

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２０１７－１７３００８号公報には、放電現象によって生じた高周波ノイズをＣＲ回路によって検出するシステムが開示されている。ＣＲ回路は、コンデンサと抵抗とを直列に接続した構成であり、回路の異なる電極の間に電氣的に接続される。このようなＣＲ回路は、所定の周波数以上のノイズ成分を通過させる。ＣＲ回路における抵抗の両端に印加される電圧の値を測定することにより、放電現象の発生を検出することが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１７－１７３００８号公報

[0004] 放電現象は、例えば、断線や短絡などの原因によって発生する。上述した従来のシステムは、放電現象を検出することはできるが、放電現象の原因を特定することはできない。このため、システムのユーザーは、放電現象が検出された後、屋内配線、電気機器、プラグ及びコンセントなどの状態を調べることによって、放電現象の原因を特定する必要がある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、検出された放電現象に関する情報を特定することができ、ユーザーによる放電現象の原因の特定を容易に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、本発明の放電検出システムは、回路を流

れる電流の値を検出するための電流検出部と、放電現象によって前記回路に重畳された高周波帯域のノイズを検出するためのハイパスフィルタと、前記電流検出部及び前記ハイパスフィルタに電氣的に接続される判定部と、を備え、前記判定部は、前記ハイパスフィルタによって検出された前記高周波帯域のノイズに基づいて、前記放電現象が発生したか否かを判定すること、前記放電現象が発生したと判定した場合に、前記電流検出部によって検出された前記電流値に基づいて、前記放電現象が発生した時の前記電流値の増減を算出すること、前記電流値の増減に基づいて、前記放電現象に関する情報を特定すること、を含む処理を実行する。

[0007] (2) 好ましくは、上記(1)の放電検出システムにおいて、前記電流値の大きさに応じて複数の時間が設定され、前記判定部は、前記放電現象が発生したと判定した場合に、前記放電現象が発生した時の前記電流値の大きさに応じて設定された前記時間が経過した後に、遮断信号を出力する処理を実行し、前記遮断信号に基づいて、前記回路に電氣的に接続された開閉器が開いた状態になり、前記回路への電力供給が遮断される。

[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、前記ハイパスフィルタは、第1配線を介して、前記判定部に電氣的に接続され、前記電流検出部は、第2配線を介して、前記判定部に電氣的に接続され、前記判定部は、前記第1配線を介して入力される前記高周波帯域のノイズに基づいて、前記放電現象が発生したか否かを判定し、及び前記第2配線を介して入力される前記電流値に基づいて、前記放電現象が発生した時の前記電流値の増減を算出する。

[0009] (4) 好ましくは、上記(1)～(3)のいずれかの放電検出システムにおいて、前記判定部は、前記放電現象が発生した時の前記電流値が増加した場合に、前記放電現象が異極間で生じたものと特定すること、前記放電現象が発生した時の前記電流値が減少した場合に、前記放電現象が同極間で生じたものと特定すること、を含む処理を実行する。

発明の効果

[0010] 本発明の放電検出システムは、放電現象が発生した時の電流値の増減に基づいて、検出された放電現象に関する情報を特定することができる。この情報により、ユーザーによる放電現象の原因の特定が容易となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る放電検出システムを備えたブレーカを示す回路図である。

[図2]図2Aは、電流検出部で検出された電流波形を示す図である。図2Bは、ハイパスフィルタ通過時の電流波形を示す図である。

[図3]図3Aは、負荷のプラグがコンセントに電氣的に接続された状態を示す概略図である。図3Bは、図3A中のプラグ及びコンセントを省略した回路図である。

[図4]図4Aは、負荷とプラグとの間で断線が生じた状態を示す概略図である。図4Bは、図4A中のプラグ及びコンセントを省略した回路図である。

[図5]図5は、図4Aに示すような断線が瞬間的に複数回生じたときに電流検出部で検出される電流波形を示す図である。

[図6]図6Aは、プラグ付近で微小な短絡が生じた状態を示す概略図である。

図6Bは、図6A中のプラグ及びコンセントを省略した回路図である。

[図7]図7は、図5Aに示すような微小な短絡が瞬間的に複数回生じたときに電流検出部で検出される電流波形を示す図である。

[図8]図8は、本発明の第2実施形態に係る放電検出システムを備えたブレーカを示す回路図である。

[図9]図9は、本発明の第3実施形態に係る放電検出システムと、この放電検出システムと別に設けられたブレーカを示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0012] 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7を参照しつつ説明する。

[0013] 図1に示されるブレーカ9は、本実施形態の放電検出システム19を備え

る。ブレーカ 9 は、例えば、建物の屋内配線に電氣的に接続される。電力会社から供給される電力は、ブレーカ 9 を介して、建物内に設けられた照明やコンセントなどに供給される。ブレーカ 9 は、開閉器 14 を備える。開閉器 14 は、ブレーカ 9 に規定値を超える電流が流れた場合に開いた状態になり、屋内配線への電力供給を遮断する。ここで、本実施形態では、放電検出システム 19 から出力された遮断信号に基づいて、開閉器 14 が開いた状態になる。この点については、後に詳述する。

[0014] 本実施形態の放電検出システム 19 は、電流検出部 11、ハイパスフィルタ 12 及び判定部 13 で構成される。

[0015] 電流検出部 11 は、ブレーカ 9 の配線 51 に流れる電流を検出する。電流検出部 11 は、例えば、変流器 (Current Transformer) であり、環状鉄心に二次巻線を巻き付けた構成となっている。環状鉄心には、電流の測定対象となる配線 51 が通される。二次巻線は、一次配線を通れる一次電流に比例する二次電流を流す。図 2 A は、電流検出部 11 で検出された電流波形を示す。

[0016] ハイパスフィルタ 12 は、電流検出部 11 及び判定部 13 に電氣的に接続される。ハイパスフィルタ 12 は、交流回路において発生した遮断周波数よりも高周波帯域のノイズを通過させる。放電現象が発生した場合には、電流検出部 11 の出力に高周波帯域のノイズが重畳される。ハイパスフィルタ 12 は、この高周波帯域のノイズを検出し、判定部 13 に出力する。図 2 B は、ハイパスフィルタ 12 通過時の電流波形を示す。

[0017] 判定部 13 は、電流検出部 11 及びハイパスフィルタ 12 に電氣的に接続される。判定部 13 には、電流検出部 11 で検出された電流と、ハイパスフィルタ 12 を通過した高周波帯域のノイズとが入力される。本実施形態では、電流検出部 11 とハイパスフィルタ 12 とを電氣的に接続する配線を途中で分岐させ、電流検出部 11 で検出された電流がそのまま判定部 13 に入力されるようにしている。

[0018] 判定部 13 は、ハイパスフィルタ 12 を通過した高周波帯域のノイズに基

づいて、放電現象が発生した否かを判定する。例えば、判定部 13 は、ハイパスフィルタ 12 を通過した高周波帯域のノイズが、所定時間の間、所定の閾値を超える場合に、放電現象が発生したと判定する。

[0019] 一方、判定部 13 は、放電現象が発生したタイミングにおいて、電流検出部 11 で検出された電流値の増減を算出する。その後、判定部 13 は、電流値の増減に基づいて、検出された放電現象に関する情報を特定する。この情報により、ユーザーによる放電現象の原因の特定が容易となる。

[0020] ここで、電流検出部 11 とハイパスフィルタ 12 とを組み合わせることの技術的な意義について説明する。

[0021] 第 1 に、電流検出部 11 とハイパスフィルタ 12 とを組み合わせることによって、放電現象の発生を検出することが可能となる。すなわち、配線 51 には、交流電流が流れる。交流電流の波形は、本来、整った正弦波となる。放電現象が発生した場合には、交流電流に高周波帯域のノイズが重畳され、この結果、交流電流の正弦波が乱される。したがって、電流検出部 11 に検出される電流波形を監視することで、放電現象の発生を検出することができるように思われる。

[0022] しかし、建物の屋内配線には、様々な電気機器（負荷 62）が接続される。負荷 62 が ON/OFF に切り替わるときにもノイズが発生する。このノイズもまた、配線 51 を流れる交流電流に重畳され、交流電流の正弦波を乱す。このため、電流検出部 11 に検出される電流波形を監視するだけでは、放電現象の発生を検出することはできない。そこで、本実施形態では、電流検出部 11 の検出結果をハイパスフィルタ 12 でフィルタリングすることにより、放電現象に起因する高周波帯域のノイズだけを選別している。これにより、放電現象の発生を検出することが可能となる。

[0023] 第 2 に、電流検出部 11 とハイパスフィルタ 12 とを組み合わせることによって、検出された放電現象に関する情報を特定することが可能となる。すなわち、検出された放電現象に関する情報は、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の増減に基づいて特定される。図 2A、図 2B に示される

ように、放電現象が発生したタイミングは、ハイパスフィルタ 1 2 が高周波帯域のノイズを検出したタイミングに等しい。そこで、ハイパスフィルタ 1 2 が高周波帯域のノイズを検出したタイミングにおける電流値の増減を算出することにより、放電現象の原因を判定することができる。さらに、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の大きさに基づいて、放電現象の危険性の度合いを予測することができる。

[0024] 検出された放電現象に関する情報には、例えば、放電現象の種類及び原因が含まれる。放電現象の種類及び原因について、図 3 ～図 7 を参照しつつ説明する。放電現象には、同極間で生じる放電現象と、異極間で生じる放電現象との 2 種類がある。

[0025] まず、同極間で生じる放電現象について説明する。図 3 A、図 3 B は、負荷 6 2 のプラグ 6 1 がコンセント 6 0 に電氣的に接続された状態を示す。また、図 4 A、図 4 B は、負荷 6 2 とプラグ 6 1 との間で断線が生じた状態を示す。同極間で生じる放電現象の原因は、断線である。断線が生じた場合は、電流が流れにくくなる。このため、図 5 の電流波形に示されるように、同極間で放電現象が発生した時の電流値は、放電現象が発生する前の電流値よりも減少する。電流波形は、正弦波の一部に凹状の乱れを生じる。

[0026] 次に、異極間で生じる放電現象について説明する。図 6 A、図 6 B は、プラグ 6 1 の付近で微小な短絡が生じた状態を示す。異極間で生じる放電現象の原因は、短絡である。短絡が生じた場合は、電流が流れやすくなる。このため、図 7 の電流波形に示されるように、異極間で放電現象が発生した時の電流値は、放電現象が発生する前の電流値よりも増加する。電流波形は、正弦波の一部に凸状の乱れを生じる。

[0027] このように、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の増減に基づいて、放電現象の種類及び原因を特定することができる。より具体的に、図 1 に示される判定部 1 3 は、放電現象が発生したタイミングにおいて、電流値が増加した場合には、この放電現象が異極間で生じたものと特定し、電流値が減少した場合には、この放電現象が同極間で生じたものと特定する。異

極間の放電現象は、短絡が生じたことを意味する。また、同極間の放電現象は、断線が生じたことを意味する。ユーザーは、検出された放電現象が、異極間又は同極間で生じたものであるかの情報を与えられることにより、放電現象の原因を容易に導き出すことができる。

[0028] ここで、判定部 13 は、放電現象が発生したと判定した場合に、遮断信号を出力する。この遮断信号は、配線 51 に電氣的に接続された開閉器 14 の機構部に入力される。機構部は、遮断信号に基づいて、開閉器 14 を動作させて開いた状態にする。これにより、屋内配線への電力供給が遮断される。

[0029] 判定部 13 は、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の大きさに応じて、遮断信号を出力するタイミングを異ならせる処理をしてもよい。上述したように、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の大きさは、放電現象の危険性の度合いを示す。電流値が大きいほど、放電現象の危険性は高く、電流値が小さいほど、放電現象の危険性は低いと考えられる。したがって、判定部 13 は、電流値が大きいほど、放電現象の発生から短い時間で遮断信号を出力し、電流値が小さいほど、放電現象の発生から長い時間で遮断信号を出力するようにする。これにより、放電現象の危険性の度合いに応じたタイミングで、開閉器 14 が開いた状態になる。つまり、放電現象の危険性が高い場合は、ブレーカ 9 が迅速に遮断される。一方、放電現象の危険性が低い場合は、ブレーカ 9 が遅延して遮断される。

[0030] 判定部 13 は、電流検出部 11 又はハイパスフィルタ 12 のいずれかの検出結果に基づいて、放電現象が発生したタイミングにおける電流値の大きさを測定する。電流値は、実効値又は平均値のいずれであってもよい。例えば、放電現象が発生したタイミングにおける電流値が 5 A、10 A、16 A、32 A であると仮定する。5 A の場合は、放電現象が発生してから 1 秒後に遮断信号が出力される。10 A の場合は、放電現象が発生してから 0.4 秒後に遮断信号が出力される。16 A の場合は、放電現象が発生してから 0.28 秒後に遮断信号が出力される。32 A の場合は、放電現象が発生してから 0.14 秒後に遮断信号が出力される。なお、32 A 以上の場合は、一律

に放電現象が発生してから0.14秒後に遮断信号が出力されるようにしてもよい。又は32Aを超える場合は、電流値に応じて0.14秒より短い時間で遮断信号が出力されるようにしてもよい。電流値の大きさと、遮断信号が出力される時間との関係は、特に限定されるものではない。

[0031] 2. 第2実施形態

図8は、本発明の第2実施形態に係る放電検出システムを備えたブレーカ9を示す。図1に示される第1実施形態の放電検出システム19は、ハイパスフィルタ12を電流検出部11に電氣的に接続した構成となっている。これに対し、図8に示される第2実施形態の放電検出システムは、ハイパスフィルタ12を異極の配線51間に電氣的に接続した構成となっている。

[0032] 図8に示されるように、ハイパスフィルタ12は、第1配線21を介して、判定部13に電氣的に接続される。ハイパスフィルタ12によって検出された高周波帯域のノイズは、第1配線21を介して、判定部13に入力される。一方、電流検出部11は、第2配線22を介して、判定部13に電氣的に接続される。電流検出部11によって検出された電流波形は、第2配線22を介して、判定部13に入力される。

[0033] このように、第2実施形態の放電検出システムでは、ハイパスフィルタ12が電流検出部11とは別に判定部13に電氣的に接続されている。判定部13は、第1配線21から入力されるハイパスフィルタ12の検出結果に基づいて、放電現象の有無を判定する。また、判定部13は、第2配線22から入力される電流検出部11の検出結果に基づいて、電流値の増減を判定する。第1配線21と第2配線22とは、互いに独立しており、ハイパスフィルタ12の検出結果は、電流検出部11の検出結果に影響を受けない。なお、ハイパスフィルタ12は、配線51における電流検出部11の一次側に電氣的に接続された構成としてもよい。

[0034] 3. 第3実施形態

図9は、本発明の第3実施形態に係る放電検出システム19と、この放電検出システム19と別に設けられたブレーカ9とを示す。図1及び図8に示

される第１及び第２実施形態の放電検出システムは、いずれもブレーカ９に備えられている。これに対し、図９に示される第３実施形態の放電検出システム１９は、ブレーカ９とは別に設けられた独立の装置であってもよい。

[0035] 本発明の放電検出システムは、上述した第１～第３実施形態の構成に限定されるものではなく、様々な構成の変更が可能である。例えば、図１及び図９に示される電流検出部１１は、ハイパスフィルタ１２及び判定部１３とともに、放電検出システム１９のユニットに含めてもよい。

符号の説明

- [0036] ９ ブレーカ
- １１ 電流検出部
- １２ ハイパスフィルタ
- １３ 判定部
- １４ 開閉器
- １９ 放電検出システム
- ２１ 第１配線
- ２２ 第２配線
- ５１ 配線