

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] 特許文献 1 や 2 に記載されているように、電流センサや電圧センサを用いて商用周波数に重畳している高周波の放電ノイズを抽出することは知られている。例えば、通常の放電事象のノイズの検出方法では、電圧波形において商用周波数のピーク値にノイズが重畳するが、この重畳したノイズを検出し、放電事象が発生したと判定する。

[0003] より具体的には、図 3 2 に示すような放電検出ユニット 1 0 0 を用い、ハイパスフィルタ 1 1 1 で高周波帯域でのノイズ出力を取り出し、取り出した高周波帯域でのノイズ出力を増幅器 1 1 2 で増幅する。その後、増幅されたノイズ波形の変化の流れを追えるように平滑部 1 1 3 で処理する。この処理がなされるのは、増幅部 1 1 2 で増幅した波形は細かく見ると 0 と 1 を繰り返しているような形となるからであり、正確に判定できないそれぞれの波形を繋げることで 1 が続いているような処理を行う（図 3 3 参照）。この処理がなされた後のデータを判定に利用する。なお、判定を行う判定部 1 1 5 としては例えば、マイコンを利用する。通常、ノイズレベルが閾値を一定時間以上超えたら判定部 1 1 5 により放電と判定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2 0 1 9－1 8 4 4 8 0 号公報

[0005] 特許文献 2：特開 2 0 2 0－1 3 4 2 3 1 号公報

[0006] ところで、特定のモータを備えた電動ドリルやハンドミキサーなどのように、特定の機器を使用すると、ノイズが常に重畳するようになる。その場合、フィルタでの処理、増幅の処理、平滑の処理を経由した場合であっても、

判定する波形は、放電事象が生じたときと同様の波形となってしまう（図34参照）。したがって、放電事象が発生していないにも関わらず、放電事象と判定してしまうことがある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本件の発明者は、この点について鋭意検討することにより、解決を試みた。本発明が解決しようとする課題は、放電事象の検出の精度を高めることである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、負荷が接続される電路の電圧又は電流に重畳されるノイズの出力を検出する放電検出システムであって、特定の周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部と、一定時間を複数の領域に区切ることが可能な分割部と、ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することが可能な判定部を備えた放電検出システムとする。

[0009] また、ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することで、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であるか否かを判定し、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が所定時間継続して検出されたとみなされる場合に対処すべき放電事象が発生したと判定可能な構成とすることが好ましい。

[0010] また、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態の継続性を確認している段階において、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される場合があっても、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される状態が所定時間内である場合には、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続しているとみなすように制御する構成とすることが好ましい。

[0011] また、判定部は、一定時間を複数に区切ることで定められた領域において

得られるデータの経時変化から放電事象の進行度合いを判定可能な構成とすることが好ましい。

[0012] また、少なくとも一つのフィルタ部が他の一つのフィルタ部と異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能となるようにフィルタ部を複数備え、複数領域における連続性の判定、または、複数領域ごとのノイズ出力の比較を行い、各フィルタ部の適否を判定するように制御可能な構成とすることが好ましい。

[0013] また、互いに異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部の全てが適していないと判定された場合には警告を出力するように制御する構成とすることが好ましい。

[0014] また、領域の数が異なる領域群同士を比較してノイズ出力の比較を行うことが可能な構成とするのが好ましい。

[0015] また、ピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける特定の時間の領域の出力を比較対象から除外するように設定可能な設定部を備えることが好ましい。

[0016] また、比較対象から除外するように設定可能な領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含むのが好ましい。

[0017] また、ピーク時間帯と0値時間帯の何れか一方の時間帯における特定の時間の領域の出力を他方の時間帯の比較対象として設定可能な設定部を備えることが好ましい。

[0018] また、比較対象に包含するように設定可能な領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含むのが好ましい。

発明の効果

[0019] 本発明では、放電事象の検出の精度を高めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施形態における商用電源と放電検出ユニットと負荷との関係例を示し

た図である。

[図2]商用周波数における電圧波形又は電流波形の1周期分を複数の領域に分割する例を示す図である。ただし(a)は1周期分を12個の領域に分割した例であり、(b)は1周期分を24個の領域に分割した例である。

[図3]放電事象が生じた場合にノイズが商用電流などに重畳した例を示す図である。ただし、メインとなる波形が商用電流などを表しており、そのピークの一部にノイズがのっている状態を表している。

[図4]1周期分を12個の領域に分割した場合におけるノイズと領域と判定例を表す図である。ただし、(a)は1周期分を12個の領域に分割した場合における各領域の位置を概念的に表し、(b)はフィルタ部で抽出したノイズと各領域の関係を表し、(c)は領域ごとに閾値を超えているか否かを判定していることを表している。なお、閾値を超えている領域に「1」を、閾値を超えていない領域に「0」を記している。

[図5]第1閾値を超えるノイズが検出された場合でも、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態と判定されない例を示す図である。ただし(a)は第1閾値を超えるノイズが連続して検出された回数が不十分である例であり、(b)は第1閾値を超えるノイズが連続して検出された回数が多すぎる例である。

[図6]対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が第3の所定時間継続した場合に、対処すべき放電事象が発生したと判定することを表す図である。ただし、放電事象の発生の疑いがある1周期に「1」、放電事象の疑いでない1周期に「0」を記している。

[図7]対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が幾らか続いたら、その後に対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が認識されないことが瞬間的に生じても、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続されているとみなすことを示す図である。

[図8]対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が幾らか続いた後に対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が認識されないことがしばらく継続し

たため、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続されていると認定した時間がリセットされたが、その後に対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が発生し、再度、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続されていると認定した時間を計測し始めたことを表す図である。

[図9] 3つの領域の塊である領域群どうしを比較することにより、その差が第2 閾値以上であることが確認されたため、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であると判定することを示す図である。

[図10] 領域の塊である領域群どうしを比較することにより、その差が第2 閾値未満であることが確認されたため、ノイズは機器に起因するものであると判定することを示す図である。

[図11] 4つの領域の塊である領域群どうしを比較することにより、その差が第2 閾値以上であることが確認されたため、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であると判定することを示す図である。

[図12] 商用周波数における電圧波形又は電流波形のピーク時間領域に相当する領域群と0 値時間領域に相当する領域群を比較することにより、その差が第2 閾値以上であることが確認されたため、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であると判定することを示す図である。

[図13] 領域群どうしを比較した結果を用いて「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の継続性の判定をする例を表す図である。ただし（a）は対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が実際に第3の所定時間分継続した例であり、（b）は、瞬間的に対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が認識されないこともあったが、その時間も対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であったとみなしたことにより、第3の所定時間分継続したとみなした例である。ただし、放電事象の発生の疑いがある1 周期に「1」、放電事象の疑いでない1 周期に「0」を記している。

[図14] 対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が発生する前に検出されたノイズが時間経過とともに成長していくことを表す図である。

[図15] 電圧が1 0 0 V の場合の電圧波形とノイズ出力と電圧が2 0 0 V の場

合の電圧波形とノイズ出力が比較できるように表した図である。ただし（a）に表したのは電圧が100Vの場合の電圧波形とノイズ出力であり、（b）に表したのは電圧が200Vの場合の電圧波形とノイズ出力である。

[図16]ピーク時間帯を超えて0値時間帯にも放電事象に起因するノイズ出力が表れている例を示す図である。ただし、電圧波形を上側に表し、対応するタイミングにおけるノイズ出力を下側に表している。

[図17]図1に示す放電検出ユニットに更に比較除外領域設定部を備えた場合における、商用電源と放電検出ユニットと負荷との関係例を示した図である。

[図18]0値時間帯の始めと終わりの領域を比較対象から除外するように設定したことを示す図である。

[図19]図17に示す放電検出ユニットに更に除外条件設定部を備えた場合における、商用電源と放電検出ユニットと負荷との関係例を示した図である。

[図20]0値時間帯の始めと終わりの領域を比較対象から除外するように設定したことを示す図である。ただし、はじめの除外領域の数の方が終わりの除外領域の数よりも多く設定している。

[図21]ピーク時間帯の始めと終わりの領域を比較対象から除外するように設定したことを示す図である。

[図22]ピーク時間帯の始めと終わり以外の領域を比較対象から除外するように設定したことを示す図である。

[図23]図19に示す放電検出ユニットに更に学習部を備えた場合における、商用電源と放電検出ユニットと負荷との関係例を示した図である。

[図24]0値時間帯の始めと終わりの領域をピーク時間帯の比較対象として設定したことを示す図である。

[図25]放電事象に起因する放電ノイズと機器の動作に起因する機器ノイズが同時に発生することがあることを示す図である。ただし、ここでは、広範囲の周波数で大きな値となっているのが放電ノイズである。

[図26]4つのフィルタ部を切り替え可能に備えた構成とした例を示す図であ

る。

[図27] 4つのフィルタ部が、それぞれ異なる周波数帯域を検出対象としていることを示す図である。

[図28] 4つのフィルタ部の適否を確認した結果、第1フィルタ部と第4フィルタ部は放電ノイズの計測には不適であるが、第2フィルタ部と第3フィルタ部は放電ノイズの計測が可能であることが判明した例を示す図である。ただし、複数領域における連続性を判定することにより、適否の確認を行っている。

[図29] 4つのフィルタ部の適否を確認した結果、第1フィルタ部と第4フィルタ部は放電ノイズの計測には不適であるが、第2フィルタ部と第3フィルタ部は放電ノイズの計測が可能であることが判明した例を示す図である。ただし、複数領域ごとのノイズ出力を比較することにより、適否の確認を行っている。

[図30] 4つのフィルタ部の適否を確認してから所定時間経過後に再び適否を確認することを表す概念図である。

[図31] 4つのフィルタ部を常時計測に用いる構成とした例を示す図である。

[図32] 従来の放電検出ユニットを商用電源と負荷の間に接続した例を表す図である。ただし、(1)から(4)は図33や図34における(1)から(4)の処理を行う箇所を表している。

[図33] 従来の放電検出ユニットを用いて、放電事象が発生したことに起因するノイズが重畳した電圧波形を取り込むことから、出力を領域ごとに区別するまでの処理の流れの例を表す図である。ただし(1)は高周波帯域の出力波形を抽出した結果を表し、(2)は増幅した結果を表し、(3)は平滑部で処理した結果を表し、(4)はピーク時間領域のタイミングにおける出力と、0値時間領域のタイミングにおける出力を区別したことを表している。なお、(2)については部分拡大図も示している。

[図34] 従来の放電検出ユニットを用いて、特定の機器の利用に起因するノイズが重畳した電圧波形を取り込むことから、出力を領域ごとに区別するまで

の処理の流れの例を表す図である。ただし（１）は高周波帯域の出力波形を抽出した結果を表し、（２）は増幅した結果を表し、（３）は平滑部で処理した結果を表し、（４）はピーク時間領域のタイミングにおける出力と、０値時間領域のタイミングにおける出力を区別したことを表している。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に発明を実施するための形態を示す。本実施形態の放電検出システムは、負荷８が接続される電路の電圧又は電流に重畳されるノイズの出力を検出することが可能である。この放電検出システムは、特定の周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部１１と、一定時間を複数の領域に区切ることが可能な分割部１３と、ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することが可能な判定部１６を備えている。このため、放電事象の検出の精度を高めることが可能となる。なお、ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することで、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であるか否かの判定を行うようにすることが好ましい。ただし、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態とは、直ちに、放電事象が発生しているといえる段階よりも前の状態、または、一定時間内で放電事象のノイズ出力が検出できた状態である。

[0022] ここから、実施形態の放電事象判定システムに用いられる放電検出ユニット１の概略を説明する。図１に示すことから理解されるように、実施形態の放電検出ユニット１は、負荷８と商用電源９の間に接続されるものであり、フィルタ部１１と、増幅部１２と分割部１３と、平滑部１４と、演算部１５を備えている。なお、図１に示す例では演算部１５に判定部１６や閾値設定部１７を備えるようにしているが、判定部１６や閾値設定部１７は演算部１５とは別に設けるようにしても良い。

[0023] 実施形態のフィルタ部１１は、高周波帯域のノイズを通過させ、商用周波数及び低周波帯域のノイズは通過させないようにするものである。また、実

施形態の増幅部 1 2 は、そのフィルタ部 1 1 を通過した高周波を増幅するものである。また、実施形態の分割部 1 3 は、増幅部 1 2 で増幅された結果に対して、商用周波数における電圧波形又は電流波形の 1 周期分を複数の領域に分割するものである（図 2 参照）。なお、図 2 に示す例では、1 周期分を 1 2 個の領域に分割したり、2 4 個の領域に分割したりしているが、この分割は何分割であっても構わない。

[0024] また、実施形態の平滑部 1 4 は判定を可能とするための前処理を行うものであり、非連続的に得られたデータを連続的なデータと捉えることができるデータとなるように処理するものである。また、実施形態の演算部 1 5 は複数の分割した領域の出力の連続性についての判定や、複数の領域ごとに区切った出力同士の比較を行うことができるものである。

[0025] 次に、電圧波形又は電流波形の 1 周期分を複数の分割した領域の出力の連続性についての判定をする例について説明をする。ここでは、1 周期分を 1 2 個の領域に分割した例について説明を行う。

[0026] 放電事象が発生すると、通常、ピーク付近でノイズが重畳する。例えば、図 3 に示すようにノイズが重畳する。これを 1 周期について 1 2 分割したイメージを図 4 の（a）に示している。なお、実施形態ではフィルタ部 1 1 で抽出を行った後に分割を行うため、実際には、図 4 の（a）に示した 1 周期の波形自体が 1 2 個に分割されるわけではない。

[0027] フィルタ部 1 1 でノイズを抽出した後のデータについて 1 周期について 1 2 分割した例を図 4 の（b）に示している。また、閾値設定部 1 7 で設定した第 1 閾値を超えたデータがいくつかの領域で存在することを示した例を図 4 の（c）に示している。図 4 の（c）に示した例では 2 番目から 4 番目の 3 つの領域が第 1 閾値を超えている。

[0028] なお、閾値を超えているか否かを判定するやり方は、どのようなものであっても良い。例えば、フィルタ部 1 1 を用いて抽出したデータについて、分割により得られた各領域の出力の平均または実効値が閾値以上であるか否かを判定すればよい。

[0029] 判定部 16 は、閾値以上である時間が一定未満では「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定せず、閾値以上である時間が少なくとも一定時間以上である場合に「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定できるようにするのが好ましい。このため、複数の時間連続して閾値を超えている場合でも、この状態が第 1 の所定時間以上連続して発生していない場合は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定せず、閾値を超えている状態の 1 周期の内での連続性が第 1 の所定時間（例えば 3 領域分の時間）以上である場合に「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」と判定できるように構成するのが好ましい。

[0030] ただし、ノイズが検出されないはずの領域でもノイズが検出される場合、このノイズは、放電事象が発生したことに起因するものではない。例えば、電流値または電圧値の絶対値がその前後よりも大きい「ピーク」と、値が 0 となる「ゼロクロス」（図 3 における横線と波形が重なる点）が、1 周期において 2 回生じるが、「ゼロクロス」では、放電事象が生じていても、電流や電圧は閾値を超えないはずである。この時間帯でも閾値の連続性が続く場合はこのノイズは、放電事象が発生したことに起因するものではない。この場合、他の機器の動作などに起因するノイズであることが考えられる。したがって、放電事象が発生してもノイズが検出されないはずの領域でノイズが検出されたことがわかる場合、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定しないようにするのが好ましい。例えば、閾値を超える時間が一定時間以上あっても、不自然に長く続く場合は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定しないようにするのが好ましい。

[0031] 12 分割をする場合、1 周期の内の連続性が、例えば 6 回を超えるようであれば、60 Hz の場合 $8.35 \text{ ms} = 16.7 \text{ ms} / 2$ を超える時間であることになり、少なくとも 0 値となる点（ゼロクロス）もノイズが出力されているものであるため、放電事象によるものではなく機器ノイズであるもの

と判定する。

[0032] これらから理解されるように、閾値を超えている状態の1周期の内での連続性が第1の所定時間（例えば3領域分の時間）以上、かつ第2の所定時間未満（例えば6領域分の時間未満）である場合に「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」と判定できるようにするのが好ましい。つまり図5に示すように、1周期の内での連続性が第1の所定時間（例えば3領域分の時間）未満の場合や、第2の所定時間（例えば6領域分の時間）以上の場合には「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が生じたとは判定しないようにするのが好ましい。

[0033] ところで、上記した例では、あくまで1周期内の連続性を見て、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」か否かを判定したのみである。この1周期内の連続性をみて「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の判定をもとに外部に通知したり、回路を遮断させることも可能である。しかし、1周期のみの確認では機器に起因するノイズである可能性も除外できない。このため、ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することで、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であるか否かを判定し、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して検出されたとみなされる場合に、「対処すべき放電事象が発生した」と判定することが可能のように構成することが好ましい（図6参照）。この所定時間を第3の所定時間とすると、この第3の所定時間は1 sと設定することが例示できる。このように設定した場合、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」との判定が約60回（16.7 ms × 60回）継続した場合に、「対処すべき放電事象が発生した」と判定することが可能となる。この場合は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の継続性を確認するために「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が発生した回数のカウントを行っているが、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が発生している時間を直接的に計測するものであっても良い。

- [0034] また、放電事象が発生していても「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が全て確認できるとは限らない。何らかの事情で一瞬「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できない可能性もある。そのたびに、これまで生じた「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」を「対処すべき放電事象が発生した」と判定する根拠にできないように扱うのは適切ではない場合もあり得る。
- [0035] そこで、所定時間分「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたら、その後「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して確認されているとみなすように制御するのが好ましい。
- [0036] 実施形態では、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態の継続性を確認している段階において、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される場合があっても、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される状態が所定時間内である場合には、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続しているとみなすように制御する構成としている。
- [0037] 例えば、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が3回続いて確認されたら、それ以降は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して確認されているとみなすように制御する。この場合、「瞬時的」とする扱いについても定めておく。例えば、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが3回連続となるまでは「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が継続して確認されているとみなすようにすればよい。
- [0038] 図7に示す例では、この例に則っており、まず、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が3回続いて確認されたため、その後は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じ

ても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が継続して確認されているとみなすように制御している。

[0039] 図8に示す例でも、この例に則っており、まず、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が3回続いて確認されたため、その後は、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が継続して確認されているとみなすように制御している。

[0040] 図8に示す例では、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が2回続いて確認されていないなくても、第3の所定時間に至るか否かを判定するための時間計測は継続している。しかし、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が3回続いて確認されなかったことにより、第3の所定時間に至るか否かを判定するための時間計測をリセットしている。また、図8に示す例では、その後、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたため、再び、第3の所定時間に至るか否かを判定するための時間計測を開始している。

[0041] なお、第3の所定時間に至るか否かを判定するための時間計測の開始のタイミングは「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が初めに確認できたタイミングと同じにする必要はない。例えば、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して確認されているとみなすように制御するタイミングから第3の所定時間に至るか否かを判定するための時間計測を開始してもよい。

[0042] 実施形態では、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたら「1」、確認されなかったら「0」がカウンタに与えられるようにしており、積算などを行うようにしている。

[0043] 例えば、「1」が3回続いたら、それ以降「0」が3回続くまでは、時間の計測または時間とみなすことができるカウントを継続する。このため、継続性判定の状態で、「0」が1回だけ生じたり2回だけ続いたりしても許容

時間として扱う。実施形態では許容時間判定手段を備えており、このような許容時間が生じた場合であっても、継続性判定のカウンはリセットせず、時間計測を継続させるように許容時間判定手段が機能する。

[0044] なお、ここでは3回分「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたら、その後「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して確認されているとみなすように制御したが、それ以外の回数分であってもよいし、そのような制御を採用しないこともあり得る。例えば、2回分や4回分「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたら、その後「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が所定時間継続して確認されているとみなすように制御するようにしてもよい。そのような制御を解除する条件も、上記した例と異なるようにすることができる。

[0045] ところで、ここまでは1周期を複数領域に区切り、複数領域における連続性を「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」などを判定する根拠にしていたが、1周期を複数領域に区切り、複数領域ごとのノイズ出力を比較することで、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」などを判定するようにしてもよい。

[0046] 例えば、閾値を超える領域が第1の所定時間以上連続した場合、第1の所定時間に相当する領域や連続的に閾値を超えた時間の領域を領域群Aとして設定し、続く同じ所定時間の領域群を領域群B、領域群C、領域群Dとする。そして、それぞれの領域群の出力の平均や実効値を出力し、領域群Aの後の領域群である領域群Bの出力値と比較（差分）を行い、その結果が第2閾値以上である場合、および／または領域群Aの前の領域群である領域群D'と比較（差分等）を行い、第2閾値以上である場合に「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」と判定すればよい（図9参照）。

[0047] 一方、領域群Aと領域群Bの差分又は領域群Aと領域群D'の差分のい

れか一方の差分が第2 閾値未満の場合には、機器ノイズと判定するようにすればよい（図10 参照）。なお、図9 や図10 に示す例では、領域群A などの設定時間は、1 周期を4 分割する長さであるが、図11 に示す例から理解されるように、領域群A などの設定時間は、その他の長さであっても良い。

[0048] また、あらかじめ領域群A は商用周波数のピーク時間領域となり、領域群B は商用周波数の0 値時間領域となるように設定しておくのもであっても良い（図12 参照）。なお、ピーク時間領域とは、フィルタ部11 で取り出した出力波形に関する商用周波数におけるピークの前後の領域であり、0 値時間領域は商用周波数における出力が0 値となる前後の領域である。ピーク時間領域の典型的な例は、1 周期を4 分割した場合における位相角として、45 度以上135 度未満の部分や225 度以上315 度未満の部分である。また、0 値時間領域の典型的な例は、1 周期を4 分割した場合における位相角として、135 度以上225 度未満の部分や315 度以上405 度未満の部分である。

[0049] ところで、領域群どうしを比較した結果を用いて「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の継続性の判定をするようにしてもよい（図13 参照）。この場合も、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の継続があらかじめ定められただけ続いていると認定された場合に、対処すべき放電事象が発生したと判定できるようにすればよい。典型的には「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が第3 の所定時間まで継続する場合には危険性の高い放電事象が発生したと判定するようにすればよい。領域群を用いて「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の継続性の判定をする場合も、所定時間分「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認されたら、その後「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が確認できないことが瞬時的に生じても、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が継続して確認されているとみなすように制御するのが好ましい。

[0050] ところで、実施形態では、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の発生の認定がなされ、そこから対処すべき放電事象の発生の判定の開始

を行うものであるが、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の発生の認定より前の段階の状態を把握しておくようにしてもよい。例えば、第1閾値よりも低く第3閾値を設定し、その第3閾値を第4の所定時間（例えば2領域）連続して超える場合は「放電事象初期状態」と判定するように制御しても良い（図14参照）。なお、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」と判定されていなくても、実際には放電事象がおこり始めている場合もある。このため、放電事象が発生した後や「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」が頻繁に発生していることが確認された後に行われるデータの分析などの選択肢を増やすためにも「放電事象初期状態」であるか否かを判定できるように構成しておくことが好ましい。

[0051] なお、発明者の調査の結果、放電の初期段階はノイズレベルとノイズ塊の幅が小さいが、それらは放電が進行するに従って大きくなることが確認されている。ここから、このノイズ塊の幅の広がりなどの変化などをみることで放電事象の進行度合いを推定することができる。例えば、初期状態から発生状態に至るまでの時間から、ケーブルの損傷度を推定することも可能となる。

[0052] このため、判定部16は、1周期を複数に区切ることで定められた領域において得られるデータの経時変化から放電事象の進行度合いを判定可能な構成とすることが好ましい。より詳しくは、時間経過による、閾値を超える領域の数の増加の程度や放電ノイズの出力の増加の程度を基に放電事象の進行度合いを判定可能な構成とすることが好ましい。

[0053] 「放電事象初期状態」を確認できるようにすると、「放電事象初期状態」の確認、「対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態」の確認、「対処すべき放電事象の発生」の確認と、段階的に状態を把握することができるので、出力部を利用して、それらの情報とそれらが確認された時刻などの情報をユーザーに通知するように構成することが好ましい。

[0054] また、放電ノイズの幅の広がりに着目してデータを確認していく中で、発明者は、「3相三線のように電圧が高い場合」や、「放電事象の電圧（電流

）レベルが高い場合」や、「放電検出ユニット1から計測位置に近い場所で放電事象が生じた場合」にノイズ幅が広がるということに気付いた。例えば、200Vの電源電圧では100Vの電源電圧よりもノイズ幅が広がる。これは、例えば、放電事象が発生するレベルが80V以上であった場合、80V以上となる時間は100Vよりも200Vの方が長いからであると考えられる（図15参照）。また、例えば、放電事象が発生する電圧レベルが低くなる場合は、それによってもその電圧レベルを超える時間が長くなる。

[0055] このため、1周期を4分割した場合における長さを超える時間的長さで放電事象に起因するノイズ出力が検出されることがある（図16参照）。具体的には、1周期を4分割した場合におけるピーク時間領域に相当するものをピーク時間帯とし、0値時間領域に相当するものを0値時間帯とした場合、ピーク時間帯の範囲ではおさまらないほどの時間的長さで放電事象に起因するノイズ出力が検出されることがある。この場合、0値時間帯の出力値が大きくなってしまい、ピーク時間帯のデータと0値時間帯データの比や差分などを用いて比較を行っても閾値以上とならない場合がある。これは、放電事象のような波形が出力されているにも関わらず、放電事象と判定されないことがあり得ることを意味している。

[0056] このような問題は、ピーク時間帯のデータ全体と0値時間帯のデータ全体を比較することを避けることで回避できることがある。このため、領域の数が異なる領域群同士を比較してノイズ出力の比較を行うことが可能な構成とするのが好ましい。

[0057] このようなことを可能とするために、実施形態では、ピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける特定の時間の領域の出力を比較対象から除外するように設定可能な設定部を備えた構成としている。より詳しくは、この設定部は比較除外領域設定部18である（図17参照）。特定の時間の領域の出力を除外するように設定可能であるため、必要に応じて、特定の領域を比較対象から除外することができ、放電検出ユニット1の設置環境などに起因する放電事象の判定に対する阻害要因を排除することが可能となる。

- [0058] 例えば、図 1 8 に示す例では、1 周期を均等に 1 2 分割して各領域を設定している。この例では 1 番目から 3 番目の領域と 7 番目から 9 番目の領域はピーク時間帯に属し、4 番目から 6 番目の領域と、1 0 番目から 1 2 番目の領域は 0 値時間帯に属する。
- [0059] 図 1 8 に示す例では、ノイズの広がり を考慮し、0 値時間帯における始まりの時間の領域である 4 番目の領域と 1 0 番目の領域を比較対象から除外するように設定しており、かつ、0 値時間帯における終わりの時間の領域である 6 番目の領域と 1 2 番目の領域を比較対象から除外するように設定している。この 4 番目の領域、6 番目の領域、1 0 番目の領域、1 2 番目の領域は 0 値時間帯の領域の中でも、ピーク時間帯の隣に位置する領域であり、ピーク時間帯の領域に連続する領域である。
- [0060] 図 1 8 に示す例のように、比較除外時間（除外する領域）を設定している場合、1 周期の最初のピーク時間帯に関しては領域群の出力として 1 番目から 3 番目の領域における出力を用い、1 周期の最初の 0 値時間帯に関しては領域群の出力として 5 番目の領域における出力のみを用いる。この場合、判定部 1 6 は 1 番目から 3 番目の領域における出力から導かれる値と、5 番目の領域における出力から導かれる値についての比較値（一方の値を他方の値で割ったもの）又は差分値（一方の値を他方の値で引いたもの）などが第 2 閾値以上であるか否かを判定する。その結果が第 2 閾値以上であれば、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であると判定する。
- [0061] この例から理解されるように、ピーク時間帯と 0 値時間帯の比較判定を行う際に、用いる領域の数がピーク時間帯と 0 値時間帯で異なるように設定すれば、電圧値が高かったり、ノイズ発生場所が近かったりするなどのイレギュラーの条件下であっても、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であるか否かなどの判定が可能となる。なお、領域群における複数の領域の出力に関しては、平均値や中央値などをその領域群における出力値として用いればよい。
- [0062] この例では、比較除外領域設定部 1 8 で除外する領域についてあらかじめ

固定して設定しておくものとしている。この場合、設定後は常に当該領域を比較対象から除外する。ただし、所定の条件となったときにのみ、比較対象から一部の領域を除外するように制御してもよい。例えば、図19に示すように、比較対象の除外が適用される条件について設定可能な除外条件設定部19を設ける場合、この除外条件設定部19で、ピーク時間帯から0値時間帯に続くように連続して第1の閾値を超えるような出力があった場合に、特定の領域を比較対象から除外するように設定してもよい。このようにすれば、通常時の比較対象と、特定の条件を満たした場合の比較対象を分けて設定することができる。

[0063] また、比較除外領域設定部18や除外条件設定部19は、設定するかどうかを定めることができるスイッチ（DIPスイッチ）などを備える構成にしてもよい。

[0064] 上記例では、1周期を分割する12分割するように領域を定めたが、このような例に限ることはない。例えば、1周期を24分割や36分割など、12分割した場合よりも領域が細くなるように設定することも可能である。例えば、24分割をした場合、7番目、8番目、11番目、12番目の領域を比較対象から除外するなど複数の連続した領域を除外するように設定することもできる。

[0065] また、ピーク時間帯や0値時間帯の始まりの時間の除外領域と、終わりの時間の除外領域を同じ数とする必要もない。それぞれ異なる数として設定しておくこともできる。例えば、図20に示す例では、0値時間帯の始まりの時間の除外領域は二つ分の領域とし、0値時間帯の終わりの時間の除外領域は一つ分の領域としている。このため、はじめから12番目までの領域についていえば、7番目、8番目、12番目の領域を比較対象から除外するように設定している。

[0066] 比較対象から除外する領域を柔軟に調整可能とすることで、電源設備や負荷の影響によって電圧波形や電流波形などにひずみが生じる場合や、ピーク付近など特定の領域に放電検出を妨げる機器ノイズなどが出やすい場合など

にも、対応しやすくなる。

[0067] この例でも、1 周期の判定だけで放電事象が発生したとの判定を行うわけではなく、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が第3の所定時間連続して継続することで放電事象が生じたと判定するのは、既に記載している例と同様である。このようにすれば、放電事象に起因しない突発的な変化が放電事象と誤認することを抑制することができる。この第3の所定時間は変更することが可能であり、状況にあわせて設定することが可能である。

[0068] また、この例でも、第3の所定時間の計測時に、継続性を見ておくものである。例えば、瞬間的なノイズの落ち込みにより、「0」が1回だけ生じたり2回だけ続いたりしても許容時間として扱うようにしている。どれだけ瞬間的な落ち込みを許容するのかの設定は、変更できるようにするのが好ましい。

[0069] ここまでの例では、発生箇所が近い場合や、放電の出力が高い場合などにノイズ幅が広がることへの対応を説明した。一方、発生箇所が遠い場合や放電の出力が低い場合はノイズ幅が狭くなる場合がある（図2 1 参照）。その場合、ピーク時間帯と0 値時間帯の出力の比や差分などを用いて放電事象の判定のための比較を行っても、放電事象が生じているにも関わらず放電事象と判定しないことがある。

[0070] このようなことも考慮すると、ピーク時間帯において、始まりの時間、終わりの時間を比較対象から除外するように設定することが考えられる。例えば、ピーク時間帯について1 番目と6 番目を比較対象から除外する。この場合、ピーク時間帯については2 番目から5 番目の出力を用い、0 値時間帯については7 番目から1 2 番目の出力を用いるようにすることなどが考えられる。

[0071] ところで、既に記載しているように、放電事象の始まりの段階では波形のピーク付近でノイズが確認され、その後、ノイズ幅が広がっていく。このため、放電事象を早く計測したい場合などは、波形のピーク付近だけを比較対象とすることが考えられる。例えば、図2 1 に示す状態の1 番目から6 番目

において、１番目、２番目、５番目、６番目を比較対象から除外するようにし、３番目及び４番目のみを比較対象とすればよい。

[0072] 実施形態においては、放電検出ユニット１に備えられた比較除外領域設定部１８を用いて上記したような設定を切り替えて利用できる。例えば、「領域の１番目、２番目、５番目、６番目を比較対象から除外する」、「領域の１番及び６番目のみを比較対象から除外する」、「比較対象から除外する領域はなし」というような設定を、比較除外領域設定部１８を用いてすることができる。

[0073] この比較除外領域設定部１８はピーク時間帯と０値時間帯の双方について、除外する領域を設定可能としておき、所望する態様に応じて、設定を変更することができるようにするのが好ましい。

[0074] これまでの例では、ピーク時間帯や０値時間帯の端（始まりや終わり）の部分に当たる領域を比較対象から除外するように設定していたが、前述したように、電源設備や負荷、または回りの設備の状態などの環境状態によって、ピーク時間帯や０値時間帯の始まりの時間や終わりの時間以外においても電圧波形（電流波形）にひずみが生じ、電圧（電流）が低下した状態や、特定の領域のみ放電が検出できない状態となってしまう場合がある（図２２参照）。

[0075] そこで、図２３に示す例においては、放電検出ユニット１に学習部２０を備えるようにしている。この学習部２０を用いて、環境状態によって放電が検出できない状態の存在の有無を確認するデータを収集する。学習部２０を機能させた結果、環境状態によって放電が検出できない状態の存在が確認された場合、特定のタイミングの領域のみ比較対象から除外するように自動で設定するようにしてもよいし、利用者が学習結果を確認した後に手動で特定のタイミングの領域を比較対象から除外するように設定できるようにしてもよい。

[0076] 学習部２０を用いて、放電が検出できない状態の存在の有無を確認し、放電が検出できない状態が存在することが確認された場合に、特定の領域を比

較対象から除外する設定を手動または自動で設定できるようにすれば、より正確に放電事象の発生の有無を判定することができる。

[0077] これまでの記載から理解されるように、状況に応じて比較対象から除外する領域は適切に選択できるようにするのが好ましいが、特に、比較対象から除外するように設定可能な領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含む構成とするのが好ましい。

[0078] ところで、除外する領域は、上記したものに限るわけではなく、異なる時間帯の比較対象として利用できるものである場合がある。例えば、図24に示す例においては、0値時間帯の端（始まりや終わり）の部分に当たる領域のノイズ出力は、ピーク時間帯におけるノイズ出力のまとまりと関連するものであり、0値時間帯の比較対象としては利用できないが、ピーク時間帯の比較対象としては利用できる。このような場合、特定の時間の領域を異なる時間帯の比較対象として利用してもよい。このような特定の時間は、図24においては比較時間帯変移時間として表している。

[0079] このようなことを可能とするため、ピーク時間帯と0値時間帯の何れか一方の時間帯における特定の時間の領域の出力を他方の時間帯の比較対象として設定可能な設定部を備えることが好ましい。また、他方の時間帯の比較対象として設定される領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含むことが好ましい。

[0080] このような設定処理後、ピーク時間帯の比較対象として扱われるデータと0値時間帯の比較対象として扱われるデータの比や差分などを用いて放電事象の判定のための比較を行う。なお、ピーク時間帯から0値時間帯に続くように連続して第1の閾値を超えるような出力があった場合に、特定の領域のデータを他方の時間帯の比較対象として設定するように制御する構成などとしてもよい。更には、比較対象から除外するように設定可能な領域に、0値時間帯におけるピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含む構成とするのが好ましい。

- [0081] ところで、これまでに説明してきた内容は、抽出されたノイズが機器に起因するノイズであるか否かの判別方法と、機器に起因するノイズが生じていない状況における放電事象の判定方法についてのものである。しかし、これまでに説明した内容では、抽出されたノイズが機器に起因するノイズであるか否かの判別はできるが、機器に起因するノイズが生じる状況では、放電事象の発生の確認をすることが困難な場合がある。この場合、ノイズを発生させる機器が停止するのを待ってから、放電事象の発生を確認していた。しかしながら、機器に起因するノイズが生じる状況であっても、放電事象が発生していることが把握できれば、迅速に放電事象に対応できる。
- [0082] 一方、発明者が調査した結果、機器に起因するノイズの重畳が確認された場合でも、フィルタ部１１で抽出する周波数帯域を変えると、機器に起因するノイズの重畳が小さくなったり確認されなくなったりすることがあることが確認された（図２５参照）。ここから、抽出することができる周波数帯域を複数にすることが好ましいといえる。
- [0083] 抽出することができる周波数を複数にすることができる構成とするために、フィルタ部１１を複数設け、あるフィルタ部１１で抽出する周波数帯域とは異なる周波数帯域を別のフィルタ部１１で抽出できる構成とすることが好ましい。より具体的には、少なくとも一つのフィルタ部１１が他の一つのフィルタ部１１と異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能となるようにフィルタ部１１を複数備え、複数領域における連続性の判定、または、複数領域ごとのノイズ出力の比較を行い、各フィルタ部１１の適否を判定するように制御可能な構成とすることが好ましい。
- [0084] 例えば、図２６に示すように、フィルタ部１１を四つ設ける。これらのフィルタ部１１は、抽出する周波数帯域がそれぞれ異なるようにしている（図２７参照）。例えば、それらのフィルタ部１１について、機器に起因するノイズが放電事象の検出を妨害しているか否かを確認し、機器に起因するノイズが放電事象の検出を妨害していないフィルタ部１１があれば、そのフィルタ部１１を用いて放電事象の検出を行うようにすればよい。図２６に示す例

ではフィルタ部 1 1 の切り替えに利用可能な切替部 2 1 が各々のフィルタ部 1 1 に対応するように設けられている。

[0085] 機器に起因するノイズが放電事象の検出を妨害しているか否かを確認する段階においては、例えば、第 1 閾値以上の検出がなされる領域の連続性を確認すればよい（図 2 8 参照）。もちろん、他の手段を用いてもよく、例えば、領域の複数の塊である領域群を領域群 A から領域群 D の 4 つ設定し、それぞれの出力が第 1 閾値を超えているかどうかを判定して、機器に起因するノイズが放電事象の検出を妨害しているか否かを確認してもよい（図 2 9 参照）。また、あらかじめ各領域をピーク時間領域と 0 値時間領域に区切って、0 値時間領域における出力が第 1 閾値を超えているかどうかを判定して、機器に起因するノイズが放電事象の検出を妨害しているか否かを確認してもよい。もちろん、判定基準も第 1 閾値である必要はなく、その他の閾値を別途設定するようにしても良い。

[0086] このような作業を行った結果、例えば、四つのフィルタ部 1 1 のうち二つは機器に起因するノイズにより放電事象の検出をすることができないが、残りの二つは放電事象の検出が可能であることが判明したとする。この場合、少なくともその何れかのフィルタ部 1 1 を用いて放電事象の検出をするようにすればよい。このような作業は通常時にあらかじめ行っておくことが好ましい。

[0087] また、どのフィルタ部 1 1 が使用できるかの確認は、所定時間ごとに行っても良い。これは、周辺に配置された機器の使用状態によってフィルタ部 1 1 の利用できる環境が変わり得るためである。例えば、最初の動作時に「第 2 フィルタ部 1 1」と「第 3 フィルタ部 1 1」が使用できることが確認できたとする。しかしながら、これらのフィルタ部 1 1 であっても、周辺に配置された機器の使用状態によっては、放電事象の検出に適さない状態になっている可能性もある。そこで、一度確認されてから所定時間（例えば 1 時間）経過した後に再度全てのフィルタ部 1 1 について適否の判定を行い、必要に応じて使用するフィルタ部 1 1 を選択しなおすように制御する構成とするの

が好ましい（図30参照）。

[0088] なお、場合によっては複数配置されているフィルタ部11の全てが放電事象を検出できない状態である状況が生じていることも考えられる。そこで、全てのフィルタ部11について、放電事象を検出するのに適していない状況であると判定された場合には、その旨が外部で把握できるように出力する制御をする構成とすることが好ましい。このようなことを可能とするため、実施形態では、互いに異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部11の全てが適していないと判定された場合には警告を出力するように制御するように構成している。

[0089] ところで、複数のフィルタ部11を設置している場合は、フィルタ部11を切り替えながら計測する構成としても良いし、常に全てのフィルタ部11が計測している構成としても良い。常に全てのフィルタ部11が計測している構成とする場合（図31参照）、1つでも計測可能なフィルタ部11がある場合には、計測可能なフィルタ部11の何れかで得られたデータを用いて放電事象に関する判定を行うようにすればよい。また、複数のフィルタ部11が計測可能な場合には、複数のフィルタ部11で得られたデータを用いて放電事象に関する判定を行うようにしてもよい。

[0090] 以上、実施形態を例に挙げて本発明について説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、各種の態様とすることが可能である。例えば、交流である場合に限らず直流において本発明を利用してもよい。また、交流の場合であっても、一定時間としては1周期を複数区切るものに限らず、1周期の半分の半周期や2周期を一定時間として設定してもよい。また、直流の場合には一定時間を所定の時間として設定してもよい。もちろん一定時間は自由に変更することができるようにするのが好ましい。

符号の説明

[0091] 1 放電検出ユニット
8 負荷
11 フィルタ部

1 3 分割部

1 6 判定部

請求の範囲

- [請求項1] 負荷が接続される回路の電圧又は電流に重畳されるノイズの出力を検出する放電検出システムであって、
特定の周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部と、
一定時間を複数の領域に区切ることが可能な分割部と、
ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することが可能な判定部を備えた放電検出システム。
- [請求項2] ノイズの出力が確認された領域の連続度合いを確認することか、領域が複数集められた領域群どうしのノイズの出力を比較することで、
対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態であるか否かを判定し、
対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が所定時間継続して検出されたとみなされる場合に対処すべき放電事象が発生したと判定可能な請求項1に記載の放電検出システム。
- [請求項3] 対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態の継続性を確認している段階において、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される場合があっても、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態ではないと判定される状態が所定時間内である場合には、対処すべき放電事象の発生の疑いがある状態が継続しているとみなすように制御する請求項2に記載の放電検出システム。
- [請求項4] 判定部は、一定時間を複数に区切ることによって定められた領域において得られるデータの経時変化から放電事象の進行度合いを判定可能な請求項1から3のいずれかに記載の放電検出システム。
- [請求項5] 少なくとも一つのフィルタ部が他の一つのフィルタ部と異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能となるようにフィルタ部を複数備え、
複数領域における連続性の判定、または、複数領域ごとのノイズ出力の比較を行い、各フィルタ部の適否を判定するように制御可能な請求項1から3のいずれかに記載の放電検出システム。

- [請求項6] 互いに異なる周波数帯域の出力波形を抽出可能なフィルタ部の全てが適していないと判定された場合には警告を出力するように制御する請求項5に記載の放電検出システム。
- [請求項7] 領域の数が異なる領域群同士を比較してノイズ出力の比較を行うことが可能な請求項1から3のいずれかに記載の放電検出システム。
- [請求項8] ピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける特定の時間の領域の出力を比較対象から除外するように設定可能な設定部を備えた請求項7に記載の放電検出システム。
- [請求項9] 比較対象から除外するように設定可能な領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含む請求項8に記載の放電検出システム。
- [請求項10] ピーク時間帯と0値時間帯の何れか一方の時間帯における特定の時間の領域の出力を他方の時間帯の比較対象として設定可能な設定部を備えた請求項7に記載の放電検出システム。
- [請求項11] 比較対象に包含するように設定可能な領域に、少なくともピーク時間帯と0値時間帯の何れかにおける始まりの領域と終わりの領域を含む請求項10に記載の放電検出システム。