

明 細 書

発明の名称：放電検出システム

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システムに関するものである。

背景技術

[0002] 特開 2 0 2 0 - 2 5 4 6 0 号公報（特許文献 1）には、分電盤に組み込まれた放電検出構造が開示されている。分電盤は、主幹ブレーカ、複数の分岐ブレーカ及びこれらを電氣的に接続するための母線を備える。複数の分岐ブレーカのそれぞれの回路には、放電検出構造が組み込まれる。複数の分岐ブレーカのそれぞれの二次側には、例えば、屋内配線などの分岐回路に電氣的に接続される。それぞれの分岐回路には、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。分岐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、分岐回路の電圧又は電流にノイズが重畳される。放電検出構造は、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、このノイズのレベルが閾値以上の場合に、放電が発生したと判定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 2 0 - 2 5 4 6 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 放電に伴うノイズ（以下「放電ノイズ」という）は、過大なレベルを有する。このため、図 8 に示されるように、複数の分岐回路のいずれか 1 つに接続された負荷において放電が発生した場合に、この放電に伴う放電ノイズが

複数の分岐ブレーカに伝播してしまい、複数の分岐ブレーカの放電検出構造が、放電の発生を検出してしまう問題があった。この問題は、過大な放電ノイズが、一の分岐ブレーカを通過し、母線を介して、他の分岐ブレーカに入力されることによって生じる。そこで、特開2020-25460号公報の放電検出構造は、一の分岐ブレーカから他の分岐ブレーカへ伝播するノイズ（以下「伝播ノイズ」という）を遮断するためのローパスフィルタを備える。しかし、放電検出構造は、複数の分岐ブレーカのそれぞれに組み込まれている。複数の放電検出構造のそれぞれにローパスフィルタを増設するためには、多大な労力と費用を要するという問題がある。

[0005] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、伝播ノイズを遮断するためのローパスフィルタを増設することなく、放電ノイズを伝播ノイズと区別することが可能な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

[0006] (1) 上記目的を達成するために、第1の本発明の放電検出システムは、2つ以上に分岐された複数の電気回路の少なくとも1つで発生した放電を、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システムであって、前記複数の電気回路のそれぞれに電氣的に接続され、所定の周波数領域のノイズを通過させる複数のフィルタ回路と、前記複数のフィルタ回路のそれぞれに電氣的に接続され、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複数の増幅器と、前記複数の増幅器のそれぞれに電氣的に接続され、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少なくとも1つのプロセッサと、を含み、前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率、及び前記ノイズのレベルに関する閾値が設定されており、前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれから前記閾値以上のレベルのノイズが出力された場合において、2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理と、増幅率を減少させた2つ以上の前記増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを比較することにより、いずれか1つの前記ノイズを特定する処理と、を実行する。

- [0007] (2) 好ましくは、上記(1)の放電検出システムにおいて、前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理において、それぞれの増幅率が同じ値となるように減少させる。
- [0008] (3) 好ましくは、上記(1)又は(2)の放電検出システムにおいて、前記プロセッサは、増幅率を減少させた2つ以上の前記増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを比較することにより、前記レベルの減少量の最も小さい1つの前記ノイズを特定する。
- [0009] (4) 好ましくは、上記(1)の放電検出システムにおいて、前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理において、それぞれの増幅率が同じ値となるように、所定時間ごとに段階的に減少させる。
- [0010] (5) 好ましくは、上記(1)～(4)のいずれかの放電検出システムにおいて、前記プロセッサには、前記増幅率、前記閾値、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。
- [0011] (6) 好ましくは、上記(1)～(5)のいずれかの放電検出システムにおいて、前記複数のフィルタ回路のそれぞれが、分電盤を構成する複数の分岐ブレーカのそれぞれに電氣的に接続され、前記プロセッサは、前記複数の分岐ブレーカのそれぞれを遮断させるための信号を出力することが可能であり、前記プロセッサは、一の前記フィルタ回路に電氣的に接続された一の前記増幅器から出力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した場合に、一の前記フィルタ回路が電氣的に接続された一の前記分岐ブレーカ

に前記信号を出力する。

- [0012] (7) 上記目的を達成するために、第2の本発明の放電検出システムは、2つ以上に分岐された複数の電気回路の少なくとも1つで発生した放電を、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システムであって、前記複数の電気回路のそれぞれに電氣的に接続され、所定の周波数領域のノイズを通過させる複数のフィルタ回路と、前記複数のフィルタ回路のそれぞれに電氣的に接続され、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複数の増幅器と、前記複数の増幅器のそれぞれに電氣的に接続され、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少なくとも1つのプロセッサと、を含み、前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率、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、前記複数の増幅器のそれぞれの増幅率を一定の周期で減少及び増加させる処理と、増幅率を減少又は増加させた前記複数の増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを前記閾値と比較する処理と、前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、この前記ノイズの継続時間を計測する処理と、前記ノイズの継続時間が前記判定時間以上となった場合に、放電が発生したと判定する処理と、を実行する。

発明の効果

- [0013] 本発明の放電システムによれば、伝播ノイズを遮断するためのローパスフィルタを増設することなく、放電ノイズを伝播ノイズと区別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システムを示す概略図である。
- [図2]図2は、前記放電検出システムを示す概略図、及び前記放電検出システムによって検出されたノイズレベルと時間との関係を示す3つの波形図である。

[図3]図3は、前記放電検出システムを構成する増幅器の増幅率を同じ値に減少させた場合におけるノイズレベルと時間の関係を示す11の波形図である。

[図4]図4は、前記増幅器の増幅率を同じ値に減少させた場合におけるノイズレベルと時間の関係を示す11の波形図である。

[図5]図5は、前記放電検出システムを示す概略図、及び前記増幅器の倍率を所定時間ごとに同じ値に減少させた場合における、前記放電検出システムによって検出されたノイズレベルと時間との関係を示す3つの波形図である。

[図6]図6は、前記放電検出システムを示す概略図、及び前記増幅器の倍率を所定時間ごとに同じ値に減少させた場合におけるノイズレベルと時間との関係を示す3つの波形図である。

[図7]図7は、前記放電検出システムを示す概略図、及び前記増幅器の増幅率を異なる値に減少させた場合におけるノイズレベルと時間との関係を示す2つの波形図である。

[図8]図8は、従来の放電検出構造を示す概略図、及び前記放電検出構造によって検出されたノイズレベルと時間との関係を示す4つの波形図である。

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システムについて、図面を参照しつつする。

[0016] 1. 放電検出システム

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システムが示される。放電検出システムは、例えば、分電盤を構成する電気回路に電氣的に接続される。分電盤は、主幹ブレーカ11、複数の分岐ブレーカ12及びこれらを電氣的に接続するための母線を備える。主幹ブレーカ11の一次側は、図示しない電力の引込線に電氣的に接続される。主幹ブレーカ11の二次側は、母線に電氣的に接続される。母線には、複数の分岐ブレーカ12が電氣的に接続される。複数の分岐ブレーカ12のそれぞれの二次側は、屋内配線などの分岐回路に電氣的に接続される。それぞれの分岐回路には、

負荷 8 が電氣的に接続される。負荷 8 は、商用電源である交流の電力を消費して動作する。

[0017] 分岐回路及び負荷においては、トラッキングやショート及び断線などの事故が生じ得る。本実施形態の放電検出システムは、トラッキングやショート及び断線などの事故に起因して発生した放電を検出する。放電が発生すると、分岐回路の電圧又は電流に過大なレベルの放電ノイズが重畳される。放電検出システムは、閾値以上のレベルを有するノイズの継続時間に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。また、放電検出システムは、閾値以上のレベルを有する複数のノイズが検出された場合に、判定の対象から伝播ノイズを除外して、放電ノイズを特定する。

[0018] 図 1 及び図 2 に示されるように、本実施形態の放電検出システムは、1 つのメインユニット 5 及び複数のサブユニット 3 で構成される。メインユニット 5 は、プロセッサ 50 及び電源回路 54 を備える。プロセッサ 50 は、再設定手段 51、判定手段 52 及び演算手段 55 を含む。複数のサブユニット 3 のそれぞれは、増幅器 31 及びフィルタ回路 32 を備える。

[0019] サブユニット 3 のフィルタ回路 32 は、例えば、図示しないコンデンサ及び抵抗を分岐回路に並列に接続した構成となっている。フィルタ回路 32 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 32 を構成する抵抗の両端から出力される。増幅器 31 は、フィルタ回路 32 を通過したノイズのレベルを増幅させて、プロセッサ 50 に出力する。

[0020] プロセッサ 50 は、増幅器 31 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。判定手段 52 は、閾値以上のレベルを有するノイズの継続時間に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。また、判定手段 52 は、閾値以上のレベルを有する複数のノイズが検出された場合に、これらのノイズのうちから伝播ノイズを除外し、放電ノイズを特定する。演算手段 55 は、判定手段 52 の判定に必要な数値を算出する。再設定手段 51 は、判定手段 52 は、閾値以上のレベルを有する複数のノイズが検出さ

れた場合に、増幅器 3 1 の増幅率（倍数）の設定値を変更する。再設定手段 5 1、判定手段 5 2 及び演算手段 5 5 は、いずれもプロセッサ 5 0 に所定の処理を実行させるためのプログラムである。

[0021] プロセッサ 5 0 は、主幹ブレーカ 1 1 及び複数の分岐ブレーカ 1 2 のそれぞれに電氣的に接続される。プロセッサ 5 0 は、放電を検出した場合に信号を出力することにより、主幹ブレーカ 1 1 及び／又は分岐ブレーカ 1 2 を遮断させることが可能である。電源回路 5 4 は、主幹ブレーカ 1 1 の二次側に電氣的に接続され、メインユニット 5 に電力を供給する。メインユニット 5 に供給された電力は、さらに複数のサブユニット 3 のそれぞれに供給される。

[0022] 2. 放電ノイズを特定するための処理

次に、メインユニット 5 のプロセッサ 5 0 によって実行される放電ノイズを特定するための処理について説明する。上述したように、プロセッサ 5 0 の判定手段 5 2 は、閾値以上のレベルを有するノイズの継続時間に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。ところが、図 2 に示されるように、複数の分岐回路のいずれか 1 つに接続された負荷 8 a において放電が発生した場合に、この放電に伴う放電ノイズが複数の分岐ブレーカ 1 2 に伝播してしまい、複数のサブユニット 3 の増幅器 3 1 から閾値以上のレベルのノイズが出力される場合がある。このような場合に、プロセッサ 5 0 は、閾値以上のレベルの複数のノイズから伝播ノイズを除外し、放電ノイズを特定する処理を実行する。

[0023] 2. 1 ノイズレベルの減少量に基づく放電ノイズの特定

プロセッサ 5 0 は、閾値以上のレベルのノイズを出力した複数の増幅器 3 1 のそれぞれの増幅率を減少させた場合に、レベルの減少量が最も小さいノイズが放電ノイズであると特定することができる。

[0024] 図 2 中の 3 つの波形図において、負荷 8 a で発生した放電ノイズは、過大なレベルを有する。このため、負荷 8 a に対応する増幅器 3 1 は、増幅率を 1 0 倍から 5 倍に減少させた場合でも、閾値を超えるレベルのノイズを出力

する。一方、負荷 8 b～8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 は、放電ノイズに起因する伝播ノイズを出力する。伝播ノイズのレベルは、放電ノイズの発生源から遠くなるほど減衰される。例えば、放電ノイズの発生源に最も近い、負荷 8 b に対応する増幅器 3 1 は、増幅率を 1 0 倍にした場合に、閾値を超えるレベルのノイズを出力する。放電ノイズの発生源から最も遠い、負荷 8 h に対応する増幅器 3 1 は、増幅率を 1 0 倍にした場合に、閾値未満のレベルのノイズを出力する。

[0025] 図 3 に示すように、負荷 8 a に対応する増幅器 3 1 から出力される放電ノイズは、増幅率を 5 倍から 2 倍、1 倍と減少させた場合にレベルの減少量が小さく、増幅率を 1 倍にしてもレベルが閾値を超える。これに対し、負荷 8 b に対応する増幅器 3 1 から出力される伝播ノイズは、増幅率を 1 0 倍から 5 倍、2 倍、1 倍と減少させた場合にレベルの減少量が大きく、増幅率を 2 倍及び 1 倍にするとレベルが閾値未満になる。なお、プロセッサ 5 0 には、1 0 倍、5 倍、2 倍、1 倍の増幅率のそれぞれに対応する 4 つの閾値が設定されており、増幅率の減少に伴って閾値も小さい値になる。

[0026] 以上のように、プロセッサ 5 0 は、負荷 8 a～8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 の増幅率を減少させ、それぞれの増幅器 3 1 から出力されるノイズのレベルの減少量を比較することにより、どのノイズが放電ノイズであるかを特定することができる。例えば、プロセッサ 5 0 は、閾値以上のレベルのノイズを出力する負荷 8 a、8 b に対応する 2 つの増幅器 3 1 の増幅率を減少させて、どのノイズが放電ノイズであるかを特定することとしてもよい。図 3 中の鎖線で示されるように、負荷 8 a に対応する増幅器 3 1 から出力されるノイズのレベルの方が、負荷 8 b に対応する増幅器 3 1 から出力されるノイズのレベルよりも減少量が小さい。この結果、プロセッサ 5 0 は、負荷 8 a に対応する増幅器 3 1 から出力されるノイズが放電ノイズであると判定する。

[0027] その後、プロセッサ 5 0 は、放電ノイズの継続時間が、予め設定された判定時間（例えば、5 0 0 m s）以上となったときに、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50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50は、例えば、負荷8aが電氣的に接続された分岐ブレーカ12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。さらに、プロセッサ50は、負荷8aに対応するサブユニット3が電氣的に接続された分岐回路で放電が発生したこと、すなわち、放電の発生源を報知することも可能である。

[0028] 2. 2 ノイズレベルの大きさに基づく放電ノイズの特定

プロセッサ50は、閾値以上のレベルのノイズを出力した複数の増幅器31のそれぞれの増幅率を同じ値に減少させた場合に、最もレベルの大きいノイズが放電ノイズであると特定することができる。

[0029] 例えば、図4中の鎖線で示されるように、プロセッサ50は、負荷8a～8hのそれぞれに対応する増幅器31の増幅率を一律に1倍に減少させ、それぞれの増幅器31から出力されるノイズのレベルを計測する。この結果、プロセッサ50は、最もレベルの大きい負荷8aに対応する増幅器から出力されるノイズが放電ノイズであると判定する。

[0030] その後、プロセッサ50は、放電ノイズの継続時間が、予め設定された判定時間（例えば、500ms）以上となったときに、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50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50は、例えば、負荷8aが電氣的に接続された分岐ブレーカ12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。さらに、プロセッサ50は、負荷8aに対応するサブユニット3が電氣的に接続された分岐回路で放電が発生したこと、すなわち、放電の発生源を報知することも可能である。

[0031] 2. 3 所定時間ごとに増幅率を減少させる処理

プロセッサ50は、複数の増幅器31のそれぞれの増幅率を減少させる処理において、それぞれの増幅器31の増幅率が同じ値となるように、所定時間ごとに段階的に減少させてもよい。

[0032] 例えば、図5中の3つの波形図に示されるように、プロセッサ50は、負

荷 8 a ~ 8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 の増幅率を、1 m s ごとに 2 0 倍から 1 0 倍、5 倍、2 倍と段階的に減少させ、それぞれの増幅率により増幅されたノイズのレベルを計測する。2 倍の増幅率によるノイズのレベルの計測が完了すると、荷 8 a ~ 8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 の増幅率は、再び 2 倍から 2 0 倍に増加され、1 m s ごとに 2 0 倍から 1 0 倍、5 倍、2 倍と段階的に減少させる。プロセッサ 5 0 は、2 0 倍、1 0 倍、5 倍、2 倍のどの増幅率でも閾値を超えるレベルのノイズが放電ノイズであると判定する。又はプロセッサ 5 0 は、2 0 倍、1 0 倍、5 倍、2 倍のうちのいずれかの増幅率により増幅されたノイズのレベルを比較して、いずれのノイズが放電ノイズであるかを判定することもできる。1 m s のような短時間ごとに増幅器 3 1 の増幅率を減少させることにより、瞬間的な放電の発生を検出することが可能となる。

[0033] プロセッサ 5 0 は、2 0 倍、1 0 倍、5 倍、2 倍のそれぞれの増幅率により増幅されたノイズのレベルの合計値又は平均値を算出して、荷 8 a ~ 8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 から出力されたノイズのレベルを比較してもよい。この場合、プロセッサ 5 0 は、合計値又は平均値が最も大きいノイズが放電ノイズであると判定する。ノイズのレベルの合計値又は平均値を算出して比較することにより、放電ノイズを特定するための判定回数を減少させることができ、放電ノイズを特定するまでの時間が短縮される。この結果、比較的短時間で終了する放電を検出することが可能となる。

[0034] 例えば、図 6 中の 3 つの波形図に示されるように、プロセッサ 5 0 は、荷 8 a ~ 8 h のそれぞれに対応する増幅器 3 1 の増幅率を、5 m s ごとに 2 0 倍から 1 0 倍、5 倍、2 倍と段階的に減少させ、それぞれの増幅率により増幅されたノイズのレベルを計測してもよい。この場合、2 0 m s の周期で増幅率を 2 倍から 2 0 倍に増加させ、2 0 倍、1 0 倍、5 倍、2 倍の増幅率により増幅されたノイズのレベルの計測を繰り返す。プロセッサ 5 0 は、2 0 倍、1 0 倍、5 倍、2 倍のそれぞれの増幅率により増幅されたノイズのレベルの合計値又は平均値を算出して、荷 8 a ~ 8 h のそれぞれに対応する

増幅器 31 から出力されたノイズのレベルを比較してもよい。この場合、プロセッサ 50 は、合計値又は平均値が最も大きいノイズが放電ノイズであると判定する。

[0035] 図 6 に示される実施形態では、増幅器 31 の増幅率を 20 倍、10 倍、5 倍、2 倍の 4 段階で減少させているが、増幅器 31 の増幅率は、3 段階、2 段階又は 5 段階以上で減少させてもよい。

[0036] 上述した複数の増幅器 31 の増幅率を所定時間ごとに段階的に減少させてノイズレベルを計測する処理は、閾値以上のレベルのノイズを出力した 2 つ以上の増幅器 31 だけに実行してもよい。又は、プロセッサ 50 が、閾値以上のレベルのノイズを検出する前のタイミングで全ての増幅器 31 に実行してもよい。さらに、増幅器 31 の増幅率の最大値は、後述する学習モードで再設定された値としてもよい。

[0037] 3. 学習モードによる設定値の変更

放電検出システムの目的は、トラッキングや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ことにある。しかし、負荷 8a～8h のなかには、プロセッサ 50 に設定された閾値以上の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、放電検出システムは、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。

[0038] そこで、図 7 に示される放電検出システムのように、プロセッサ 50 は、学習モードを実行するための学習手段 53 を含む。学習手段 53 は、プロセッサ 50 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。プロセッサ 50 には、増幅率、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いる。学習モードにおいて、プロセッサ 50 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、放電の発生の判定基準が変更される。この結果、プロセッサ50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。

[0039] 3. 1 増幅率の再設定

負荷8a～8hの正常な動作によって閾値以上のレベルのノイズが検出される場合は、学習モードを実行し、負荷8a～8hに対応する増幅器31の増幅率の値を再設定する。図7中の2つの波形図は、負荷8a、8bの正常な動作によって生じたノイズのレベルを示す。いずれのノイズも、プロセッサ50に予め設定された第1閾値を超えるレベルを有する。第1閾値は、プロセッサ50が放電の発生を判定するための判断基準である。プロセッサ50は、第1閾値以上のレベルのノイズの継続時間が、判定時間以上となったときに、放電が発生したと判定する。このため、図7に示される負荷8a、8bのノイズは、プロセッサ50に誤判定を生じさせるおそれがある。

[0040] プロセッサ50は、図示しないスイッチ、ボタン又はタッチパネルなどの操作部から出力された信号に基づいて、学習モードを実行する。学習モードにおいて、プロセッサ50は、負荷8a～8hに対応する増幅器31のそれぞれから出力された第1閾値以上のノイズをサンプリングする。プロセッサ50は、増幅器31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31の増幅率を減少させる処理を実行する。例えば、図7に示されるように、負荷8aに対応する増幅器31の増幅率を20倍から5倍に減少させる。また例えば、負荷8bに対応する増幅器31の増幅率を20倍から10倍に減少させる。

[0041] 次いで、プロセッサ50は、増幅率を減少させた増幅器31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51に設定されている。第2閾値は、負荷8a～8hのいずれのノイズのレベルも超えられない程度の値に設定することが好ましい。ノイズのレベルが第2閾値以上である場合、プロセッサ50は、増幅器31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50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7に示される負荷8a、8b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、これらの負荷8a、8b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。これにより、プロセッサ50は、負荷8a、8b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。

[0042] 3. 2 学習期間

学習モードにおいては、プロセッサ50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、放電検出システムが、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50のサンプリング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。

[0043] 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50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50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50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を実行する。

[0044] なお、学習モードは、図示しない操作部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50は、操作部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50は、操作部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を実行する。

[0045] 3. 3 操作部

プロセッサ50に学習モードを実行させるための操作部の構成は、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、再設定した増幅器31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。

[0046] 3. 4 継続時間の上限値

学習モードにおいて、プロセッサ50は、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判定をしない。そこで、学習モードにおいては、プロセッサ50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50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50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50は、例えば、負荷8a又は8bが電氣的に接続された分岐ブレーカ12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。

[0047] 4. その他

本発明の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、上述した実施形態では、プロセッサ50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50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。

- [0048] 例えば、複数の増幅器 3 1 は、サブユニット 3 ではなく、メインユニット 5 に組み込まれた構成としてもよい。また、本実施形態のサブユニット 3 は、分岐ブレーカ 1 2 の二次側に直列接続されているが、この構成に限定されるものではない。例えば、サブユニット 3 は、分岐ブレーカ 1 2 の一次側に直列接続されてもよいし、分岐ブレーカ 1 2 の一次側又は二次側のいずれか一方に並列接続されてもよい。

符号の説明

- [0049] 3 サブユニット
 5 メインユニット
 8、8 a～8 h 負荷
 1 2 分岐ブレーカ
 3 1 増幅器
 5 0 プロセッサ
 5 1 再設定手段
 5 2 判定手段
 5 3 学習手段
 5 4 電源回路
 5 5 演算手段

請求の範囲

- [請求項1] 2つ以上に分岐された複数の電気回路の少なくとも1つで発生した放電を、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システムであって、
- 前記複数の電気回路のそれぞれに電氣的に接続され、所定の周波数領域のノイズを通過させる複数のフィルタ回路と、
- 前記複数のフィルタ回路のそれぞれに電氣的に接続され、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複数の増幅器と、
- 前記複数の増幅器のそれぞれに電氣的に接続され、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少なくとも1つのプロセッサと、を含み、
- 前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率、及び前記ノイズのレベルに関する閾値が設定されており、
- 前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれから前記閾値以上のレベルのノイズが出力された場合において、
- 2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理と、
- 増幅率を減少させた2つ以上の前記増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを比較することにより、いずれか1つの前記ノイズを特定する処理と、
- を実行する放電検出システム。
- [請求項2] 前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理において、それぞれの増幅率が同じ値となるように減少させる請求項1に記載の放電検出システム。
- [請求項3] 前記プロセッサは、増幅率を減少させた2つ以上の前記増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを比較することにより、前記レベルの減少量の最も小さい1つの前記ノイズを特定する請求項1又は2に記載の放電検出システム。

- [請求項4] 前記プロセッサは、2つ以上の前記増幅器のそれぞれの増幅率を減少させる処理において、それぞれの増幅率が同じ値となるように、所定時間ごとに段階的に減少させる請求項1に記載の放電検出システム。
- [請求項5] 前記プロセッサには、前記増幅率、前記閾値、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、請求項1～4のいずれか1項に記載の放電検出システム。
- [請求項6] 前記複数のフィルタ回路のそれぞれが、分電盤を構成する複数の分岐ブレーカのそれぞれに電氣的に接続され、
前記プロセッサは、前記複数の分岐ブレーカのそれぞれを遮断させるための信号を出力することが可能であり、
前記プロセッサは、一の前記フィルタ回路に電氣的に接続された一の前記増幅器から出力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した場合に、一の前記フィルタ回路が電氣的に接続された一の前記分岐ブレーカに前記信号を出力する、請求項1～5のいずれか1項に記載の放電検出システム。
- [請求項7] 2つ以上に分岐された複数の電気回路の少なくとも1つで発生した放電を、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システムであって、
前記複数の電気回路のそれぞれに電氣的に接続され、所定の周波数

領域のノイズを通過させる複数のフィルタ回路と、
前記複数のフィルタ回路のそれぞれに電氣的に接続され、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複数の増幅器と、
前記複数の増幅器のそれぞれに電氣的に接続され、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少なくとも1つのプロセッサと、を含み、
前記プロセッサには、前記増幅器の増幅率、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、
前記複数の増幅器のそれぞれの増幅率を一定の周期で減少及び増加させる処理と、
増幅率を減少又は増加させた前記複数の増幅器のそれぞれから出力された前記ノイズのレベルを前記閾値と比較する処理と、
前記ノイズのレベルが前記閾値以上の場合に、この前記ノイズの継続時間を計測する処理と、
前記ノイズの継続時間が前記判定時間以上となった場合に、放電が発生したと判定する処理と、
を実行する放電検出システム。