

明 細 書

発明の名称：放電検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、トラッキング、ショート及び断線などの事故によって発生した放電を検出するための放電検出装置に関する。

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装置が開示されている。この放電検出装置は、例えば、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、エアーコンディショナー、冷蔵庫などの電力を消費して動作する機器を意味する。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。放電検出装置は、電圧又は電流に重畳された高周波帯域のノイズをハイパスフィルタによって検出し、このノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定する。

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

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 放電検出装置の目的は、トラッキングやショートなどの事故によって発生した放電を検出することにある。しかし、電気回路に電氣的に接続される負荷のなかには、放電検出装置に設定された閾値を超えるレベルのノイズを継続的に発生させるものがある。例えば、蛍光灯は、点灯してからしばらくの間、閾値を超えるレベルのノイズを継続的に発生させる場合がある。このた

め、従来の放電検出装置は、負荷の正常な動作によって生じたノイズに起因して、放電が発生したと誤判定してしまう問題がある。

[0005] 上述した問題は、負荷の正常な動作によって生じたノイズによって、放電が発生したと誤判定されないように、放電検出装置の判定に用いられる1つ以上の設定値を、ユーザが自由に変更することができれば解決される。しかし、従来の放電検出装置は、判定に用いられる閾値などの設定値を変更することができない構成となっていた。また、仮に、従来の放電検出装置が、設定値を変更することが可能な構成であったとしても、知識や経験のないユーザが、最適な設定値を選択することは困難である。

[0006] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、負荷が発生させるノイズのレベル及び継続時間を学習することにより、放電が発生したか否かの判定に用いられる1つ以上の設定値を再設定することが可能な放電検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] (1) 本発明の放電検出装置は、負荷が電氣的に接続される電気回路で発生した放電を、電圧又は電流に重畳されるノイズに基づいて検出するための放電検出装置であって、所定の周波数領域のノイズを通過させるフィルタ回路と、前記フィルタ回路を通過した前記ノイズのレベルを増幅させる増幅器と、前記増幅器によって増幅された前記ノイズのレベルに基づいて、放電の発生を検出するプロセッサと、を備え、前記プロセッサには、前記ノイズのレベルに関する閾値、及び放電が発生したか否かを判定するための判定時間とが設定されており、前記プロセッサは、放電検出モードと学習モードとのいずれか一方を選択的に実行することが可能であり、前記放電検出モードにおいて、前記プロセッサは、前記閾値以上のレベルの前記ノイズの継続時間を前記判定時間と比較することによって、放電が発生したか否かを判定する処理を実行し、前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、前記閾値以上のレベルの前記ノイズをサンプリングし、サンプリングの結果に基づいて、前記設定のうちの少なくとも1つの値を再設定する処理を実行する。

- [0008] (2) 好ましくは、上記(1)の放電検出装置の前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、サンプリングした前記ノイズのレベルと前記閾値とを比較する処理と、前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、前記ノイズの継続時間を計測する処理と、前記判定時間の値を、前記ノイズの継続時間以上の値に再設定する処理と、を実行する。
- [0009] (3) 好ましくは、上記(2)の放電検出装置において、前記ノイズの継続時間には、上限値が設定されており、前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、サンプリングした前記ノイズの継続時間が前記上限値を超えた場合に、放電が発生したと判定する処理を実行する。
- [0010] (4) 好ましくは、上記(2)又は(3)の放電検出装置の前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、前記判定時間の値を、前記ノイズの継続時間を超える値に再設定する処理を実行する。
- [0011] (5) 好ましくは、上記(1)～(4)のいずれかの放電検出装置の前記学習モードにおいて、前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率が設定されており、前記プロセッサは、前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、前記増幅器の増幅率を減少させる処理を実行する。
- [0012] (6) 好ましくは、上記(1)～(5)のいずれかの放電検出装置は、前記放電検出モードと前記学習モードとのいずれか一方を手動で選択するための操作部をさらに備える。

発明の効果

- [0013] 本発明の放電検出装置によれば、負荷が発生させるノイズのレベル及び継続時間を学習することにより、放電が発生したか否かの判定に用いられる1つ以上の設定値を再設定することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る放電検出装置を示す概略図である。
- [図2]図2は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図である。
- [図3]図3は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、閾値以上のノイズレベルが継続時間の上限値を超えて継続していること示す。

[図4]図4は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、所定時間内に検出された複数のノイズを示す。

[図5]図5は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、負荷の動作開始のタイミングと、閾値以上のノイズレベルとを示す。

[図6]図6は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、増幅器の増幅率を減少させることによって、第1閾値未満になったノイズレベルを示す。

[図7]図7は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、負荷の動作開始のタイミングと、第1閾値以上のノイズレベルと、放電のノイズレベルとを示す。

[図8]図8は、ノイズレベルと時間との関係を示す波形図であり、増幅器の増幅率を減少させることによって、放電のノイズレベルのみが第1閾値を超えることを示す。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態に係る放電検出装置について、図面を参照しつつ説明する。

[0016] 1. 放電検出装置

図1には、電気回路に電氣的に接続された本実施形態の放電検出装置1が示される。また、図1には、電気回路として、簡略化された屋内配線が示される。屋内配線は、商用電源、ブレーカ8、コンセント及びこれらを電氣的に接続する配線で構成される。コンセントには、図示しない負荷が電氣的に接続される。負荷は、商用電源である交流の電力を消費して動作する。屋内配線及び負荷においては、トラッキングやショートなどの事故が生じ得る。放電検出装置1は、トラッキングやショートなどの事故に起因して発生した放電を検出する。放電検出装置1は、フィルタ回路11、増幅器12、プロセッサ10及び操作部15を備える。プロセッサ10には、判定手段13と再設定手段14とが含まれる。

[0017] フィルタ回路11は、例えば、図示しないコンデンサ及び抵抗を電気回路

に並列に接続した構成となっている。フィルタ回路 11 は、商用電源周波数を除去し、所定の周波数領域のノイズを通過させる。本実施形態において、ノイズは、電圧を意味し、フィルタ回路 11 を構成する抵抗の両端から出力される。増幅器 12 は、フィルタ回路 11 を通過したノイズのレベルを増幅させる。プロセッサ 10 は、増幅器 12 によって増幅されたノイズのレベルに基づいて、放電の発生を検出する。

[0018] ここで、本実施形態のプロセッサ 10 は、操作部 15 から出力された信号に基づいて、放電検出モードと学習モードとのいずれか一方を選択的に実行する。判定手段 13 は、プロセッサ 10 に放電検出モードにおける処理を実行させるためのプログラムである。再設定手段 14 は、プロセッサ 10 に学習モードにおける処理を実行させるためのプログラムである。

[0019] 放電検出モードにおいて、プロセッサ 10 は、ノイズのレベルが予め設定された閾値以上であるか否かを判定する。プロセッサ 10 は、ノイズのレベルが閾値以上であると判定した場合に、このノイズの継続時間を計測する。ノイズの継続時間の計測は、ノイズのレベルが閾値未満になるまで行われる。次いで、プロセッサ 10 は、ノイズの継続時間の値を予め設定された判定時間（例えば、500ms）の値と比較する。この比較の結果、ノイズの継続時間の値が判定時間の値以上である場合に、プロセッサ 10 は、放電が発生したと判定する。この判定結果に基づいて、プロセッサ 10 は、放電の発生を検出する。放電の発生を検出したプロセッサ 10 は、例えば、ブレーカ 8 を遮断するための処理、及び警報を発するための処理などを実行する。

[0020] 学習モードにおいて、プロセッサ 10 は、閾値以上のレベルのノイズをサンプリングし、サンプリングの結果に基づいて、放電が発生したか否かの判定に用いられる 1 つ以上の設定値を再設定する処理を実行する。学習モードにおいて 1 つ以上の設定値が再設定されることにより、放電検出モードにおける放電の発生の判定基準が変更される。この結果、プロセッサ 10 による放電の検出感度が高い方向又は低い方向に修正される。

[0021] 放電が発生したか否かの判定に用いられる設定値には、上述した閾値、判

定時間の値及び増幅器 12 の増幅率の値が含まれる。閾値の値は、判定手段 13 及び再設定手段 14 の両方に設定されている。判定時間の値は、判定手段 13 に設定されている。増幅率は、増幅器 12 に設定されている。閾値、判定時間及び増幅率のそれぞれの値は、例えば、放電検出装置 1 の工場出荷時に設定される。

[0022] 例えば、放電検出装置 1 を電気回路に設置した当初は、放電検出モードを選択して放電の発生を監視する。この場合、プロセッサ 10 は、工場出荷時の初期設定に基づいて、放電が発生した否かを判定する。そして、電気回路に電氣的に接続された様々な負荷を通常どおりに動作させる。例えば、負荷の正常な動作によって生じたノイズに起因して、プロセッサ 10 が放電の発生を誤判定した場合には、学習モードを選択して工場出荷時の設定値を再設定させる。この再設定によって、プロセッサ 10 による放電の検出感度は、低い方向に修正される。また例えば、放電検出装置 1 を設置してから長期間が経過しても、プロセッサ 10 が放電を全く検出しない場合には、学習モードを選択して工場出荷時の設定値を再設定させる。この再設定によって、プロセッサ 10 による放電の検出感度は、高い方向に修正される。

[0023] なお、本実施形態の放電検出装置 1 を導入した最初の放電検出モードは、電気回路に電氣的に接続された全ての負荷を動作させないで実行することが好ましい。これにより、電気回路自体に断線や漏電などの事故が生じているか否かを確認することができる。

[0024] 2. 学習モードにおける処理

次に、プロセッサ 10 によって実行される学習モードにおける処理について、図 2～図 8 を参照しつつ説明する。

[0025] 2. 1 判定時間の再設定

上述したように、放電検出モードにおいて、プロセッサ 10 は、閾値以上のレベルのノイズの継続時間の値が、予め設定された判定時間（例えば、500ms）の値以上である場合に、放電が発生したと判定する。そして、学習モードが選択された場合、プロセッサ 10 は、判定時間の現在の設定値を

再設定する処理を実行する。

[0026] 図2に示されるように、学習モードにおいて、プロセッサ10は、閾値以上のレベルのノイズをサンプリングする処理を実行する。ノイズのサンプリング処理は、予め設定された学習期間内において、回数の制限なく実行される。プロセッサ10は、増幅器12から出力されるノイズのレベルが、閾値以上であるか否かを判定する。プロセッサ10は、ノイズのレベルが閾値以上であると判定した場合に、このノイズの継続時間を計測する。プロセッサ10は、学習期間内における1～N回目の計測結果を図示しないメモリに記憶させる。学習期間が経過すると、プロセッサ10は、1～N回目の計測結果であるノイズの継続時間に基づいて、判定時間の新たな設定値を算出する。例えば、プロセッサ10は、1～N回目の計測結果であるノイズの継続時間の最大値、中央値又は平均値のいずれかを判定時間の新たな設定値とする。プロセッサ10は、判定時間の現在の設定値を、新たな設定値に再設定する。

[0027] ここで、負荷の正常な動作によって生じたノイズに起因して、プロセッサ10が放電の発生を誤判定した場合は、図2に示されるように、サンプリングしたノイズの継続時間の最大値を超える値を、判定時間の新たな設定値とすることが好ましい。これにより、プロセッサ10による放電の検出感度が低い方向に修正され、プロセッサ10による放電の発生の誤判定が防止される。例えば、プロセッサ10は、サンプリングしたノイズの継続時間の最大値を1.1～1.2倍した値を、判定時間の新たな設定値とする。

[0028] 2. 2 継続時間の上限値

上述した学習モードにおいて、プロセッサ10は、閾値以上のレベルのノイズの継続時間を計測するが、ノイズの継続時間と判定時間との比較による放電の発生の判定をしない。そこで、図3に示されるように、学習モードにおいては、プロセッサ10によって計測されるノイズの継続時間に上限値が設定されている。プロセッサ10は、計測中のノイズの継続時間の値が、予め設定された上限値を超えた場合に、放電が発生したと判定する。この判定

結果に基づいて、プロセッサ 10 は、放電の発生を検出する。放電の発生を検出したプロセッサ 10 は、例えば、ブレーカ 8 を遮断するための処理、及び警報を発するための処理などを実行する。

[0029] 2. 3 学習期間

上述したように、学習モードにおいては、プロセッサ 10 が閾値以上のレベルのノイズをサンプリングするための学習期間が設定されている。学習期間の長さは、例えば、時間、日、週、月の単位で設定することができる。また、時間、日、週、月の 2 つ以上を組み合わせた学習期間を設定することも可能である。例えば、放電検出装置 1 が、完全自動化された工場の屋内配線に設置される場合には、1 日又は 1 週間の単位で学習期間を設定することが好ましい。特に、学習期間を 1 週間とした場合は、プロセッサ 10 のサンプリング処理が平日及び休日に実行され、工場内で動作する種々の機器のノイズを漏れなくサンプリングして、判定時間の最適な設定値を算出することができる。

[0030] 例えば、学習期間を時間とした場合は、プロセッサ 10 は、学習期間として設定された時間（例えば、24 時間）に閾値を超えるレベルのノイズのサンプリング処理を実行する。その結果、図 4 に示されるように、所定時間内に検出された複数のノイズの継続時間 1 ～ N がサンプリングされる。プロセッサ 10 は、複数のノイズの継続時間 1 ～ N に基づいて、判定時間の新たな設定値を算出する。

[0031] 例えば、学習期間を日と時間との組み合わせとしてもよい。この場合、プロセッサ 10 は、1 日のうちの決められた時間（例えば、9 : 00 ～ 17 : 00）に、閾値を超えるレベルのノイズのサンプリング処理を実行する。また、学習期間を週と時間との組み合わせとしてもよい。この場合、プロセッサ 10 は、1 週間の間、毎日の決められた時間に、閾値を超えるレベルのノイズのサンプリング処理を実行する。さらに、学習期間を月、週、日、時間の組み合わせとしてもよい。この場合、プロセッサ 10 は、1 か月の間、毎週の決められた日における決められた時間に、閾値を超えるレベルのノイズ

のサンプリング処理を実行する。

[0032] なお、学習モードは、放電検出装置 1 の操作部 15 を手動操作することによって開始される。例えば、学習期間を時間の長さ（例えば、1 時間）で設定した場合、プロセッサ 10 は、操作部 15 からの信号に基づいて、直ちに閾値を超えるレベルのノイズのサンプリング処理を実行する。一方、学習期間の開始時間と終了時間とを設定した場合、プロセッサ 10 は、操作部 15 からの信号に基づいて、予め設定された開始時間（例えば、9 : 00）に閾値を超えるレベルのノイズのサンプリング処理を実行する。

[0033] 2. 4 増幅率の再設定

図 5 は、負荷の正常な動作によって生じた閾値以上のレベルのノイズを示す。図 5 に示されるように、負荷が生じさせるノイズのレベルは、負荷が動作を開始した直後に増大して閾値に達する。このノイズの継続時間が判定時間以上となったときに、プロセッサ 10 は、放電の発生の誤判定をする。このような誤判定を防止するために、学習モードにおいて、プロセッサ 10 が判定時間の値を再設定することは、上述のとおりである。放電の発生の誤判定を防止するための別の方法として、学習モードにおいて、プロセッサ 10 は、増幅器 12 の増幅率を再設定する。

[0034] 図 6 に示されるように、学習モードのサンプリング処理において、プロセッサ 10 は、増幅器 12 から出力されたノイズのレベルが第 1 閾値以上である場合は、増幅器 12 の増幅率を減少させる処理を実行する。第 1 閾値は、放電検出モードにおける放電の発生の判定に用いられる「閾値」と同じ値であり、説明の便宜上「第 1 閾値」という。既に述べたように、第 1 閾値は、図 1 に示される判定手段 13 及び再設定手段 14 の両方に設定されている。

[0035] 次いで、プロセッサ 10 は、増幅率を減少させた増幅器 12 から出力されたノイズのレベルを第 2 閾値と比較する。第 2 閾値は、第 1 閾値よりも小さい値であり、再設定手段 14 に設定されている。ノイズのレベルが第 2 閾値以上である場合、プロセッサ 10 は、増幅器 12 の増幅率を再び減少させ、ノイズのレベルを第 2 閾値と比較する。一方、ノイズのレベルが第 2 閾値未

満である場合、プロセッサ10は、増幅器12の増幅率を減少させる処理を終了する。このような増幅率の再設定の処理によって、図6に示される負荷のノイズのレベルは、放電の発生の判定に用いられる第1閾値よりも大幅に低下する。したがって、この負荷のノイズが、放電の発生の誤判定を生じさせることはない。

[0036] ここで、増幅器12の増幅率を減少させることは、プロセッサ10による放電の検出感度を低下させることになる。しかし、放電によって電圧に重畳されるノイズのレベルは、負荷のノイズのレベルと比較にならないほど大きい。このため、負荷のノイズのレベルが第1閾値以上とならないように、増幅器12の増幅率を減少させることは、放電の検出に悪影響を与えるものではない。増幅器12の増幅率を最適な値に減少させることにより、プロセッサ10は、負荷のノイズを無視して、放電の発生のみを正確に検出することができるようになる。

[0037] 例えば、図7は、負荷の動作開始に連続して、放電が発生した場合のノイズレベルの挙動を示す。プロセッサ10が、第1閾値を超えるレベルの負荷のノイズを検出した時点で、増幅器12の増幅率を減少させる処理を実行しない場合は、図7に示されるように、負荷のノイズレベルの波形と、その後発生した放電のノイズレベルの波形とが連続してしまい、放電の発生したタイミングを特定することが難しい。

[0038] 一方、図8に示されるように、プロセッサ10が、第1閾値を超えるレベルの負荷のノイズを検出した時点で、増幅器12の増幅率を減少させる処理を実行した場合は、負荷のノイズレベルが第1閾値よりも大幅に低下する。これにより、放電現象のノイズレベルのみが第1閾値を超える。

[0039] 学習モードにおいて、増幅器12の増幅率を減少させる処理を実行した場合に、プロセッサ10は、第1閾値以上のレベルのノイズを検出した時点で、放電が発生したと判定する。この判定結果に基づいて、プロセッサ10は、放電の発生を検出する。放電の発生を検出したプロセッサ10は、例えば、ブレーカ8を遮断するための処理、及び警報を発するための処理などを実

行する。

[0040] 2. 5 操作部

図1に示される操作部15は、放電検出モードと前記学習モードとのいずれか一方を手動で選択するためのものである。操作部15の構成は、特に限定されるものではなく、例えば、単純なスイッチ又はボタンであってもよい。操作部15は、複数のスイッチ又はボタンを備えた構成であってもよい。この場合、複数のスイッチ又はボタンのいずれかに、放電検出モードと前記学習モードとのいずれか一方を選択すること以外の機能を割り当ててもよい。例えば、複数のスイッチ又はボタンのいずれかに、再設定した閾値、判定時間の値及び増幅器12の増幅率の値をリセットして、工場出荷時の初期設定値に戻す機能を割り当ててもよい。さらに、操作部15は、複数のスイッチ又はボタンの画像を表示するタッチパネルで構成されてもよい。

[0041] 3. その他

本発明の放電検出装置は、上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、上述した実施形態では、プロセッサ10が、電圧に重畳されたノイズに基づいて、放電が発生したか否かを判定した。しかし、プロセッサ10は、電流に重畳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ことも可能である。例えば、CT (current transformer) によって、商用電源である交流の電力を直流に変換することで、電流に重畳された閾値以上のノイズを検出することができる。

[0042] 本実施形態の放電検出装置1は、他の機器から独立した1つのユニットを構成する。しかし、放電検出装置1は、他の機器を構成する回路に組み込まれてもよい。例えば、放電検出装置1を構成する全ての要素が、複数のブレーカを備えた分電盤に組み込まれてもよい。さらに、放電検出装置1を構成する要素のうち、フィルタ回路11及び増幅器12が分電盤に組み込まれ、プロセッサ10及び操作部15が分電盤から独立した1つのユニットを構成してもよい。この場合、増幅器12から出力されるノイズレベルの情報は、無線又は有線を介して、プロセッサ10に入力される。プロセッサ10及び

操作部 1 5 を含むユニットは、ユーザが容易に操作することができる場所に設置される。

符号の説明

- [0043] 1 放電検出装置
- 1 0 プロセッサ
- 1 1 フィルタ回路
- 1 2 増幅器
- 1 3 判定手段
- 1 4 再設定手段
- 1 5 操作部

請求の範囲

- [請求項1] 負荷が電氣的に接続される電気回路で発生した放電を、電圧又は電流に重畳されるノイズに基づいて検出するための放電検出装置であって、
- 所定の周波数領域のノイズを通過させるフィルタ回路と、前記フィルタ回路を通過した前記ノイズのレベルを増幅させる増幅器と、前記増幅器によって増幅された前記ノイズのレベルに基づいて、放電の発生を検出するプロセッサと、を備え、
- 前記プロセッサには、前記ノイズのレベルに関する閾値、及び放電が発生したか否かを判定するための判定時間が設定されており、
- 前記プロセッサは、放電検出モードと学習モードとのいずれか一方を選択的に実行することが可能であり、
- 前記放電検出モードにおいて、前記プロセッサは、前記閾値以上のレベルの前記ノイズの継続時間を前記判定時間と比較することによって、放電が発生したか否かを判定する処理を実行し、
- 前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、前記閾値以上のレベルの前記ノイズをサンプリングし、サンプリングの結果に基づいて、前記設定のうちの少なくとも1つの値を再設定する処理を実行する、放電検出装置。
- [請求項2] 前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、
- サンプリングした前記ノイズのレベルと前記閾値とを比較する処理と、
- 前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、前記ノイズの継続時間を計測する処理と、
- 前記判定時間の値を、前記ノイズの継続時間以上の値に再設定する処理と、
- を実行する請求項1に記載の放電検出装置。
- [請求項3] 前記ノイズの継続時間には、上限値が設定されており、

前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、サンプリングした前記ノイズの継続時間が前記上限値を超えた場合に、放電が発生したと判定する処理を実行する請求項2に記載の放電検出装置。

[請求項4] 前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、前記判定時間の値を、前記ノイズの継続時間を超える値に再設定する処理を実行する請求項2又は3に記載の放電検出装置。

[請求項5] 前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率が設定されており、
前記学習モードにおいて、前記プロセッサは、前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、前記増幅器の増幅率を減少させる処理を実行する請求項1～4のいずれか1項に記載の放電検出装置。

[請求項6] 前記放電検出モードと前記学習モードとのいずれか一方を手動で選択するための操作部をさらに備えた請求項1～5のいずれか1項に記載の放電検出装置。