイッチと、をさらに備え、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから前記雌端子への電力の供給を断つ。

[0009] (3) 好ましくは、上記(2)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行し、その後に再び、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理を実行する。

[0010] (4) 好ましくは、上記(3)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行し、予め定められた所定の時間が経過するまでの間に、放電が発生したと判定しなかった場合、前記第1スイッチの開状態を維持する。

[0011] (5) 好ましくは、上記(1)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有する2つ以上のプラグソケッ

トと、前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の4つ以上の雌端子と、前記雌端子のそれぞれと前記プラグとの間に電氣的に接続される4つ以上の第2スイッチと、をさらに備え、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、少なくとも1つの前記プラグソケットに対応する2つの前記第2スイッチ又は全ての前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから2つの前記雌端子又は全ての前記雌端子への電力の供給を断つ。

[0012] (6) 好ましくは、上記(2)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、予め登録されたコンピュータ端末と無線通信することが可能に構成される通信部を、さらに備え、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記通信部によって受信された前記コンピュータ端末からの指示に基づいて、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理、及び／又は、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行する。

[0013] (7) 好ましくは、上記(6)のプラグ式放電検出ユニットにおいて、前記演算部は、予め定められた時間が経過するまでの間に、前記コンピュータ端末からの指示を受信しなかった場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理を実行する。

[0014] (8) 上記目的を達成するために、本発明の第2のプラグ式放電検出ユニットは、プラグソケットの2つのプラグ差込孔のそれぞれに差し込むことが可能に構成される正極及び負極の2つのプラグと、電圧又は電流に重畳された放電のノイズを検出することが可能に構成される放電検出部と、前記ノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定することが可能に構成される演算部と、を備えるプラグ式放電検出ユニットであって、少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有する少なくとも1つのプラグソケットと、前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の少なくとも2つの雌端子と、前記雌端子のうちの少なくとも一方と前記プラグとの間に電氣的に接続される少なく

とも1つの第2スイッチと、をさらに備え、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから前記雌端子への電力の供給を断つ。

[0015] (9) 上記目的を達成するために、本発明の放電検出システムは、上記(1)～(7)のいずれかのプラグ式放電検出ユニットと、漏電を検出して回路を遮断するように構成される漏電ブレーカと、前記漏電ブレーカの二次側に電氣的に接続される屋内配線と、少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有し、前記プラグ差込孔のそれぞれの背後には、前記屋内配線に電氣的に接続される正極及び負極の少なくとも2つの雌端子が設けられるプラグソケットと、を備える放電検出システムであって、前記プラグ式放電検出ユニットは、2つの前記プラグのそれぞれを前記プラグ差込孔に差し込むことによって、前記プラグソケットの前記雌端子に電氣的に接続され、前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替えることによって、前記電流制限抵抗の抵抗値に応じた電流値の疑似漏電を前記アース端子に流し、前記漏電ブレーカは、前記疑似漏電を検出して回路を遮断する。

[0016] (10) 好ましくは、上記(9)の放電検出システムにおいて、2つ以上の前記プラグ式放電検出ユニットと、2つ以上の前記漏電ブレーカと、前記漏電ブレーカのそれぞれの二次側に電氣的に接続される2つ以上の前記屋内配線と、前記屋内配線のそれぞれに電氣的に接続される少なくとも2つの前記雌端子が設けられる2つ以上のプラグソケットと、を備え、前記漏電ブレーカのそれぞれの一次側に電力を供給するための電力線が、複数の電圧相を有し、前記漏電ブレーカのそれぞれの一次側は、互いに異なる前記電圧相の電路に電氣的に接続され、前記プラグ式放電検出ユニットのそれぞれは、2つの前記プラグのそれぞれを前記プラグ差込孔に差し込むことによって、互いに異なる前記プラグソケットの前記雌端子に電氣的に接続される。

発明の効果

[0017] プラグ式放電検出ユニット及び放電検出システムによれば、放電が発生し

た場合に、漏電ブレーカを遮断させることができ、又は漏電ブレーカを遮断させずに、負荷への電力の供給を遮断することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係るプラグ式放電検出ユニットの正面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図2]図2は、第1実施形態のプラグ式放電検出ユニットの背面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図3]図3は、第1実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図である。

[図4]図4は、アース端子が変更された第1実施形態のプラグ式放電検出ユニットの背面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図5]図5は、第1実施形態のプラグ式放電検出ユニットと、プラグソケットとを示す斜視図である。

[図6]図6は、本発明の第1実施形態に係る放電検出システムの主要な回路を示す概略図である。

[図7]図7A～図7Cは、第1実施形態の放電検出システムの動作の流れを示す概略図である。

[図8]図8は、本発明の第2実施形態に係るプラグ式放電検出ユニットの正面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図9]図9は、第2実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図である。

[図10]図10は、本発明の第3実施形態に係るプラグ式放電検出ユニットの正面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図11]図11は、第3実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図である。

[図12]図12は、本発明の第4実施形態に係るプラグ式放電検出ユニットの正面、上面及び側面を示す斜視図である。

[図13]図13は、本発明の第4実施形態に係る放電検出システムの主要な回

路を示す概略図である。

[図14]図14A～図14Cは、第4実施形態の放電検出システムの動作の流れを示す概略図である。

[図15]図15A～図15Cは、第4実施形態の放電検出システムの動作の流れを示す概略図である。

[図16]図16A～図16Cは、第4実施形態の放電検出システムの動作の流れを示す概略図である。

[図17]図17は、第4実施形態の放電検出システムの主要な回路を示す概略図であり、放電検出システムは、2つのプラグ式放電検出ユニットを備える。

[図18]図18は、本発明の第5実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット、プラグソケット及び負荷を示す斜視図である。

[図19]図19は、第5実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図であり、プラグ式放電検出ユニットは、1つのZTC及び1つの第3スイッチを備える。

[図20]図20は、第5実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図であり、プラグ式放電検出ユニットは、3つのZTC及び3つの第3スイッチを備える。

[図21]図21は、第5実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図あり、プラグ式放電検出ユニットは、1つのZTC及び1つの第3スイッチを備え、疑似漏電を流すための構成を備えていない。

[図22]図22は、第5実施形態のプラグ式放電検出ユニットの筐体内に構成される主要な回路を示す概略図あり、プラグ式放電検出ユニットは、3つのZTC及び3つの第3スイッチを備え、疑似漏電を流すための構成を備えていない。

[図23]図23は、本発明のプラグ式放電検出ユニットに好適な電源ユニットの主要な構成を示す概略図である。

[図24]図24は、電源ユニットをプラグ式放電検出ユニットの放電検出部に電氣的に接続した状態を示す概略図である。

[図25]図25A～図25Eは、電源ユニットの第1電圧生成部によって100Vの交流電源から+5Vの直流電源が生成されるまでの過程を示す波形図である。

[図26]図26は、電源ユニットの第1出力部の構成を示す概略図である。

[図27]図27Aは、電源ユニットの第1電圧生成部によって生成される+5Vの直流電源を示す波形図であり、図27Bは、電源ユニットの第2電圧生成部によって+5Vから-5Vに反転された直流電源を示す波形図である。

[図28]図28Aは、100Vの交流電源に重畳された放電のノイズを示す波形図であり、図28Bは、放電検出部のフィルタ部によって±5Vの直流電源から抽出されたノイズを示す波形図である。

[図29]図29は、±5Vの直流電源の状態と、電源ユニットの第1出力部による報知の態様との対応関係を示す表である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット及び放電検出システムについて、図面を参照しつつ説明する。

[0020] 1. 第1実施形態

まず、本発明の第1実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット及び放電検出システムについて、図1～図7を参照しつつ説明する。

[0021] 図1及び図2は、第1実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット1の外観を示す。プラグ式放電検出ユニット1は、直方体の筐体11を備える。図1に示されるように、筐体11の正面には、LED51、スピーカ52及びテストボタン53が設けられる。LED51は、点灯、消灯、点滅などの態様によって、プラグ式放電検出ユニット1のON/OFF、及び放電の発生などを視覚的に報知する。スピーカ52は、放電が発生したときに警報音を出力する。テストボタン53をONにすることによって、プラグ式放電検出ユニット1の動作を確認することができる。なお、LED51、スピーカ52

及びテストボタン53は、筐体11の正面以外の面に設けてもよい。

[0022] 図2に示されるように、筐体11の背面には、正極と負極の2つのプラグ12及びアース端子13が設けられる。図5に示されるように、2つのプラグ12及びアース端子13は、プラグソケット8の2つのプラグ差込孔81及びアース差込孔82に差し込まれる。プラグソケット8の2つのプラグ差込孔81及びアース差込孔82のそれぞれの背後には、図示しない雌端子が設けられる。2つのプラグ差込孔81に対応する2つの雌端子のそれぞれは、図示しない屋内配線に電氣的に接続される。一方、アース差込孔82に対応する1つの雌端子は、アースに電氣的に接続される。2つのプラグ12及びアース端子13は、2つのプラグ差込孔81及びアース差込孔82に差し込まれ、3つの雌端子に電氣的に接続される。つまり、プラグ式放電検出ユニット1は、プラグソケット8を介して、図示しない屋内配線に電氣的に接続される。なお、図2に示されるアース端子13は、筐体11の背面から突出するピンである。しかし、アース端子13は、ピンの形態に限定されるものではない。例えば、図4に示されるように、アース端子13は、平板状の圧着端子であってもよい。圧着端子は、筐体11の背面から引き出されるリード線に電氣的に接続される。

[0023] 図3は、筐体11内に構成されるプラグ式放電検出ユニット1の回路を示す。プラグ式放電検出ユニット1の回路は、主として、2つのプラグ12、アース端子13、2つの第1スイッチ14、2つの電流制限抵抗16、放電検出部20、演算部30、通信部41、LED51、スピーカ52で構成される。

[0024] 2つのプラグ12のそれぞれは、2つの第1スイッチ14のそれぞれに電氣的に接続される。2つの第1スイッチ14のそれぞれは、2つの電流制限抵抗16のそれぞれに電氣的に接続される。2つの電流制限抵抗16は、いずれもアース端子13に電氣的に接続される。放電が発生していない通常状態において、2つの第1スイッチ14は、いずれも開状態を維持する。2つの第1スイッチ14が開状態のときには、2つの第1スイッチ14の二次側

に電流は流れない。2つの第1スイッチ14は、放電が発生したときに、開状態から閉状態に切り替わる。2つの第1スイッチ14が閉状態のときには、アース端子13に疑似漏電が流れる。疑似漏電は、電流制限抵抗16の抵抗値に応じた電流値を有する。このような疑似漏電は、後述する漏電ブレーカを遮断させる役割を果たす。電流制限抵抗16は、疑似漏電の電流値が数mAとなるような、高い抵抗値を有することが好ましい。一般的な漏電ブレーカは、数mAの漏電によって動作するからである。

[0025] 放電検出部20は、主として、電源部19、フィルタ部21、増幅部22、平滑部23で構成される。電源部19は、2つのプラグ12に電氣的に接続される。電源部19は、筐体11内の回路に電力を供給する。なお、電源部19は、放電検出部20の必須の構成要素ではなく、放電検出部20が実装される回路基板と別個に設けてもよい。電源部19は、少なくとも2つのスイッチ14のそれぞれの一次側に電氣的に接続されていればよい。フィルタ部21は、例えば、CR回路であり、コンデンサと抵抗とが直列に接続された構成となっている。フィルタ部21は、2つのプラグ12、すなわち、正極のプラグ12と負極のプラグ12との間に電氣的に接続される。ここで、屋内配線又は負荷において放電が発生した場合は、電圧又は電流に高周波ノイズが重畳される。フィルタ部21は、所定の周波数以上のノイズ成分を通過させることにより、放電を検出する。増幅部22は、フィルタ部21を通過したノイズを増幅させる。平滑部23は、増幅部22によって増幅されたノイズの波形を平滑化する。平滑化は、例えば、増幅されたノイズの波形のピークを繋げる処理である。

[0026] 演算部30は、判定部31及び出力処理部32で構成される。判定部31として、例えば、マイクロコントローラユニット(MCU)又はマイクロコンピュータなどの演算装置が用いられる。判定部31は、平滑部23によって平滑化されたノイズの波形に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。例えば、判定部31は、ノイズのレベルが閾値を超えるか否かを判定する。ノイズのレベルが閾値を超える場合、判定部31は、放電が発生したと判

定する。出力処理部３２は、２つの第１スイッチ１４、通信部４１、ＬＥＤ５１、スピーカ５２のそれぞれに電氣的に接続される。出力処理部３２は、判定部３１の判定結果に基づいて、２つの第１スイッチ１４、通信部４１、ＬＥＤ５１、スピーカ５２のそれぞれに信号を出力する。

[0027] 例えば、出力処理部３２は、放電が発生したとの判定結果に基づいて、２つの第１スイッチ１４を開状態から閉状態に切り替える。これにより、アース端子１３に疑似漏電が流れる。また、出力処理部３２は、放電が発生したとの判定結果に基づいて、ＬＥＤ５１を所定の態様で点灯させ、及びスピーカ５２に警報音を出力させる。さらに、出力処理部３２は、放電が発生したとの判定結果に基づいて、通信部４１に信号を出力する。通信部４１は、外部機器と通信することが可能な構成となっている。通信部４１は、例えば、放電が発生したことを外部機器に通知する。

[0028] 図６は、本発明の第１実施形態に係る放電検出システム１００の回路を示す。上述したプラグ式放電検出ユニット１は、図５に示されるプラグソケット８に電氣的に接続されることによって、屋内配線及び分電盤７１とともに放電検出システム１００を構成する。図６に示されるように、分電盤７１は、主幹ブレーカ７２及び複数の分岐ブレーカ７３を備える。本実施形態において、主幹ブレーカ７２及び複数の分岐ブレーカ７３は、いずれも漏電ブレーカであり、漏電を検出して回路を遮断する機能を有する。

[0029] プラグ式放電検出ユニット１は、プラグソケット８及び屋内配線を介して、一の分岐ブレーカ７３に電氣的に接続される。放電が発生した場合、プラグ式放電検出ユニット１は、２つの第１スイッチ１４を開状態から閉状態に切り替える。これにより、プラグ式放電検出ユニット１のアース端子１３に疑似漏電が流れる。一の分岐ブレーカ７３は、疑似漏電を検出して回路を遮断する。この結果、一の分岐ブレーカ７３の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。一方、主幹ブレーカ７２、及び一の分岐ブレーカ７３以外の他の分岐ブレーカ７３は、いずれも遮断されず、電力の供給を維持する。

[0030] 本実施形態のように、複数の分岐ブレーカ 73 の全てを漏電ブレーカとした場合、建物内に設けられたいずれのプラグソケット 8 にプラグ式放電検出ユニット 1 を電氣的に接続しても、放電検出システム 100 の回路が構成される。なお、放電検出システム 100 を構成するためには、主幹ブレーカ 72 及び複数の分岐ブレーカ 73 の全てが漏電ブレーカである必要はない。例えば、プラグ式放電検出ユニット 1 が電氣的に接続される一の分岐ブレーカ 73 のみを漏電ブレーカとすれば、放電検出システム 100 は構成される。また例えば、主幹ブレーカ 72 のみを漏電ブレーカとすれば、放電検出システム 100 は構成される。主幹ブレーカ 72 のみを漏電ブレーカとした場合は、疑似漏電によって、全ての分岐ブレーカ 73 の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。

[0031] 図 7A～図 7C は、本実施形態の放電検出システム 100 の動作の流れを示す。図 7A に示されるように、一の分岐ブレーカ 73 の二次側に電氣的に接続された屋内配線で放電が発生したと仮定する。すると、図 7B に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 は、放電が発生したと判定し、2つの第 1 スイッチ 14 を開状態から閉状態に切り替える。これにより、図中の矢印に示す疑似漏電がアース端子 13 に流れる。一の分岐ブレーカ 73 は、疑似漏電を検出して回路を遮断する。この結果、一の分岐ブレーカ 73 の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。図 7C に示されるように、電力の供給が断たれたことによって、プラグ式放電検出ユニット 1 の 2つの第 1 スイッチ 14 のそれぞれが閉状態から開状態に切り替わる。なお、2つの第 1 スイッチ 14 は、電力の供給が断たれた後も閉状態を維持する構成としてもよい。

[0032] 2. 第 2 実施形態

上述したように、プラグ式放電検出ユニット 1 は、放電を検出する機能、及び漏電ブレーカを遮断させる機能を有するが、さらに別の機能を追加することが可能である。図 8 及び図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット 1 を示す。本実施形態のプラグ式放電検出ユニット 1 は、

LED 51 及びセンサ 55 で構成される夜灯を備える。図 8 に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 の筐体 11 の上部は、透光性を有する合成樹脂製のカバーで構成される。図 9 に示される LED 51 は、カバーの内側に設けられる。図 9 に示されるセンサ 55 は、カバーの外側に設けられる。センサ 55 は、例えば、人感センサ又は明かりセンサである。人感センサは、例えば、人が発する赤外線を検出する。人感センサであるセンサ 55 は、プラグ式放電検出ユニット 1 に接近した人を検出し、LED 51 を点灯させる。一方、明かりセンサは、周囲の明るさを検出する。明かりセンサであるセンサ 55 は、プラグ式放電検出ユニット 1 の周囲が暗くなったときに LED 51 を点灯させる。また、明かりセンサであるセンサ 55 は、プラグ式放電検出ユニット 1 の周囲が明るくなったときに LED 51 を消灯させる。第 1 実施形態と同様に、プラグ式放電検出ユニット 1 は、放電が発生したと判定した場合に、例えば、LED 51 を点滅させて放電の発生を視覚的に報知する。このように、放電が発生した場合の LED 51 の点灯の態様は、夜灯として機能する場合の LED 51 の点灯の態様と異ならせることが好ましい。これにより、ユーザは、LED 51 の点灯の態様を見ることによって、放電が発生したことを直感的に理解することができる。

[0033] 3. 第 3 実施形態

図 10 及び図 11 は、本発明の第 3 実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット 1 を示す。本実施形態のプラグ式放電検出ユニット 1 は、通信部 41 及びスピーカ 52 で構成されるワイヤレススピーカを備える。図 10 に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 の筐体 11 の上部は、音の通過性能に優れたサランネットで覆われている。スピーカ 52 は、サランネットの内側に設けられる。図 11 に示されるように、通信部 41 は、例えば、パーソナルコンピュータ、タブレットコンピュータ、スマートフォン、ポータブルデジタルオーディオプレーヤなどのコンピュータ端末 91 と無線通信することが可能となっている。無線通信の方式は、例えば、Wi-Fi（登録商標）や Bluetooth（登録商標）である。コンピュータ端末 91 から送

信される信号は、通信部41によって受信され、演算部30によって処理される。演算部30は、コンピュータ端末91から受信した信号に基づいて、スピーカ52から音声を出力させる。但し、演算部30は、放電が発生したと判定した場合に、コンピュータ端末91から受信した信号の処理を中断し、スピーカ52から警報音を出力させる。

[0034] なお、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、コンピュータ端末91によって遠隔操作することが可能である。例えば、スピーカ52から出力される音声の音量、及びLED51の光量は、無線通信を介して、コンピュータ端末91によって調整することができる。これにより、ユーザの手の届かないプラグソケット8にプラグ式放電検出ユニット1が差し込まれている場合でも、ユーザは、プラグ式放電検出ユニット1を遠隔操作することができる。

[0035] 4. 第4実施形態

図12及び図13は、本発明の第4実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット1を示す。本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、1つのプラグソケット17を備える。図12に示されるように、プラグソケット17は、プラグ式放電検出ユニット1の筐体11の正面における下部に設けられる。プラグソケット17には、図示しない負荷が電氣的に接続される。

[0036] 図13に示されるように、プラグソケット17は、2つのプラグ差込孔及びアース差込孔を備える。図示しないが、プラグ及びアース端子を受けるための雌端子が、2つのプラグ差込孔及びアース差込孔のそれぞれの背後に設けられる。2つのプラグ差込孔のそれぞれに対応する雌端子は、プラグ式放電検出ユニット1の2つのプラグ12のそれぞれに電氣的に接続される。アース差込孔に対応する雌端子は、プラグ式放電検出ユニット1のアース端子13に電氣的に接続される。ここで、2つのプラグ差込孔のそれぞれに対応する雌端子のうちの1つは、第2スイッチ15を介して、プラグ式放電検出ユニット1の一方のプラグ12に電氣的に接続される。第2スイッチ15は、演算部30の出力処理部32（図3を参照）に電氣的に接続される。演算

部30は、放電が発生したと判定した場合、第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。これにより、プラグソケット17に電氣的に接続された負荷への電力の供給が断たれる。

[0037] 本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、放電が発生したと判定した場合、第2スイッチ15と、2つの第1スイッチ14とを時間差で動作させる。図14A～図14Cは、本実施形態の放電検出システム100の動作の流れを示す。

[0038] 図14Aに示されるように、放電が発生していない通常状態において、第2スイッチ15は閉状態となっており、2つの第1スイッチ14はいずれも開状態となっている。つまり、プラグ式放電検出ユニット1のプラグソケット17に電氣的に接続された負荷93に電力が供給される。また、プラグ式放電検出ユニット1は、疑似漏電を流していない。

[0039] 図14Bに示されるように、一の分岐ブレーカ73の二次側に電氣的に接続された屋内配線で放電が発生したと仮定する。すると、プラグ式放電検出ユニット1は、放電が発生したと判定し、第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。これにより、プラグソケット17に電氣的に接続された負荷93への電力の供給が断たれる。このとき、2つの第1スイッチ14はいずれも開状態であり、疑似漏電は流れていない。

[0040] 第2スイッチ15を開状態にした後も放電が継続する場合、図14Cに示されるように、プラグ式放電検出ユニット1は、2つの第1スイッチ14を開状態から閉状態に切り替える。これにより、プラグ式放電検出ユニット1のアース端子13に疑似漏電が流れる。一の分岐ブレーカ73は、疑似漏電を検出して回路を遮断する。この結果、一の分岐ブレーカ73の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。

[0041] 上述したように、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、放電が発生したと判定した場合、第2スイッチ15を開状態にして、プラグソケット17に電氣的に接続された負荷93への電力の供給を断つ。その後も放電が継続する場合、プラグ式放電検出ユニット1は、2つの第1スイッチ14を

開状態から閉状態に切り替えて、一の分岐ブレーカ 73 を遮断させ、屋内配線への電力の供給を断つ。このように、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット 1 は、放電が継続する時間に応じて、電力の供給が断たれる範囲を段階的に拡大することができる。

[0042] 図 15 A～図 15 C は、第 2 スイッチ 15 を開状態にした後に、放電が継続しなかった場合の放電検出システム 100 の動作の流れを示す。図 15 A に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 のプラグソケット 17 に電氣的に接続された負荷 93 において放電が発生したと仮定する。すると、図 15 B に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 は、放電が発生したと判定し、第 2 スイッチ 15 を閉状態から開状態に切り替える。これにより、プラグソケット 17 に電氣的に接続された負荷 93 への電力の供給が断たれる。その後、図 15 C に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 は、放電が発生したか否かを判定する。プラグ式放電検出ユニット 1 は、予め定められた時間が経過するまでの間に、放電が発生したと判定しなかった場合、2 つの第 1 スイッチ 14 の開状態を維持する。つまり、第 2 スイッチ 15 を開状態にした後に、放電が継続しなかった場合、プラグ式放電検出ユニット 1 は、一の分岐ブレーカ 73 を遮断させず、屋内配線への電力の供給を維持する。これにより、放電が発生させた負荷 93 への電力の供給のみが断たれ、負荷 93 以外への電力の供給は維持される。すなわち、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット 1 は、電力の供給が断たれる範囲を最小限にすることができる。

[0043] なお、図 15 C に示されるように、プラグ式放電検出ユニット 1 は、予め定められた時間が経過するまでの間に、放電が発生したと判定しなかった場合、LED 51、スピーカ 52 及び通信部 41 による報知の態様を変更してもよい。すなわち、第 2 スイッチ 15 を開状態にした後に、放電が継続しなかった場合、LED 51、スピーカ 52 及び通信部 41 による報知は、放電が発生したことをユーザに知らせるための態様ではなく、ユーザの注意を喚起するための態様とする。

- [0044] 図16A～図16Cに示されるように、プラグ式放電検出ユニット1は、コンピュータ端末91の指示に基づいて、2つの第1スイッチ14及び／又は第2スイッチ15を切り替えるようにしてもよい。
- [0045] 図16Aに示されるように、プラグ式放電検出ユニット1のプラグソケット17に電氣的に接続された負荷93において放電が発生したと仮定する。プラグ式放電検出ユニット1は、放電が発生したと判定する。この場合、プラグ式放電検出ユニット1は、放電が発生したとの判定結果を出力するとともに、予め定められた時間のカウントを開始する。通信部41は、放電が発生したとの判定結果に基づいて、コンピュータ端末91に信号を送信する。
- [0046] コンピュータ端末91には、プラグ式放電検出ユニット1を制御するためのアプリケーションソフトウェアがインストールされる。コンピュータ端末91は、通信部41から受信した信号に基づいて、放電が発生したことをユーザに通知する。このとき、コンピュータ端末91は、プラグ式放電検出ユニット1のプラグソケット17への電力の供給を断つか否かについて、ユーザの指示を求める。
- [0047] 図16Bに示されるように、プラグ式放電検出ユニット1は、予め定められた時間が経過するまでの間に、コンピュータ端末91からの指示を受けた場合、この指示に従って動作する。すなわち、プラグ式放電検出ユニット1のプラグソケット17への電力の供給を断つとの指示を受けた場合、プラグ式放電検出ユニット1は、第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。これにより、プラグソケット17に電氣的に接続された負荷93への電力の供給が断たれる。一方、プラグ式放電検出ユニット1のプラグソケット17への電力の供給を断たないとの指示を受けた場合、プラグ式放電検出ユニット1は、第2スイッチ15の閉状態を維持する。さらに、コンピュータ端末91からの指示がなかった場合、プラグ式放電検出ユニット1は、予め定められた時間が経過したときに、第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。これにより、プラグソケット17に電氣的に接続された負荷93への電力の供給が断たれる。

- [0048] 図16Cに示されるように、第2スイッチ15を開状態にした後も放電が継続する場合、プラグ式放電検出ユニット1は、上記と同様に、コンピュータ端末91からの指示を待って、2つの第1スイッチ14を開状態から閉状態に切り替えるか否かを決定する。コンピュータ端末91からの指示がなかった場合、プラグ式放電検出ユニット1は、予め定められた時間が経過したときに、2つの第1スイッチ14を開状態から閉状態に切り替える。これにより、プラグ式放電検出ユニット1のアース端子13に疑似漏電が流れる。一の分岐ブレーカ73は、疑似漏電を検出して回路を遮断する。この結果、一の分岐ブレーカ73の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。
- [0049] 本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1によれば、ユーザは、放電が発生した場合に、電力の供給を断つか否かを選択することが可能となる。これにより、ユーザが望まない機器の強制的なシャットオフが回避される。また、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、ユーザからの指示がなかった場合に、電力の供給を断つための処理を実行する。これにより、ユーザが、放電が発生したことの通知に対して応答することができない場合でも、放電による事故を確実に防止することができる。
- [0050] ここで、本実施形態における分電盤71は、単相3線式の電力線を通じて商用電源の供給を受ける。単相3線式の電力線は、2つの電圧相L1、L2の電路と、1つの中性相Nの電路とで構成される。図示しないが、複数の分岐ブレーカ73は、分電盤71の内部において、2つの電圧相L1、L2のいずれかの電路に電氣的に接続される。例えば、図17に示される8つの分岐ブレーカ73は、2つのグループに配分される。第1のグループに属する4つの分岐ブレーカ73のそれぞれは、電圧相L1の電路と、中性相Nの電路とに電氣的に接続される。第2のグループに属する4つの分岐ブレーカ73のそれぞれは、電圧相L2の電路と、中性相Nの電路とに電氣的に接続される。
- [0051] 一方、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、1つの電圧相Lと、

1つの中性相Nとで構成される単相2線に対応する構成となっている。このため、1つのプラグ式放電検出ユニット1は、2つの電圧相L1、L2のうちの一方で発生した放電しか検出することができない。このため、図17に示されるように、放電検出システム100は、少なくとも2つのプラグ式放電検出ユニット1を備えることが好ましい。第1のプラグ式放電検出ユニット1は、電圧相L1及び中性相Nの屋内配線に電氣的に接続されたプラグソケット8に差し込まれる。第2のプラグ式放電検出ユニット1は、電圧相L2及び中性相Nの屋内配線に電氣的に接続されたプラグソケット8に差し込まれる。2つのプラグ式放電検出ユニット1によって、2つの電圧相L1、L2の両方で発生した放電を検出することが可能となる。

[0052] 5. 第5実施形態

図18及び図19は、本発明の第5実施形態に係るプラグ式放電検出ユニット1を示す。図18に示されるように、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、2つのプラグ12及びアース端子13が筐体11から分離された構成となっている。2つのプラグ12及びアース端子13は、筐体11とは別個のプラグケースPu内に収納される。2つのプラグ12及びアース端子13のそれぞれは、電気ケーブルCaを介して、筐体11内に収納されたプラグ式放電検出ユニット1の本体の回路と電氣的に接続される。本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、プラグケースPu内に収納された2つのプラグ12及びアース端子13のそれぞれをプラグソケット8に差し込むことによって、電力の供給を受ける。プラグ式放電検出ユニット1の筐体11は、電気ケーブルCaの長さの範囲内で自由に配置することが可能である。また、筐体11は、プラグソケット8を覆うことがないため、大型化することができる。本実施形態において、筐体11は、一方向に延びる立方体であり、複数のプラグソケット17が横並びに設けられる。

[0053] 複数のプラグソケット17のそれぞれは、2つのプラグ差込孔を備える。図示しないが、2つのプラグ差込孔のそれぞれの背後には、図示しない雌端子が設けられる。2つのプラグ差込孔のそれぞれに対応する雌端子は、図1

9に示される遮断部43を介して、プラグケースP_u内に収納された2つのプラグ12のそれぞれに電氣的に接続される。遮断部43は、放電が発生したと判定された場合、全てのプラグソケット17への電力の供給を断つ。

[0054] 図19に示されるように、遮断部43は、複数の第2スイッチ15、遮断演算部30a、ZCT (Zero-phase Current Transformer) 57及び第3スイッチ61を備える。第2スイッチ15の一次側は、プラグソケット17のプラグ差込孔の背後に設けられた雌端子に電氣的に接続される。第2スイッチ15の一次側は、筐体11内の配線及び電気ケーブルC_aを介して、プラグケースP_u内に収納された2つのプラグ12のいずれか一方に電氣的に接続される。すなわち、全てのプラグソケット17のプラグ差込孔の背後に設けられた雌端子は、第2スイッチ15を介して、プラグケースP_u内に収納された2つのプラグ12のそれぞれに電氣的に接続される。放電が発生していない通常状態において、全ての第2スイッチ15は、いずれも閉状態を維持する。

[0055] 図19に示される3つのプラグソケット17のうち、一番上に配置されたプラグソケット17に関し、このプラグソケット17に対応する2つの第2スイッチ15のそれぞれの一次側に電氣的に接続された電線は、ZCT57を貫通する。ZCT57は、2つの電線に流れる電流の電流値の差に基づいて、漏電を検出する。第3スイッチ61が開状態から閉状態に切り替えられると、ZCT57を貫通する2つの電線に流れる電流の電流値に差が生じる。ZCT57は、遮断演算部30aに電氣的に接続される。遮断演算部30aは、全ての第2スイッチ15に電氣的に接続される。

[0056] 放電検出部20は、図示しない複数の入力チャンネルを備える。放電検出部20の複数の入力チャンネルには、全ての第2スイッチ15の一次側及び二次側の電線に電氣的に接続される。遮断部43の一次側及び二次側のいずれかで放電が発生した場合は、いずれかの入力チャンネルを介して、電圧又は電流に重畳された放電のノイズが入力される。これにより、放電検出部20は、遮断部43の一次側及び二次側のいずれかで発生した放電を検出する。

ことが可能である。

[0057] 演算部30は、2つの第1スイッチ14及び第3スイッチ61のそれぞれに電氣的に接続される。演算部30は、放電検出部20の検出結果に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。放電が発生したと判定した場合、演算部30は、遮断部43の一次側又は二次側のいずれで放電が発生したかを判定する。放電が遮断部43の二次側で発生したと判定した場合、演算部30は、第3スイッチ61を開状態から閉状態に切り替える。一方、放電が遮断部43の一次側で発生したと判定した場合、演算部30は、2つの第1スイッチ14を開状態から閉状態に切り替える。

[0058] また、演算部30は、放電のノイズが放電検出部20に入力された入力チャンネルに基づいて、放電の発生源が遮断部43の一次側又は二次側であるかを判定することができる。さらに、放電の発生源が遮断部43の二次側である場合、演算部30は、放電のノイズが放電検出部20に入力された入力チャンネルに基づいて、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続された一のプラグソケット17を特定することができる。

[0059] 次に、図19に示されるプラグ式放電検出ユニット1の動作について説明する。3つのプラグソケット17のうちのいずれか1つに電氣的に接続された負荷93において、放電が発生したと仮定する。この放電は、放電検出部20によって検出される。演算部30は、放電検出部20の検出結果に基づいて、遮断部43の二次側で放電が発生したと判定する。演算部30は、第3スイッチ61を開状態から閉状態に切り替える。これにより、ZCT57を貫通する2つの電線に流れる電流の電流値に差が生じる。この結果、ZCT57は、漏電を検出する。遮断演算部30aは、漏電が検出されたことに基づいて、全ての第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。これにより、全てのプラグソケット17への電力の供給が断たれる。

[0060] 一方、図18に示されるプラグソケット8に電氣的に接続された屋内配線において、放電が発生したと仮定する。この放電は、放電検出部20によって検出される。演算部30は、放電検出部20の検出結果に基づいて、遮断

部４３の一次側で放電が発生したと判定する。演算部３０は、２つの第１スイッチ１４を開状態から閉状態に切り替える。これにより、疑似漏電がアース端子１３に流れる。分電盤７１を構成する一の分岐ブレーカ７３は、疑似漏電を検出して回路を遮断する。この結果、一の分岐ブレーカ７３の二次側に電氣的に接続された屋内配線への電力の供給が断たれる。

[0061] 図１９に示されるプラグ式放電検出ユニット１の動作は、上記の例示に限定されるものではない。例えば、演算部３０は、遮断部４３の一次側又は二次側のいずれで放電が発生したかを判定しない構成であってもよい。この場合、演算部３０は、放電が発生したと判定した場合、２つの第１スイッチ１４及び第３スイッチ６１を同時に開状態から閉状態に切り替える。又は演算部３０は、放電が発生したと判定した場合、２つの第１スイッチ１４を開状態から閉状態に切り替え、第３スイッチ６１の開状態を維持する。

[0062] ここで、図１９に示される３つのプラグソケット１７のうちのいずれか１つに電氣的に接続された負荷９３において放電が発生した場合、この放電のノイズが、複数のプラグソケット１７の一次側に構成される回路に伝播することがある。この場合、放電検出部２０の複数の入力チャンネルのそれぞれにノイズが入力され、複数の放電が検出されてしまう。このため、演算部３０は、ノイズが入力された入力チャンネルに基づいて、放電の発生源となった負荷９３が電氣的に接続された一のプラグソケット１７を特定することができない。

[0063] 放電のノイズが伝播することを防止するために、例えば、全ての第２スイッチ１５のそれぞれの一次側にフィルタを電氣的に接続してもよい。伝播した放電のノイズは、フィルタによって遮断され、負荷９３において発生した放電のノイズのみが、放電検出部２０によって検出される。

[0064] 例えば、演算部３０は、複数の放電が検出された場合、放電のノイズレベルに基づいて、放電の発生源となった負荷９３が電氣的に接続された一のプラグソケット１７を特定することとしてもよい。最も高いノイズレベルの放電が検出されたプラグソケット１７は、放電の発生源となった負荷９３が電

氣的に接続されている可能性が高い。

[0065] 例えば、演算部30は、複数の放電が検出された場合、放電の検出時刻に基づいて、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続された一のプラグソケット17を特定することとしてもよい。最も早いタイミングで放電が検出されたプラグソケット17は、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続されている可能性が高い。

[0066] 図20に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、3つのプラグソケット17への電力の供給を選択的に断つことが可能な構成となっている。すなわち、図20に示されるプラグ式放電検出ユニット1の遮断部43は、3つのプラグソケット17のそれぞれに対応するZTC57及び第3スイッチ61を備える。3つのZTC57のそれぞれは、遮断演算部30aに電氣的に接続される。遮断演算部30aは、全ての第2スイッチ15のそれぞれに個別に電氣的に接続される。

[0067] 遮断部43の二次側で放電が発生した場合、演算部30は、放電のノイズが入力された入力チャンネルに基づいて、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続された一のプラグソケット17を特定する。次に、演算部30は、一のプラグソケット17に対応する第3スイッチ61を開状態から閉状態に切り替える。これにより、一のプラグソケット17に対応するZTC57が、漏電を検出する。遮断演算部30aは、漏電が検出されたことに基づいて、一のプラグソケット17に対応する2つの第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。この結果、一のプラグソケット17への電力の供給が断たれる。この場合、他の2つのプラグソケット17への電力の供給は維持される。

[0068] 放電のノイズの伝播によって、放電検出部20が複数の放電を検出した場合、演算部30は、放電のノイズレベル又は放電の検出時刻に基づいて、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続された一のプラグソケット17を特定する。その後、演算部30及び遮断演算部30aが、上記と同様の処理を実行することによって、一のプラグソケット17への電力の供給が断た

れる。この場合、他の2つのプラグソケット17への電力の供給は維持される。

[0069] 図20に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、危険性が低い放電、例えば、ノイズレベルが比較的に低い放電を検出した場合に、3つのプラグソケット17への電力の供給を選択的に断つようにしてもよい。一方、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、危険性が高い放電、例えば、ノイズレベルが極めて高い放電を検出した場合に、全てのプラグソケット17への電力の供給を断つようにしてもよい。また、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、危険性が高い放電を検出した場合に、2つの第1スイッチ14を開いた状態から閉じた状態に切り替えて、一の分岐ブレーカ73を遮断させるようにしてもよい。このように、本実施形態のプラグ式放電検出ユニット1は、放電の危険性に応じて、電力の供給が断たれる範囲を段階的に拡大することができる。

[0070] なお、図20に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、ZTC57及び第3スイッチ61によって、3つのプラグソケット17への電力の供給を選択的に断つこととしたが、これに限定されるものではない。例えば、演算部30は、放電のノイズが入力された入力チャンネルに基づいて、放電の発生源となった負荷93が電氣的に接続された一のプラグソケット17を特定する。遮断演算部30aは、演算部30から入力した信号に基づいて、一のプラグソケット17を特定し、一のプラグソケット17に対応する2つの第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替える。この結果、一のプラグソケット17への電力の供給が断たれる。

[0071] 図21に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、アース端子13に疑似漏電を流すための回路、すなわち、2つの第1スイッチ14及び2つの電流制限抵抗16で構成される回路を備えていない。このようなプラグ式放電検出ユニット1は、放電が検出された場合に、一の分岐ブレーカ73を遮断させることはできないが、全てのプラグソケット17への電力の供給を断つことができる。

[0072] 図22に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、遮断部43に、3つのプラグソケット17のそれぞれに対応するZTC57及び第3スイッチ61を追加した構成となっている。これ以外の構成は、図21に示されるプラグ式放電検出ユニット1と同様である。図22に示されるプラグ式放電検出ユニット1は、放電が検出された場合に、3つのプラグソケット17への電力の供給を選択的に断つことができる。

[0073] なお、図21に示されるプラグ式放電検出ユニット1において、遮断演算部30aが、演算部30から入力した信号に基づいて、一のプラグソケット17を特定し、一のプラグソケット17に対応する2つの第2スイッチ15を閉状態から開状態に切り替えるようにしてもよい。これにより、ZTC57及び第3スイッチ61を追加することなく、3つのプラグソケット17への電力の供給を選択的に断つことができる。

[0074] 6. 電源ユニット

第1実施形態で述べたように、プラグ式放電検出ユニット1は、筐体11内の回路に電力を供給するための電源部19を備える(図3を参照)。一般的な電源回路は、商用電源の電圧を変換するための変圧器を必須とする。変圧器は、鉄心に一次コイル及び二次コイルを巻き付けた大型の電気要素である。したがって、電源部19が変圧器を備える構成であるならば、電源部19は大型化してしまい、筐体11も大型化してしまう。特に、図5に示されるプラグ式放電検出ユニット1のように、プラグソケット8に直接に差し込まれる場合、筐体11は、より小型であることが望ましい。

[0075] 図23は、プラグ式放電検出ユニット1に好適な、小型化された電源ユニット47の主要な構成を示す。電源ユニット47は、プラグソケット8から供給される商用電源を、プラグ式放電検出ユニット1に適合する電圧の直流電源に変換する。図24に示されるように、電源ユニット47は、プラグ式放電検出ユニット1の回路基板Baに実装された放電検出部20に電氣的に接続される。電源ユニット47は、主として、第1電圧生成部47a、第2電圧生成部47b、監視部47c、第1出力部47d、第2出力部47eで

構成される。

[0076] 第1電圧生成部47aは、図示しない整流回路、平滑回路及びスイッチング回路で構成される。整流回路、平滑回路及びスイッチング回路処理のそれぞれの処理の流れについて、図25A～図25Eを参照して説明する。図25Aは、プラグソケット8から供給される商用電源の波形を示す。商用電源は、例えば、100Vの交流電源であり、正負を交互に繰り返す正弦波を描く。図25Bに示されるように、整流回路は、交流電源に含まれる負の電流を反転させ、交流電源を正の電流の脈流に整流する。脈流は、周期的に電流の増減を繰り返すため、電圧の変動が大きい。図25Cに示されるように、平滑回路は、脈流を平滑化することによって、直流電源を生成する。平滑回路は、例えば、コンデンサ及びチョークコイルで構成される。コンデンサは、脈流の電圧が高い部分で充電を行い、脈流の電圧が低い部分で放電を行う。これにより、脈流の電流の増減及び電圧の変動が抑えられ、波形が平坦化される。チョークコイルは、コンデンサによって平坦化された波形のうち、平均値から外れる成分を遮断する。これにより、図25Cに示されるような直流電源が生成される。図25Dに示されるように、スイッチング回路は、所定の時間間隔でスイッチのON/OFFを繰り返すことによって、一定の幅を有するパルス波を繰り返し生成する。図25Dに示されるパルス波の幅を狭くすると平均電圧が低くなり、パルス波の幅を広くすると平均電圧が高くなる。図25Eに示されるように、平滑回路によって、繰り返し生成されるパルス波を平均値に平滑化する。これにより、+5Vの直流電源が生成される。図24に示されるように、+5Vの直流電源は、第1出力部47dを介して、放電検出部20に供給される。

[0077] 図23に示されるように、第2電圧生成部47bは、極性反転回路を備える。第2電圧生成部47bは、第1電圧生成部47aによって生成された+5Vの直流電源を、-5Vの直流電源に反転させる（図27A及び図27Bを参照）。図24に示されるように、-5Vの直流電源は、放電検出部20に供給される。

- [0078] 監視部47cは、第2電圧生成部47bから供給される -5V の直流電源の状態を監視する。監視部47cは、第1出力部47d及び第2出力部47eに電氣的に接続される。監視部47cは、第2電圧生成部47bから供給される -5V の直流電源に異常が生じた場合、第1出力部47d及び第2出力部47eに信号を出力する。第2出力部47eは、スピーカであり、 -5V の直流電源に異常が生じたことを音によって報知する。
- [0079] 第1出力部47dは、第1電圧生成部47a及び第2電圧生成部47bから供給される $\pm 5\text{V}$ の直流電源の状態を視覚的に報知する。図26に示されるように、第1出力部47dは、例えば、2色LEDで構成される。第1出力部47dは、エポキシ樹脂製のレンズケース45の内部に、緑色LED素子51a及び赤色LED素子51bを備える。第1出力部47dは、緑色、赤色及び橙色の3色に発光することができる。第1出力部47dは、3色の点灯状態及び無色の消灯状態によって、 $\pm 5\text{V}$ の直流電源の4種類の状態を視覚的に報知することが可能である。
- [0080] 図28Aに示されるように、放電によって生じた高周波帯域のノイズは、 100V の商用電源の波形における正負のピークのそれぞれに重畳される。 100V の商用電源は、電源ユニット47によってノイズを含んだまま $\pm 5\text{V}$ の直流電源に変換される。図28Bに示されるように、 $\pm 5\text{V}$ の直流電源のそれぞれに含まれるノイズは、上述した放電検出部20のフィルタ部21によって抽出される。上述した演算部30の判定部31は、ノイズに基づいて、放電が発生したと判別する。
- [0081] 図29に示されるように、第1出力部47dは、LEDの発光色によって、 $\pm 5\text{V}$ の直流電源の状態を視覚的に報知する。第1出力部47dは、 $\pm 5\text{V}$ の直流電源が正常に供給されている場合、LEDを緑色に発光させる。第1出力部47dは、放電が発生したと判定された場合、LEDを赤色に発光させる。第1出力部47dは、 $+5\text{V}$ の直流電源に異常が生じた場合、LEDを消灯させる。第1出力部47dは、 -5V の直流電源に異常が生じた場合、LEDを橙色に発光させる。

[0082] 7. その他

本発明のプラグ式放電検出ユニット及び放電検出システムは、上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、プラグ12及びプラグソケット8は、図面に示されるタイプに限定されるものではなく、A、B、C、SE、B3、BF、O、O2などのいずれのタイプであってもよい。さらに、プラグ12及びプラグソケット8は、USB (Universal Serial Bus) Type A、B、Cのコネクタ及びポートであってもよい。

符号の説明

[0083] 1 プラグ式放電検出ユニット

8 プラグソケット

11 筐体

12 プラグ

13 アース端子

14 第1スイッチ

15 第2スイッチ

16 電流制限抵抗

17 プラグソケット

19 電源部

20 放電検出部

21 フィルタ部

22 増幅部

23 平滑部

30 演算部

30a 遮断演算部

31 判定部

32 出力処理部

41 通信部

43 遮断部

4 5 レンズケース
4 7 電源ユニット
4 7 a 第 1 電圧生成部
4 7 b 第 2 電圧生成部
4 7 c 監視部
4 7 d 第 1 出力部
4 7 e 第 2 出力部
5 1 L E D
5 1 a 緑色 L E D 素子
5 1 b 赤色 L E D 素子
5 2 スピーカ
5 3 テストボタン
5 5 センサ
5 7 Z C T
6 1 第 3 スイッチ
7 1 分電盤
7 2 主幹ブレーカ
7 3 分岐ブレーカ
8 1 プラグ差込孔
8 2 アース差込孔
9 1 コンピュータ端末
9 3 負荷
1 0 0 放電検出システム
P u プラグケース
C a 電気ケーブル
B a 回路基板

請求の範囲

- [請求項1] プラグソケットの2つのプラグ差込孔のそれぞれに差し込むことが可能に構成される正極及び負極の2つのプラグと、電圧又は電流に重畳された放電のノイズを検出することが可能に構成される放電検出部と、前記ノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定することが可能に構成される演算部と、を備えるプラグ式放電検出ユニットであって、
- アースに電氣的に接続されるアース端子と、
- 前記プラグの二次側に電氣的に接続される少なくとも1つの第1スイッチと、
- 前記第1スイッチの二次側に電氣的に接続される電流制限抵抗と、をさらに備え、
- 前記電流制限抵抗の二次側は、前記アース端子に電氣的に接続され、
- 前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替えることによって、前記電流制限抵抗の抵抗値に応じた電流値の疑似漏電を前記アース端子に流す、プラグ式放電検出ユニット。
- [請求項2] 少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有する少なくとも1つのプラグソケットと、
- 前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の少なくとも2つの雌端子と、
- 前記雌端子のうちの少なくとも一方と前記プラグとの間に電氣的に接続される少なくとも1つの第2スイッチと、をさらに備え、
- 前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから前記雌端子への電力の供給を断つ、請求項1に記載のプラグ式放電検出ユ

ニット。

[請求項3] 前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行し、その後に再び、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理を実行する、請求項2に記載のプラグ式放電検出ユニット。

[請求項4] 前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行し、予め定められた所定の時間が経過するまでの間に、放電が発生したと判定しなかった場合、前記第1スイッチの開状態を維持する、請求項3に記載のプラグ式放電検出ユニット。

[請求項5] 少なくとも正極及び負極の2つのプラグ差込孔を有する2つ以上のプラグソケットと、

前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の4つ以上の雌端子と、

前記雌端子のそれぞれと前記プラグとの間に電氣的に接続される4つ以上の第2スイッチと、をさらに備え、

前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、少なくとも1つの前記プラグソケットに対応する2つの前記第2スイッチ又は全ての前記第2スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから2つの前記雌端子又は全ての前記雌端子への電力の供給を断つ、請求項1に記載のプラグ式放電検出ユニット。

[請求項6] 予め登録されたコンピュータ端末と無線通信することが可能に構成される通信部を、さらに備え、

前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記通信部によって受信された前記コンピュータ端末からの指示に基づいて、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理、及び／又は、前記第

2 スイッチを閉状態から開状態に切り替える処理を実行する、請求項 2 に記載のプラグ式放電検出ユニット。

[請求項7] 前記演算部は、予め定められた時間が経過するまでの間に、前記コンピュータ端末からの指示を受信しなかった場合、前記第 1 スイッチを開状態から閉状態に切り替える処理を実行する、請求項 6 に記載のプラグ式放電検出ユニット。

[請求項8] プラグソケットの 2 つのプラグ差込孔のそれぞれに差し込むことが可能に構成される正極及び負極の 2 つのプラグと、電圧又は電流に重畳された放電のノイズを検出することが可能に構成される放電検出部と、前記ノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定することが可能に構成される演算部と、を備えるプラグ式放電検出ユニットであって、

少なくとも正極及び負極の 2 つのプラグ差込孔を有する少なくとも 1 つのプラグソケットと、

前記プラグ差込孔のそれぞれの背後に設けられ、前記プラグのそれぞれの二次側に電氣的に接続される正極及び負極の少なくとも 2 つの雌端子と、

前記雌端子のうちの少なくとも一方と前記プラグとの間に電氣的に接続される少なくとも 1 つの第 2 スイッチと、をさらに備え、

前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第 2 スイッチを閉状態から開状態に切り替えることによって、前記プラグから前記雌端子への電力の供給を断つ、プラグ式放電検出ユニット。

[請求項9] 請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のプラグ式放電検出ユニットと、

漏電を検出して回路を遮断するように構成される漏電ブレーカと、

前記漏電ブレーカの二次側に電氣的に接続される屋内配線と、

少なくとも正極及び負極の 2 つのプラグ差込孔を有し、前記プラグ差込孔のそれぞれの背後には、前記屋内配線に電氣的に接続される正

極及び負極の少なくとも2つの雌端子が設けられるプラグソケットと、を備える放電検出システムであって、

前記プラグ式放電検出ユニットは、2つの前記プラグのそれぞれを前記プラグ差込孔に差し込むことによって、前記プラグソケットの前記雌端子に電氣的に接続され、

前記演算部は、放電が発生したと判定した場合、前記第1スイッチを開状態から閉状態に切り替えることによって、前記電流制限抵抗の抵抗値に応じた電流値の疑似漏電を前記アース端子に流し、

前記漏電ブレーカは、前記疑似漏電を検出して回路を遮断する、放電検出システム。

[請求項10]

2つ以上の前記プラグ式放電検出ユニットと、

2つ以上の前記漏電ブレーカと、

前記漏電ブレーカのそれぞれの二次側に電氣的に接続される2つ以上の前記屋内配線と、

前記屋内配線のそれぞれに電氣的に接続される少なくとも2つの前記雌端子が設けられる2つ以上のプラグソケットと、を備え、

前記漏電ブレーカのそれぞれの一次側に電力を供給するための電力線が、複数の電圧相を有し、

前記漏電ブレーカのそれぞれの一次側は、互いに異なる前記電圧相の電路に電氣的に接続され、

前記プラグ式放電検出ユニットのそれぞれは、2つの前記プラグのそれぞれを前記プラグ差込孔に差し込むことによって、互いに異なる前記プラグソケットの前記雌端子に電氣的に接続される、請求項9に記載の放電検出システム。