

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、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 - 1 2 2 6 6 9 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。放電検出構造は、複数のノイズ検出部と、少なくとも 1 つの演算部とを備える。複数のノイズ検出部のそれぞれは、分電盤を構成する複数の分岐ブレーカのそれぞれ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。ノイズ検出部は、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する。演算部は、ノイズ検出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。演算部は、放電が発生したと判定した場合、複数の分岐ブレーカのうちの少なくとも 1 つに信号を送信し、放電の発生に関係する特定の分岐ブレーカを遮断させる。

[0003] 一方、特開昭 5 6 - 4 8 0 2 2 号公報（特許文献 2）には、テスト回路を備えた回路遮断器が開示されている。テスト回路は、テストスイッチを備える。テストスイッチを操作することによって、テスト回路は、疑似漏電を生じさせる。回路遮断器は、疑似漏電に基づいて動作し、電気回路を遮断する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-122669号公報

特許文献2：特開昭56-48022号公報

特許文献3：特開2016-208611号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特開昭56-48022号公報に開示される疑似漏電は、回路遮断器の動作をテストするためのものである。一方、特開2020-122669号公報に開示される放電検出構造において、複数の分岐ブレーカのうちの少なくとも1つを遮断させるために、疑似漏電を適用することが考えられる。疑似漏電は、スイッチを閉じるだけで生じさせることができ、複数の分岐ブレーカを個別に遮断させるための簡易かつ有効な手段だからである。

[0006] しかし、疑似漏電の電流を分岐ブレーカに流すためには、分岐ブレーカの一次側にバイパス回路を電氣的に接続する必要がある。バイパス回路は、例えば、特開昭56-48022号公報の第5図において、テストスイッチ27と出力端子装置18とを電氣的に接続する配線に相当する。複数の分岐ブレーカを個別に遮断させる場合には、分岐ブレーカのそれぞれにバイパス回路を電氣的に接続しなければならない。分岐ブレーカと同数のバイパス回路を分電盤に増設すれば、分電盤の回路全体が極めて複雑となる。また、複数のバイパス回路を増設するための作業に多大な手間が掛かる。ここで、特開2016-208611号公報（特許文献3）には、主幹ブレーカ、複数のバスバー及び複数の分岐ブレーカのそれぞれがユニット化された分電盤が開示される。ユニット化された主幹ブレーカ、複数のバスバー及び複数の分岐ブレーカの間には、無駄なスペースが全くないため、複数のバイパス回路を増設することはほとんど不可能に近い。

[0007] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、疑似漏電を生じさ

せることによって複数の分岐ブレーカを個別に遮断させることができ、且つ極めてシンプルな回路によって構成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

[0008] (1) 上記の目的を達成するために、本発明の放電検出システムは、主幹ブレーカ、複数の分岐ブレーカ、複数の放電検出ユニット及び少なくとも1つの電流制限抵抗を備える放電検出システムであって、前記主幹ブレーカは、電源を出力するための複数の電極を有し、前記分岐ブレーカのそれぞれは、前記主幹ブレーカの複数の電極のうちの少なくとも2つに電氣的に接続される第1及び第2の電極を有し、前記第1の電極に流れる電流 I_1 と前記第2の電極に流れる電流 I_2 との間の電流値の差に基づいて回路を遮断するように構成され、前記放電検出ユニットのそれぞれは、放電検出部及びスイッチを備え、前記放電検出部は、前記分岐ブレーカの前記第1の電極と前記第2の電極との間に電氣的に接続され、前記回路の電圧又は電流に重畳された所定の周波数以上のノイズを検出するように構成され、前記スイッチは、前記分岐ブレーカの前記第1の電極に電氣的に接続され、前記放電検出ユニットのそれぞれの前記スイッチの2次側は、共通の第1の電路に電氣的に接続され、前記第1の電路は、前記主幹ブレーカの複数の電極のうち、前記分岐ブレーカの前記第1の電極が電氣的に接続された電極とは異なる電極に電氣的に接続され、前記電流制限抵抗は、前記スイッチが閉状態となったときに、電流 I_1 の一部の電流 I_E を前記第1の電路に流す。

[0009] (2) 好ましくは、上記(1)の放電検出システムにおいて、前記放電検出ユニットのそれぞれと信号を送受信することが可能な制御ユニットをさらに備え、前記放電検出ユニットのそれぞれは、共通の第2の電路を介して、前記制御ユニットに電氣的に接続され、前記放電検出ユニットは、前記放電検出部によって前記ノイズが検出された場合に、第1の信号を送信し、前記制御ユニットは、前記第1の信号に基づいて、前記回路で放電が発生したか否かを判定し、放電が発生したと判定した場合に、第2の信号を送信し、前記

第1の信号を送信した前記放電検出ユニットは、前記第2の信号に基づいて、前記スイッチを閉状態にする。

[0010] (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、前記放電検出ユニットのそれぞれに対応する複数の前記電流制限抵抗を備え、前記電流制限抵抗は、前記放電検出ユニットのそれぞれに組み込まれ、前記スイッチの二次側に電氣的に接続され、前記電流制限抵抗の二次側に、前記第1の電路が電氣的に接続される。

[0011] (4) 好ましくは、上記(2)の放電検出システムにおいて、前記放電検出ユニットのそれぞれに対応する1つの前記電流制限抵抗を備え、前記電流制限抵抗は、前記制御ユニットに組み込まれ、前記制御ユニットが、前記第1の電路の途中に電氣的に接続される。

[0012] (5) 好ましくは、上記(2)又は(4)の放電検出システムにおいて、前記制御ユニットは、複数の前記放電検出ユニットのそれぞれから受信した前記第1の信号に基づいて、2つ以上の前記回路で放電が発生したと判定した場合、2つ以上の前記放電検出ユニットのそれぞれに前記第2の信号を送信するタイミングを異ならせる。

[0013] (6) 好ましくは、上記(5)の放電検出システムにおいて、前記制御ユニットは、2つ以上の前記放電検出ユニットのうちのいずれか1つに前記第2の送信信号を送信した後、同じ前記放電検出ユニットに第3の信号を送信し、前記第3の信号に対する応答がないことに基づいて、異なる前記放電検出ユニットに前記第2の送信信号を送信する。

発明の効果

[0014] 本発明の放電検出システムは、疑似漏電を生じさせることによって複数の分岐ブレーカを個別に遮断させることができ、且つ極めてシンプルな回路によって構成することが可能である。したがって、本発明の放電検出システムでは、特開昭56-48022号公報の第5図に示されるバイパス回路を、複数の放電検出ユニットのそれぞれに増設する手間が掛からない。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図 1 は、第 1 実施形態に係る放電検出システムを備えた分電盤を示す概略図である。

[図2]図 2 は、上記の放電検出システムを構成する主幹ブレーカ、1 つの分岐ブレーカ、1 つの放電検出ユニット、制御ユニット及び電路を示す概略図である。

[図3]図 3 は、上記の放電検出ユニットを構成するスイッチが閉じた状態を示す概略図である。

[図4]図 4 は、上記の放電検出ユニットを構成するスイッチが開いた状態のときの電流の流れを示す概略図である。

[図5]図 5 は、上記の放電検出ユニットを構成するスイッチが閉じた状態のときの電流の流れを示す概略図である。

[図6]図 6 は、第 2 実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ、1 つの分岐ブレーカ、1 つの放電検出ユニット、制御ユニット及び電路を示す概略図である。

[図7]図 7 は、第 3 実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ、1 つの分岐ブレーカ、1 つの放電検出ユニット、制御ユニット及び電路を示す概略図である。

[図8]図 8 A～図 8 D は、第 1 実施形態の放電検出システムにおいて、放電が検出されてから分岐ブレーカが遮断されるまでの動作を示す概略図である。

[図9]図 9 A～図 9 D は、第 4 実施形態に係る放電検出システムの制御処理の流れを示す概略図である。

[図10]図 10 は、第 5 実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ、2 つの分岐ブレーカ、2 つの放電検出ユニット及び電路を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の第 1～第 5 実施形態に係る放電検出システムについて、図面を参照しつつ説明する。

[0017] 1. 第 1 実施形態

まず、本発明の第1実施形態に係る放電検出システムについて、図1～図5及び図8を参照しつつ説明する。図1に示されるように、本実施形態の放電検出システムは、分電盤Dに組み込まれる。分電盤Dは、主幹ブレーカ10、8つの分岐ブレーカ20、8つの放電検出ユニット30、制御ユニット40、及びこれらを電氣的に接続するための配線81、配線83、母線、その他の電路を備える。

[0018] なお、分岐ブレーカ20及び放電検出ユニット30の数は、特に限定されるものではない。分岐ブレーカ20及び放電検出ユニット30の数は、7つ以下であってもよく、9つ以上であってもよい。また、配線81、配線83、母線、その他の電路の形態は、特に限定されるものではない。例えば、配線81、配線83、母線、その他の電路として、電線及び／又はバスバーを用いることができる。

[0019] 主幹ブレーカ10及び分岐ブレーカ20は、分電盤Dの一般的な構成要素である。主幹ブレーカ10には、図示しない屋外配線から商用電源が供給される。この商用電源は、複数の分岐ブレーカ20のそれぞれを介して、屋内配線に供給される。屋内配線には、図示しない複数の負荷が電氣的に接続される。

[0020] 本実施形態の主幹ブレーカ10は、単相3線式(3 Pole 2 Element)であり、3つの電極を備える。3つの電極は、図2に示されるL1相、L2相及びN相に対応する。L1相及びL2相は、いずれも電圧相である。N相は、中性相である。3つの電極のそれぞれに母線が電氣的に接続される。ここで、図1中の右側に位置する4つの分岐ブレーカ20は、L1相の母線及びN相の母線に電氣的に接続される。一方、図1中の左側に位置する4つの分岐ブレーカ20は、L2相の母線及びN相の母線に電氣的に接続される。

[0021] なお、主幹ブレーカ10は、過電流及び短絡を検出して回路を遮断するサーキットブレーカであってもよい。好ましくは、主幹ブレーカ10は、漏電を検出して回路を遮断する漏電ブレーカとする。

[0022] 本実施形態の分岐ブレーカ20は、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。図2に示されるように、分岐ブレーカ20は、ZCT (Zero-phase Current Transformer) 21と、2つのスイッチ22とを備える。第1のスイッチ22は、L1相の母線と放電検出ユニット30との間に電氣的に接続される。第2のスイッチ22は、N相の母線と放電検出ユニット30との間に電氣的に接続される。これらのスイッチ22に電氣的に接続された2つの電線は、ZCT 21を貫通する。ZCT 21は、2つの電線に流れる電流 I_1 、 I_2 の電流値の差に基づいて、漏電を検出する。ZCT 21が漏電を検出した場合、2つのスイッチ22が開状態となり、分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が停止される。

[0023] 図1に示される8つの分岐ブレーカ20のそれぞれの二次側には、放電検出ユニット30が電氣的に接続される。8つの放電検出ユニット30の二次側は、共通の2つの配線83に電氣的に接続される。図2に示されるように、放電検出ユニット30は、放電検出部31、スイッチ32、電流制限抵抗33及び内部通信部34を備える。

[0024] 放電検出部31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。放電検出部31は、分岐ブレーカ20の正極（第1の電極）と負極（第2の電極）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。放電検出部31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って、放電を検出する。

[0025] 内部通信部34は、2つの配線83を介して、制御ユニット40に電氣的に接続される。一の配線83は電圧相であり、他の配線83は接地相である。内部通信部34と制御ユニット40とは、接地相の配線83を通じて、互いに信号を送受信する。内部通信部34は、放電検出部31によって放電が検出された場合に、制御ユニット40に信号を出力する。この信号には、ノイズに関する情報の他に、8つの放電検出ユニット30を識別するためのアドレスが含まれる。制御ユニット40は、内部通信部34から送信された第1の信号に基づいて、ノイズのレベル、ノイズの検出時刻、及びノイズの継

続時間などの情報を取得する。制御ユニット40は、放電が発生したと判別した場合に、内部通信部34に第2の信号を出力する。内部通信部34は、制御ユニット40からの第2の信号に基づいて、スイッチ32を開状態から閉状態に切り替える（図3を参照）。これにより、スイッチ32が、電流制限抵抗33と電氣的に接続される。電流制限抵抗33の二次側は、電圧相の配線83に電氣的に接続される。

[0026] スイッチ32及び電流制限抵抗33は、疑似漏電を生じさせるための回路を構成する。図3に示されるように、スイッチ32が閉状態になると、L1相の母線から分岐ブレーカ20に流れる電流 I_1 の一部の電流 I_E が、電流制限抵抗33を介して、電圧相の配線83に流れる。この電流 I_E が疑似漏電であり、電流制限抵抗33の抵抗値に応じた電流値を有する。電流 I_E は、配線83に電氣的に接続されたN相の母線に流れる。スイッチ32が閉状態となった場合、分岐ブレーカ20に出入りする電流 I_1 、 I_2 、 I_E の関係は、 $I_1 = I_2 + I_E$ となる。 $I_1 \neq I_2$ となった場合、分岐ブレーカ20のZCT21が、2つのスイッチ22を閉状態から開状態に切り替える。これにより、放電検出ユニット30の一次側に電氣的に接続された分岐ブレーカ20が遮断される。この結果、この分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が停止される。

[0027] ここで、漏電ブレーカである分岐ブレーカ20は、漏電を検出するための感度電流の値が設定されている。漏電の電流値が、感度電流の値を超える場合、ZCT21は、2つのスイッチ22を閉状態から開状態に切り替える。このため、電流制限抵抗33の抵抗値を選定することによって、電流 I_E の電流値が感度電流の値を超えるようにする。

[0028] 本実施形態の放電検出システムでは、図1に示される8つの放電検出ユニット30のそれぞれが電流制限抵抗33を備える構成となっている。仮に、8つの分岐ブレーカ20に設定された感度電流の値が異なる場合であっても、分岐ブレーカ20ごとに、最適な抵抗値を有する電流制限抵抗33を適用することが可能となる。

- [0029] 図2に示されるように、制御ユニット40は、2つの配線81を介して、L1相及びN相の母線に電氣的に接続される。制御ユニット40は、L1相の母線から電力の供給を受ける。制御ユニット40は、演算部41、外部通信部42及び表示部43を備える。
- [0030] 演算部41は、2つの配線83に電氣的に接続される。演算部41は、接地相の配線83を通じて、8つの放電検出ユニット30のそれぞれと信号を送受信する。一方、電圧相の配線83は、制御ユニット40内において、接地相の配線81に電氣的に接続される。これにより、放電検出ユニット30の電流制限抵抗33を通過した電流 I_E は、電圧相の配線83から接地相の配線81を経由して、N相の母線に流れる（図5を参照）。
- [0031] ここで、本実施形態では、電流 I_E が流れる共通の電路を、2つの配線83、81で構成しているが、この構成に限定されるものではない。電流 I_E が流れる共通の電路は、1つの配線、又は3つ以上の配線で構成してもよい。この場合の配線は、電線及び／又はバスバーのいずれであってもよい。
- [0032] 演算部41は、内部通信部34から送信された信号に基づいて、上述したノイズのレベル、ノイズの検出時刻、及びノイズの継続時間などの情報を取得する。また、演算部41は、ノイズのレベルに基づいて、放電が発生したか否かを判定する処理を実行する。例えば、演算部41は、閾値を超えるレベルのノイズが検出された場合に、放電が発生したと判別する。さらに、演算部41は、複数の放電検出ユニット30において、閾値を超えるレベルのノイズが検出された場合に、いずれか1つの放電検出ユニット30を特定する処理を実行する。例えば、演算部41は、ノイズの検出時刻に基づいて、複数の放電検出ユニット30のうちからノイズの検出時刻が最も早い放電検出ユニット30を特定する。ノイズの検出時刻が最も早いことは、最も早くノイズが伝達されたことを意味し、放電の発生源との関連性が高いと考えられる。なお、演算部41は、内部通信部34との間で信号を送受信するための内部通信部41aの機能を有する。
- [0033] 外部通信部42は、図示しない外部機器に情報を送信するためのものであ

る。例えば、演算部41の処理によって得られた放電に関する情報は、外部通信部42から外部機器に送信される。表示部43は、情報を視覚的に表示するためのディスプレイ及び／又はLEDランプである。例えば、表示部43は、放電が発生したことを、文字、画像、光などによって視覚的に報知する。

[0034] 次に、本実施形態の放電検出システムの動作について、図4、図5及び図8A～図8Dを参照しつつ説明する。

[0035] 図4は、放電検出システムを構成する主幹ブレーカ10、1つの分岐ブレーカ20、1つの放電検出ユニット30、制御ユニット40及び電路を示す。図4中の放電検出ユニット30において、放電検出部31は、未だ放電を検出していない。このため、スイッチ32が開状態になっている。図4中の鎖線は、スイッチ32が開状態のときの電流の経路を示す。電流は、L1相の母線から分岐ブレーカ20の正極に流れ、放電検出ユニット30の放電検出部31を通して、分岐ブレーカ20の負極からN相の母線に流れる。スイッチ32が開状態となった場合、分岐ブレーカ20に出入りする電流 I_1 、 I_2 の関係は、 $I_1 = I_2$ となる。 $I_1 = I_2$ の場合、分岐ブレーカ20のZCT21は動作せず、2つのスイッチ22が閉状態を維持する。この結果、この分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給もまた維持される。

[0036] 図4中の放電検出ユニット30において、放電検出部31が放電を検出した場合、内部通信部34は、第1の信号を送信する（図8A中の鎖線の矢印を参照）。この第1の信号は、接地相の配線83を通じて、制御ユニット40の演算部41（内部通信部41a）に受信される。演算部41は、受信した第1の信号に基づいて、この第1の信号を送信した放電検出ユニット30を識別し、及び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41は、識別された特定の放電検出ユニット30に第2の信号を送信する（図8B中の鎖線の矢印を参照）。この第2の信号は、接地相の配線83を通じて、図4中の放電検出ユニット30の内部通信部34に受信される。内部通信部34は、受信した第2の信号に基づいて、スイッチ3

2を開状態から閉状態に切り替える。

[0037] 図5は、放電検出ユニット30のスイッチ32が閉状態のときの放電検出システムを示す。図5中の鎖線は、放電検出ユニット30のスイッチ32が閉状態のときの電流の経路を示す。スイッチ32が閉状態になると、L1相の母線から分岐ブレーカ20の正極に流れる電流 I_1 の一部の電流 I_E が、電流制限抵抗33を介して、電圧相の配線83に流れる。電流 I_E は、電圧相の配線83から接地相の配線81を経由して、N相の母線に流れる。一方、電流 I_1 から電流 I_E を差し引いた残りの電流 I_2 は、放電検出ユニット30の放電検出部31を通して、分岐ブレーカ20の負極からN相の母線に流れる（以上については、図8C中の実線の矢印を参照）。

[0038] 図5に示されるように、スイッチ32が閉状態となった場合、分岐ブレーカ20に出入りする電流 I_1 、 I_2 、 I_E の関係は、 $I_1 = I_2 + I_E$ となる。 $I_1 \neq I_2$ となった場合、分岐ブレーカ20のZCT21が、2つのスイッチ22を閉状態から開状態に切り替える（図8D中のスイッチ22を参照）。これにより、放電検出ユニット30の一次側に電氣的に接続された分岐ブレーカ20が遮断される。この結果、この分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が停止される。

[0039] 上述した本実施形態の放電検出システムによれば、疑似漏電を生じさせることによって8つの分岐ブレーカ20を個別に遮断させることができる。また、本実施形態の放電検出システムは、図1に示される3つの配線81、83、83からなる極めてシンプルな回路によって構成することが可能である。すなわち、8つの放電検出ユニット30は、接地相の配線83を共有し、制御ユニット40と信号を送受する。また、8つの放電検出ユニット30は、電圧相の配線83及び接地相の配線81を共有し、これらの配線83、81を疑似漏電（電流 I_E ）の経路とする。したがって、本実施形態の放電検出システムでは、特開昭56-48022号公報の第5図に示されるバイパス回路を、8つの放電検出ユニット30のそれぞれに増設する手間が掛からない。

[0040] 2. 第2実施形態

上述した第1実施形態の放電検出システムでは、制御ユニット40の接地相の配線81が、N相の母線に電氣的に接続される構成となっている（図5を参照）。このような構成とした理由は、図1に示される8つの分岐ブレーカ20の正極が、L1相及びL2相の母線に接続されているからである。制御ユニット40の接地相の配線81は、疑似漏電（電流 I_E ）の経路である。配線81を流れる疑似漏電が、分岐ブレーカ20の正極に戻されると $I_1 = I_2$ となり、分岐ブレーカ20が遮断されなくなる。したがって、疑似漏電の経路となる配線81は、分岐ブレーカ20の正極が電氣的に接続されていない相の母線に、電氣的に接続する必要がある。

[0041] 図6は、本発明の第2実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ10、1つの分岐ブレーカ20、1つの放電検出ユニット30、制御ユニット40及び電路を示す。例えば、放電検出システムを構成する全ての分岐ブレーカ20の正極が、L1相の母線に電氣的に接続されているならば、疑似漏電の経路となる配線81は、L2相の母線に電氣的に接続してもよい。つまり、電流 I_E の経路は、疑似漏電である電流 I_E が、分岐ブレーカ20の正極に戻されないことを条件に、特に限定されるものではない。

[0042] 3. 第3実施形態

図7は、本発明の第3実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ10、1つの分岐ブレーカ20、1つの放電検出ユニット30、制御ユニット40及び電路を示す。上述した第1実施形態の放電検出システムでは、8つの放電検出ユニット30のそれぞれが、電流制限抵抗33を備える構成となっている（図4を参照）。しかし、図7に示されるように、制御ユニット40が、1つの電流制限抵抗33を備える構成としてもよい。図7中の電流制限抵抗33は、電圧相の配線83と接地相の配線81との間に電氣的に接続される。1つの電流制限抵抗33は、8つの放電検出ユニット30のそれぞれが疑似漏電を生じさせるために用いられる。

[0043] 例えば、図7中の電流制限抵抗33の抵抗値は、1つの分岐ブレーカ20

を遮断させることが可能な電流値の疑似漏電を生じさせる値とする。この場合は、スイッチ 32 が閉状態となった放電検出ユニット 30 に電氣的に接続された、1つの分岐ブレーカ 20のみが遮断される。また例えば、図 7 中の電流制限抵抗 33 の抵抗値は、8つの分岐ブレーカ 20を全て遮断させることが可能な電流値の疑似漏電を生じさせる値としてもよい。この場合は、複数の放電検出ユニット 30のスイッチ 32がほぼ同時に閉状態となったときに、これらの放電検出ユニット 30に電氣的に接続された、複数の分岐ブレーカ 20がほぼ同時に遮断される。

[0044] なお、図 7 中の電流制限抵抗 33 の抵抗値を、1つの分岐ブレーカ 20の感度電流に応じた値とした場合でも、次に述べる第 4 実施形態の制御処理によって、複数の分岐ブレーカ 20を順次に遮断させることが可能である。すなわち、複数の放電検出ユニット 30がほぼ同時に放電を検出した場合、制御ユニット 40の演算部 41は、複数の放電検出ユニット 30に信号を送信するタイミングを異ならせる。これにより、複数の放電検出ユニット 30のスイッチ 32が閉状態になるタイミングが異なる。この結果、1つの電流制限抵抗 33によって、複数の放電検出ユニット 30のそれぞれに疑似漏電を生じさせることが可能となる。

[0045] 4. 第 4 実施形態

次に、本発明の第 4 実施形態に係る放電検出システムについて、図 9 A～図 9 Dを参照しつつ説明する。本実施形態の放電検出システムは、制御ユニット 40の演算部 41によって実行される複数の放電検出ユニット 30の制御処理に特徴がある。図 9 A～図 9 Dは、制御ユニット 40の演算部 41によって実行される 2つの放電検出ユニット 30の制御処理を例示する。

[0046] 複数の放電検出ユニット 30がほぼ同時に放電を検出する場合がある。このような場合、制御ユニット 40の演算部 41は、複数の放電検出ユニット 30に第 2の信号を送信するタイミングを異ならせる。これにより、複数の放電検出ユニット 30のスイッチ 32が閉状態になるタイミングが異なる。この結果、複数の放電検出ユニット 30のそれぞれに電氣的に接続された複

数の分岐ブレーカ20は、順次に遮断される。

[0047] 図9Aに示される2つの放電検出ユニット30がほぼ同時に放電を検出した場合、制御ユニット40の演算部41は、2つの放電検出ユニット30のそれぞれから受信した第1の信号に基づいて、放電が発生したか否かを判定する。ここでは、演算部41が、2つの第1の信号のそれぞれについて、放電が発生したと判定したこととする。

[0048] 図9A中の鎖線の矢印に示されるように、制御ユニット40の演算部41（内部通信部41a）は、第1の放電検出ユニット30に第2の信号を送信する。この第2の信号は、第1の放電検出ユニット30の内部通信部34を動作させるためのコマンドである。第2の信号を受信した内部通信部34は、第1の放電検出ユニット30のスイッチ32を開状態から閉状態に切り替え、疑似漏電を生じさせる。この疑似漏電によって、第1の放電検出ユニット30に電氣的に接続された第1の分岐ブレーカ20が遮断される（図9B中の2つのスイッチ22を参照）。この結果、第1の分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が断たれる。

[0049] 次に、図9B中の鎖線の矢印に示されるように、制御ユニット40の演算部41は、第1の放電検出ユニット30に第3の信号を送信する。この第3の信号は、第1の放電検出ユニット30の内部通信部34に応答を求めるコマンドである。第1の分岐ブレーカ20が遮断されているため、第1の放電検出ユニット30への電力の供給は断たれている。したがって、第3の信号に対する第1の放電検出ユニット30の応答はない。制御ユニット40の演算部41は、第3の信号に対する応答がないことに基づいて、第1の分岐ブレーカ20が遮断されたと判定する。制御ユニット40の演算部41は、第2の放電検出ユニット30の制御処理に移行する。

[0050] 次に、図9C中の鎖線の矢印に示されるように、制御ユニット40の演算部41は、第2の放電検出ユニット30に第2の信号を送信する。第2の信号を受信した内部通信部34は、第2の放電検出ユニット30のスイッチ32を開状態から閉状態に切り替え、疑似漏電を生じさせる。この疑似漏電に

よって、第2の放電検出ユニット30に電氣的に接続された第2の分岐ブレーカ20が遮断される（図9D中の2つのスイッチ22を参照）。この結果、第2の分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が断たれる。

[0051] 次に、図9Dの鎖線の矢印に示されるように、制御ユニット40の演算部41は、第2の放電検出ユニット30に第3の信号を送信する。第2の分岐ブレーカ20が遮断されているため、第2の放電検出ユニット30への電力の供給は断たれている。したがって、第3の信号に対する第2の放電検出ユニット30の応答はない。制御ユニット40の演算部41は、第3の信号に対する応答がないことに基づいて、第2の分岐ブレーカ20が遮断されたと判定する。これにより、本実施形態の制御処理は終了する。

[0052] 仮に、3つ以上の放電検出ユニット30がほぼ同時に放電を検出した場合、制御ユニット40の演算部41は、3つ以上の放電検出ユニット30に対して、上記と同様の制御処理を繰り返し実行する。これにより、3つ以上の放電検出ユニット30のそれぞれに電氣的に接続された複数の分岐ブレーカ20を、順次に遮断させることができる。

[0053] 本実施形態の制御処理によれば、建物内に配線された複数の屋内配線及び／又は複数の負荷においてほぼ同時に放電が発生した場合でも、複数の分岐ブレーカ20を順次に遮断させることができ、放電による事故を確実に防止することができる。

[0054] 5. 第5実施形態

図10は、本発明の第5実施形態に係る放電検出システムを構成する主幹ブレーカ10、2つの分岐ブレーカ20、2つの放電検出ユニット30及び電路を示す。本実施形態の放電検出システムは、図1に示される制御ユニット40を有しない。また、本実施形態の放電検出システムを構成する2つの分岐ブレーカ20は、いずれも内部通信部34を有しない。2つの放電検出ユニット30のそれぞれの電流制限抵抗33は、1つの配線85に電氣的に接続される。配線85は、N相の母線に電氣的に接続される。なお、配線85の種類は、特に限定されるものではなく、電線又はバスバーのいずれであ

ってもよい。

[0055] 放電検出ユニット30の放電検出部31は、放電を検出した場合に、スイッチ22を開状態から閉状態に切り替える。これにより、L1相の母線から分岐ブレーカ20に流れる電流 I_1 の一部の電流 I_E が、電流制限抵抗33を介して、配線85に流れる。この電流 I_E が疑似漏電であり、電流制限抵抗33の抵抗値に応じた電流値を有する。電流 I_E は、配線85に電氣的に接続されたN相の母線に流れる。スイッチ32が閉状態となった場合、分岐ブレーカ20に出入りする電流 I_1 、 I_2 、 I_E の関係は、 $I_1 = I_2 + I_E$ となる。 $I_1 \neq I_2$ となった場合、分岐ブレーカ20のZCT21が、2つのスイッチ22を閉状態から開状態に切り替える。これにより、放電検出ユニット30の一次側に電氣的に接続された分岐ブレーカ20が遮断される。この結果、この分岐ブレーカ20の二次側への電力の供給が停止される。

[0056] 本実施形態の放電検出システムによれば、上述した第1～第3実施形態と同様に、疑似漏電を生じさせることによって複数の分岐ブレーカ20を個別に遮断させることができる。また、本実施形態の放電検出システムは、図10に示される1つの配線85からなる極めてシンプルな回路によって構成することが可能である。したがって、複数の放電検出ユニット30を増設するための配線の手間が掛からない。

[0057] 6. 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、本発明の放電検出システムは、図面に示された単相3線式の配線方式に限定されるものではなく、例えば、三相3線式又は三相4線式の配線方式に適用することができる。また、疑似漏電の共通の経路となる2つの配線81、83は、連続する1つの電線又はバスバーに置き換えることが可能である。

符号の説明

[0058] 10 主幹ブレーカ
20 分岐ブレーカ

- 2 1 Z C T
- 2 2 スイッチ
- 3 0 放電検出ユニット
- 3 1 放電検出部
- 3 2 スイッチ
- 3 3 電流制限抵抗
- 3 4 内部通信部
- 4 0 制御ユニット
- 4 1 演算部
- 4 1 a 内部通信部
- 4 2 外部通信部
- 4 3 表示部
- 8 1、8 3、8 5 配線

請求の範囲

- [請求項1] 主幹ブレーカ、複数の分岐ブレーカ、複数の放電検出ユニット及び少なくとも1つの電流制限抵抗を備える放電検出システムであって、
前記主幹ブレーカは、電源を出力するための複数の電極を有し、
前記分岐ブレーカのそれぞれは、前記主幹ブレーカの複数の電極のうちの少なくとも2つに電氣的に接続される第1及び第2の電極を有し、前記第1の電極に流れる電流 I_1 と前記第2の電極に流れる電流 I_2 との間の電流値の差に基づいて回路を遮断するように構成され、
前記放電検出ユニットのそれぞれは、放電検出部及びスイッチを備え、前記放電検出部は、前記分岐ブレーカの前記第1の電極と前記第2の電極との間に電氣的に接続され、前記回路の電圧又は電流に重畳された所定の周波数以上のノイズを検出するように構成され、前記スイッチは、前記分岐ブレーカの前記第1の電極に電氣的に接続され、
前記放電検出ユニットのそれぞれの前記スイッチの2次側は、共通の第1の電路に電氣的に接続され、
前記第1の電路は、前記主幹ブレーカの複数の電極のうち、前記分岐ブレーカの前記第1の電極が電氣的に接続された電極とは異なる電極に電氣的に接続され、
前記電流制限抵抗は、前記スイッチが閉状態となったときに、電流 I_1 の一部の電流 I_E を前記第1の電路に流す、放電検出システム。
- [請求項2] 前記放電検出ユニットのそれぞれと信号を送受信することが可能な制御ユニットをさらに備え、
前記放電検出ユニットのそれぞれは、共通の第2の電路を介して、前記制御ユニットに電氣的に接続され、
前記放電検出ユニットは、前記放電検出部によって前記ノイズが検出された場合に、第1の信号を送信し、
前記制御ユニットは、前記第1の信号に基づいて、前記回路で放電が発生したか否かを判定し、放電が発生したと判定した場合に、第2

の信号を送信し、

前記第 1 の信号を送信した前記放電検出ユニットは、前記第 2 の信号に基づいて、前記スイッチを閉状態にする、請求項 1 に記載の放電検出システム。

[請求項3] 前記放電検出ユニットのそれぞれに対応する複数の前記電流制限抵抗を備え、前記電流制限抵抗は、前記放電検出ユニットのそれぞれに組み込まれ、前記スイッチの二次側に電氣的に接続され、前記電流制限抵抗の二次側に、前記第 1 の電路が電氣的に接続される、請求項 1 又は 2 に記載の放電検出システム。

[請求項4] 前記放電検出ユニットのそれぞれに対応する 1 つの前記電流制限抵抗を備え、前記電流制限抵抗は、前記制御ユニットに組み込まれ、前記制御ユニットが、前記第 1 の電路の途中に電氣的に接続される、請求項 2 に記載の放電検出システム。

[請求項5] 前記制御ユニットは、複数の前記放電検出ユニットのそれぞれから受信した前記第 1 の信号に基づいて、2 つ以上の前記回路で放電が発生したと判定した場合、2 つ以上の前記放電検出ユニットのそれぞれに前記第 2 の信号を送信するタイミングを異ならせる、請求項 2 又は 4 に記載の放電検出システム。

[請求項6] 前記制御ユニットは、2 つ以上の前記放電検出ユニットのうちのいずれか 1 つに前記第 2 の送信信号を送信した後、同じ前記放電検出ユニットに第 3 の信号を送信し、前記第 3 の信号に対する応答がないことに基づいて、異なる前記放電検出ユニットに前記第 2 の送信信号を送信する、請求項 5 に記載の放電検出システム。