

明 細 書

発明の名称：放電検出ユニット

技術分野

[0001] 本発明は、放電検出ユニットに関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献 1 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ができる放電検出装置が知られている。特許文献 1 に開示の技術においては、特定の電動ドリルやハンドミキサーなどを使用するとノイズが常に重畳することを、放電検出の判定に利用している。具体的には、商用周波数におけるピークの前後の領域を含むピーク時間領域と、商用周波数における出力が 0 値となる前後の 0 値時間領域と、を区別し、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比較することによって、放電ノイズの判定をするのが特許文献 1 に開示された技術である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2022-89758 号公報

[0004] ところで、特許文献 1 に開示の技術は、ノイズの出力が閾値を超えていることを見て判別するものである。このため、機器ノイズと放電ノイズとを区別するには、放電事象がある程度大きくなっている必要がある。また、放電ノイズの発生箇所から離れるとノイズが減衰してしまうため、遠くで発生した放電ノイズの検出がしにくいといった問題点があった。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 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、従来検知しにくかった状況においても放電事象の発生を検知できるようにすることである。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するため、負荷が接続される電路に電氣的に接続されることで、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を検出可能な放電検出ユニットであって、電路の電圧又は電流に重畳される所定の周波数以下のノイズをカットすることで、商用周波数及び低周波帯域のノイズを通過させず、通過させた高周波帯域のノイズの波形を出力することを可能とするフィルタ部と、フィルタ部を通過した波形から所定時間における波形の検出回数を計算可能なカウント部と、カウント部で計算された検出回数を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無を判定可能な演算処理部と、を備えた放電検出ユニットとする。
- [0007] また、負荷に起因する機器ノイズと、電路における放電ノイズの何れか一方が発生している場合に、カウント部で得られた検出回数を用いて、どちらが発生しているかを判定可能な構成とすることが好ましい。
- [0008] また、カウント部で波形の検出回数を計算する時間を設定可能とする設定部を備えた構成とすることが好ましい。
- [0009] また、検出回数の判定を複数回行い、所定の回数連続して検出回数が設定より多いと確認できた場合に、放電事象に起因するノイズが生じていると判定可能な構成とすることが好ましい。
- [0010] また、一周期以上である長期間でのノイズの発現の規則性又は一周期以上である長期間での出力の規則性と、長期間よりも短い期間である短周期でのカウント部の検出回数と、の双方を用いて放電事象の原因を特定可能な構成とすることが好ましい。
- [0011] また、カウント部の検出回数に上限を設けており、上限を超える検出回数が検出された場合に、電磁波に起因するノイズであると判定可能な構成とすることが好ましい。
- [0012] また、カウント部で計測した検出回数をノイズが重畳される電圧又は電流の周期ごとに取得可能であり、演算処理部は、周期ごとの検出回数の増加推移、周期ごとの検出回数増加のバラツキの少なくとも1つ以上を用いて、電

路における放電に起因するノイズの有無を判定可能である構成とするのが好ましい。

[0013] また、カウント部で計測した検出回数についての閾値を少なくとも1つ以上備えるとともに、カウント部で計測したカウントの計測時間の閾値を少なくとも1つ以上備え、演算処理部は、検出回数の閾値及びカウントの計測時間の閾値を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無の判定が可能である構成とするのが好ましい。

[0014] また、上記放電検出ユニットが複数の分岐ブレーカと電氣的に接続されている配電システムであって、検出回数と放電事象発生箇所の関係性が分岐ブレーカの数と対応するように記憶されており、分岐ブレーカの数に関する情報を入力する開閉器入力部、または、分岐ブレーカの数を推定する開閉器推定部を備え、入力または推定された分岐ブレーカ数と、カウント部により計測した検出回数と、を用いて、放電事象の発生箇所を推定可能な発生箇所推定部を備えた配電システムとするのが好ましい。

[0015] また、検出回数と周波数の関係性が記憶されており、カウント部により計測した検出回数を用いて放電事象の周波数を特定することが可能な周波数推定部を備えた構成とするのが好ましい。

[0016] また、周波数ごとに、放電検出ユニットと放電事象の発生箇所との距離と減衰率の関係性が記憶されており、発生箇所推定部と、周波数推定部で推定した発生距離と周波数推定部から、放電ノイズの減衰率を特定可能な減衰率特定部を備えた構成とするのが好ましい。

発明の効果

[0017] 本発明では、従来検知しにくかった状況においても放電事象の発生を検知できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]放電検出ユニットを備えた放電事象検出システムの例を示す図である。

[図2]分電盤に放電検出ユニットを取り付けた例を示す図である。

[図3]放電検出ユニットの構成例を示した概略図である。

[図4]電圧波形に対して機器ノイズが重畳すること、ハイパスフィルタなどを用いて特定の周波数の波形を取り出すこと、を示すとともに、取り出された波形の一部を拡大して示した図である。

[図5]電圧波形に対して放電ノイズが重畳すること、ハイパスフィルタなどを用いて特定の周波数の波形を取り出すこと、を示すとともに、取り出された波形の一部を拡大して示した図である。

[図6]取り出された機器ノイズと取り出された放電ノイズを並べて示した図である。

[図7]確認された電圧出力を表に取り込んだ例を示す図である。

[図8]放電ノイズの出力値が小さく出ている例を示す図である。

[図9]放電ノイズと機器ノイズが双方とも生じている例を示す図である。

[図10]商用周波数の四分の一周期をカウントが積算される時間とした例を示す図である。

[図11]商用周波数のピーク前後だけをカウントが積算される時間とした例を示す図である。なお、商用周波数の四分の一周期をカウントが積算される時間としている。

[図12]商用周波数の二周期をカウントが積算される時間とした例を示す図である。

[図13]カウントの積算値が連続して所定値を超えることが確認された場合に、放電ノイズが生じていると判定するようにした例を示す図である。なお、商用周波数の一周期をカウントが積算される時間としている。

[図14]電圧波形に対して半断線（または断線）に起因するノイズが重畳すること、ハイパスフィルタなどを用いて特定の周波数の波形を取り出すこと、を示すとともに、取り出された波形の一部を拡大して示した図である。

[図15]「機器ノイズ」と「極間短絡に起因する放電ノイズ」と「半断線に起因する放電ノイズ」における出力波形などの違いを整理して示した図である。

[図16]機器ノイズと放電ノイズを区別するA閾値と、放電ノイズと電磁波

ノイズなどを区分けするB閾値と、を設定した例を示す図である。

[図17]図16に示すA閾値とB閾値を設定した場合における判定ロジック例を示す図である。

[図18]図16に示すA閾値とB閾値を設定した場合における図17とは異なる判定ロジック例を示す図である。

[図19]機器ノイズが生じた場合にカウント部で計測された検出回数の積算値の経時変化の例を示す図である。ただし、5回分のデータのいずれもが同様の経時変化となっている。

[図20]交流放電ノイズが生じた場合にカウント部で計測された検出回数の積算値の経時変化の例を示す図である。ただし、5回分のサンプルを示している。

[図21]図20に対して、経時変化における傾向を示す矢印を付した図である。

[図22]交流放電ノイズが生じた場合にカウント部で計測された検出回数の積算値の経時変化の例を示す図である。ただし、5回分のデータのいずれもが同様の経時変化となっている。

[図23]検出回数に関する閾値を設定した例を示す図である。

[図24]ノイズの種類と検出回数とノイズ計測時間の関係についての例を示す図である。ただし(a)は機器ノイズが発生している場合、(b)は交流放電ノイズが発生している場合、(c)直流放電ノイズが発生している場合を表している。

[図25]分岐回路の存在により、ノイズが分散していることを表すイメージ図である。

[図26]ノイズの発生箇所の推定を行う場合に利用する情報の例を示す図である。

[図27]図26に示す情報を用いて検出回数から推定距離を導き出す例を示す図である。

[図28]検出回数を積算する時間内における各時間での検出回数の分布を示す

図である。ただし、5回分のサンプルを示している。

[図29]検出回数と周波数との関係例を示す図である。

[図30]図28に示すデータを図29に示す情報を用いて書き換えた例を示す図である。

[図31]発生箇所から検出箇所までの距離と減衰率との関係の例を周波数ごとに示す図である。

[図32]図31に示す情報を用いて、発生箇所から検出箇所までの距離から減衰率を導き出す例を示す図である。

[図33]放電検出ユニットの構成例を示した概略図である。ただし、図3に示す構成に第二演算処理部を付け加えている。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に発明を実施するための形態を示す。図1乃至図4に示されていることから理解されるように、本実施形態の放電検出ユニット1は、負荷8が接続される電路6に電氣的に接続されることで、負荷8が接続される電路6の電圧又は電流に重畳されるノイズを検出可能である。また、この放電検出ユニット1は、電路6の電圧又は電流に重畳される所定の周波数以下のノイズをカットすることで、商用周波数及び低周波帯域のノイズを通過させず、通過させた高周波帯域のノイズの波形を出力することを可能とするフィルタ部11と、フィルタ部11を通過した波形から所定時間における波形の検出回数を計算可能なカウント部12と、カウント部12で計算された検出回数を用いて、電路6における放電に起因するノイズの有無を判定可能な演算処理部13と、を備えている。このため、従来検知しにくかった状況においても放電事象の発生を検知できる。例えば、カウント部12で計算された検出回数により原因を判定することができるため、小さめのノイズを判定に利用することができる。このため、放電の大きさや距離の影響（減衰の影響）を抑えることができる。したがって、放電の初期の段階で放電ノイズが発生したか否かの判別をすることが可能となる。また、放電検出ユニット1からやや離れた位置で放電ノイズが生じた場合でも、その発生の有無の判別をするこ

とが可能となる。

[0020] ここで、放電検出ユニット 1 を備える放電事象検出システム 100 について説明をする。負荷 8 が接続される電路 6 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事象検出システム 100 である。このため、商用電源 7 と負荷 8 の間に介在する電路 6 に対して放電検出ユニット 1 が接続される（図 1 参照）。

[0021] 放電検出ユニット 1 は商用電源 7 と負荷 8 の間で電気を流す電路 6 に対して電氣的に接続されるが、例えば、家屋の内部に取り付けられる。この放電検出ユニット 1 は分電盤 50 の内部に配置するようにしてもよい（図 2 参照）。そうすれば、分電盤 50 に繋がる家屋の電路 6 における放電事象の有無を検出することが可能となる。例えば、主幹ブレーカ 51 と分岐ブレーカ 52 とを繋ぐ電路 6 に放電検出ユニット 1 を接続するのが好ましい。ただし、主幹ブレーカ 51 の一次側、または、分岐ブレーカ 52 の二次側に電氣的に接続されるようにしてもよい。

[0022] ここで、実施形態の放電検出ユニット 1 について説明をする。実施形態の放電検出ユニット 1 は、電路 6 の電圧又は電流に重畳される所定の周波数以下のノイズをカットすることができるように、フィルタ部 11 を備えている。このフィルタ部 11 は、商用周波数及び低周波帯域のノイズは通過させず、高周波帯域のノイズを通過させることができる。また、放電検出ユニット 1 は、フィルタ部 11 を通過した高周波帯域のノイズ波形を生成する波形生成部 15 を備えている。

[0023] また、放電検出ユニット 1 は、波形生成部 15 により生成された波の数をカウントするカウント部 12 を備えている。また、放電検出ユニット 1 は、カウント部 12 で計測した波の検出回数を記憶する記憶部 16 を備えている。また、図 3 に示す例の放電検出ユニット 1 は、カウント部 12 のカウントをリセットさせることができ、かつ、記憶部 16 の情報をリセットすることができるリセット部 17 を備えている。なお、リセット部 17 は、カウント部 12 のカウントをリセットさせることと、記憶部 16 の情報をリセットす

ることの何れか一方だけができるようにしてもよい。放電検出ユニット 1 は、波形生成部 1 5 を省略することも可能である。放電検出ユニット 1 は、フィルタ部 1 1 で抽出した出力を基に、カウント部 1 2 で出力をカウントするように構成してもよい。

[0024] また、放電検出ユニット 1 は、放電ノイズが生じているか否かを検出回数から判定する場合に用いる判定条件を設定可能な設定部 1 4 を備えている。実施形態の設定部 1 4 は、判定条件を変更して設定しなおすように操作することができる。このような設定部 1 4 を放電検出ユニット 1 に備えるようにすることで、例えば、計測する時間を短く設定すれば、早く計測を終わらせることができる。また、計測する時間を長く設定すれば、ノイズの発生の有無の判定の正確性を高めることができる。

[0025] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニット 1 は、カウント部 1 2 で波形の検出回数を計算する時間を設定可能とする設定部 1 4 を備えた構成とするのが好ましい。

[0026] また、放電検出ユニット 1 は、検出回数や判定条件の情報から放電ノイズが生じているか否かを判定するための演算をすることが可能な演算処理部 1 3 を備えている。実施形態の演算処理部 1 3 はプロセッサであるが、上記したような演算が可能であるのならばその他のものであってもよい。

[0027] また、図 3 に示す放電検出ユニット 1 は、演算処理部 1 3 の結果が出た後に放電検出ユニット 1 の外部に通知するために用いる出力部 1 8 を備えている。出力部 1 8 は視覚を利用して通知することができるようにもよい。この場合、LED を用いて出力部 1 8 を構成してもよい。また、出力部 1 8 は聴覚を利用して通知することができるようにもよい。この場合、ブザーを用いて出力部 1 8 を構成してもよい。また、出力部 1 8 は信号を出力するものであってもよい。例えば、外部の計測機器や監視装置に検出結果を出力する信号出力部とすることができる。また、出力部 1 8 は、主幹ブレーカ 5 1 又は分岐ブレーカ 5 2 に遮断信号を出力可能な信号出力部としてもよい。

- [0028] なお、フィルタ部 11 は、機器が原因で生じる機器ノイズや放電事象が原因で生じる放電ノイズを抽出することができる。ここで、放電ノイズと機器ノイズにおける、フィルタ部 11 を通過するノイズの傾向の違いについて説明をする。
- [0029] まず、フィルタ部 11 で機器ノイズを抽出した場合について説明をする（図 4 参照）。なお、ノイズが重畳した電流波形の扱いもノイズが重畳した電圧波形の扱いも類似しているため、ここでは、ノイズが重畳した電圧波形を例に挙げて説明をする。
- [0030] ノイズが重畳していない場合、電圧波形は商用電源 7 の周波数にあわせて一定の波形が繰り返される。また、機器ノイズが重畳した場合には、図 4 に示すことから理解されるように、商用電源 7 の波形の位置に関わらずノイズが重複する。このため、図 4 に示す例では、商用電源 7 に起因する電圧波形が表す大きな波に対して機器ノイズに起因する小さな波が常に重なるようになっている。
- [0031] フィルタ部 11 と波形生成部 15 を用いて機器ノイズを抽出すると、商用電源 7 の波形の影響はなくなり、機器ノイズに起因する波形が生成される。つまり、フィルタ部 11 を用いて電圧波形から商用周波数の出力をカットすることで、ノイズ出力のみの波形が生成される。このノイズ出力のみの波形の波形出力数をカウント部 12 でカウントする。
- [0032] ここで、数値を交えながら具体的な例を説明する。例えば、機器の動作に起因する機器ノイズは、主に ON・OFF 動作のスイッチングにより生じるノイズである。このスイッチングにより生じるノイズは、数 $k \sim$ 数 10 kHz である。なお、周波数は 1 秒間に繰り返す波の回数を示すものであるため、 10 kHz で発生したスイッチングノイズは、 $1/10000\text{ s} = 0.1\text{ ms}$ 間隔で出力される。また、商用周波数が 60 Hz の場合、1 周期の時間は 16.7 ms であるため、スイッチングにより、この 1 周期に 167 回（ $= 16.7\text{ ms} / 0.1\text{ ms}$ ）の波が出力される。
- [0033] 次に、放電ノイズについて説明をする。極間で生じるトラッキングのよう

な極間短絡における放電ノイズは、スイッチングノイズの周波数（例えば、キロヘルツのレベル）と桁が異なる周波数帯での検出となる（例えば、メガヘルツやギガヘルツのレベル）。

[0034] 具体例を挙げて説明をすると、ターゲットとする放電事象におけるノイズが、1 MHzの周波数帯で生じるとしたとき、商用周波数が60 Hzの場合、この1周期に、16700回（ $= 16.7 \text{ ms} / 0.001 \text{ ms}$ ）出力されるようなペースで放電事象に起因して波が発生しうる。ただし、放電ノイズに関しては、ゼロクロス点付近での検出はなされない（図5参照）。つまり、この値は、1周期の間、継続して検出されることはないため、検出できるのはこれよりも小さな値となる。

[0035] 上記したように、放電事象におけるノイズは商用周波数のピーク領域付近のみで検出されるものであり、0値時間領域などゼロクロス点付近では検出されないものであるが、放電ノイズは1周期の半分の出力であっても数千～数万の回数の波が重畳することになる。これに対し、機器ノイズは1周期で数百回の波が重畳するようなノイズ出力である。つまり、放電事象におけるノイズと機器ノイズでは、単位時間あたりに得られる検出回数かなり異なることとなり、ノイズが放電ノイズであるのか機器ノイズ（スイッチングノイズ）であるのかを区別する判定が可能となる（図6参照）。

[0036] 具体的には、機器ノイズが生じた場合に1周期の間に検出される波の回数は例えば167回であり、放電ノイズが生じた場合に1周期の間に検出される波の回数は例えば16700回の半分である8350回である。このような違いに着目し、実施形態ではカウント部で計測される波の検出回数の閾値を設定部14で設定し、設定した閾値を用いて、機器ノイズか放電ノイズかを演算処理部13で判定するように構成している。

[0037] なお、上記した例では、スイッチングノイズが数10 kHzで生じ、放電ノイズが数MHzで生じるものとして説明したが、判定が可能なのはこの周波数帯に限られるものではない。

[0038] また、実施形態においては、1周期当たりの検出回数を、ノイズの大きさ

(大小)に関わらず、ノイズがあった場合にはカウント部12でカウントし、その結果を記憶部16に記憶する。記憶部16に記憶した検出回数と、設定部14で設定した検出回数の閾値を比較して、演算処理部13を用いて機器ノイズが発生しているか放電ノイズが発生しているかを判定する。このように、波の回数を確認すれば放電事象に起因するノイズか、機器に起因するノイズかを判定することができる。

[0039] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニット1は、負荷8に起因する機器ノイズと、電路6における放電ノイズの何れか一方が発生している場合に、カウント部12で得られた検出回数を用いて、どちらが発生しているかを判定可能な構成とするのが好ましい。

[0040] カウント部12でなされる計数方法については、どのようなものであってもよいが、例えば、時間毎の電圧出力の有無をマトリックスにして確認する(図7参照)。図7に示す例では、そこで、特定値以上の出力が確認された毎に検出回数を一つずつ増加させるように処理を行っている。

[0041] ここで、極間短絡における放電ノイズの検出例について説明をする。極間短絡における放電ノイズについては、計測位置が発生箇所から離れている場合や、放電の初期段階においては、放電ノイズの出力値が小さく検出される傾向にある(図8参照)。しかし、ノイズの検出値が小さくても回数は確認できる。したがって、ノイズの判定において、発生箇所と計測位置の間の距離や、発生しているノイズの小ささなどの影響を抑制することができる。つまり、放電検出ユニット1と放電事象の発生位置の間の距離が長い場合や、初期の段階のノイズであっても、放電ノイズの判定をすることが可能となる。

[0042] また、放電ノイズと機器ノイズが混在することも考えられる(図9参照)。この場合、機器ノイズと放電ノイズを切り分けて考えることは難しいが、計数の大きさから、放電ノイズの有無を判定することは可能である。つまり、放電ノイズと機器ノイズが混在している場合であっても、検出回数を用いて、放電ノイズが発生しているか否かを判定することは可能となる。機器ノ

イズが発生しているか否かは、それほど重要ではなく、放電ノイズが発生しているか否かが重要であるため、機器ノイズと放電ノイズを切り分けなくても、最も必要な情報は得ることができる。

[0043] この例においては1周期を基準に計数値を扱う。例えば、1周期で全くノイズが検出されなかった場合、若しくは所定の数以上のノイズが検出されなかった場合には、リセット部17によりカウント部12のカウントをリセットし、再度最初からカウントを行うように構成している。

[0044] なお、ここまでは、1周期の時間(60Hzならば、約16.7ms)当たりの波の回数を検出するものとしたが、この波の回数を計測する時間は1周期分に限る必要はない。例えば、1周期の時間ではなく、1/4周期の時間(60Hzならば、約4.2ms)における波の回数を計測するようにしてもよい(図10参照)。また、放電ノイズは電流や電圧の商用周波数におけるピークの前後で大きく検出されるため、商用周波数波形のピーク時間の前後のみを測定するようにしてもよい(図11参照)。また、機器ノイズと放電ノイズとの区別の正確性を高めるため、2周期の時間(60Hzならば、約33.4ms)における波の回数を計測するようにしてもよい(図12参照)。もちろん、これらの周期の時間に限る必要はない。

[0045] なお、瞬間的なトラブルにより検出回数が増加する可能性もある。したがって、1周期の時間における1回の検出回数などで放電事象の有無を判定する場合には、このようなことが生じても放電事象が生じていると判定することになる。このため、所定の時間(例えば1周期)ごとに検出回数が所定の回数を超えるか否かの判定を行うことが考えられる。この場合、複数回数(複数時間)連続して「検出回数が所定の回数を超える」状態であった場合に、放電ノイズと判定するようにしてもよい(図13参照)。このようにすれば、瞬間的なトラブルに起因する誤検知の可能性を抑制することができる。つまり、放電ノイズであるか否かを、より正確に判定することが可能となる。なお、複数回数(複数時間)連続して「検出回数が所定の回数を超える」状態であるか否かの判定を行うものとする場合、複数回数「検出回数が所定の

回数を超える」状態が連続していれば、所定の時間(例えば1周期)検出回数が所定の回数を超えないことがあっても、次の1周期の計測時間で再度「カウントが所定の回数を超える」状態となった場合は、連続している状態として判定するようにしてもよい。

[0046] 例えば、4回連続して「検出回数が所定の回数を超える」状態である場合に、ノイズが生じたと判定する場合に、3回連続して「検出回数が所定の回数を超える」状態であったが、次のタイミングでは「検出回数が所定の回数を超える」状態にはならず、その次のタイミングで「検出回数が所定の回数を超える」状態になった場合に、4回連続して「カウントが所定の回数を超える」状態となったため、ノイズが生じたと判定するようなことである。

[0047] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニット1は、検出回数の判定を複数回行い、所定の回数連続して検出回数が設定より多いと確認できた場合に、放電事象に起因するノイズが生じていると判定可能な構成とするのが好ましい。そうすれば、より正確に放電の発生を判定できるからである。

[0048] 次に、半断線に起因する放電ノイズについて説明をする。放電の発生は極間短絡に起因するもののほか、同じ極での半断線(または断線)に起因するものもある。半断線(または断線)の場合、線同士が接続したり、離れたりを繰り返すことで火花に繋がり、不規則な出力となる(図14参照)。ただし、半断線(または断線)に起因する放電ノイズは極間短絡に起因する放電ノイズと同様の周波数帯域で生じるものである。また、極間短絡と同様に機器ノイズとは異なる大きさの検出回数となる。したがって、検出回数を用いれば、機器ノイズが生じているか否かに関わらず、半断線(または断線)による放電ノイズが生じている疑いがあるか否かを判定することができる。

[0049] ここで、「機器ノイズ」と「極間短絡に起因する放電ノイズ」と「半断線に起因する放電ノイズ」における出力波形などの違いを整理する。機器ノイズと放電ノイズ(極間短絡や半断線などに起因するもの)は、例えば、図15に示すような挙動を取る。したがって、時間当たりのノイズの検出回数を

用いることにより機器ノイズと放電ノイズを区別する判定が可能である。

[0050] また、長い時間（1～2周期）でのノイズ出力波形の規則性を用いることによって、放電ノイズの種別も判定することができる。

[0051] 例えば、1～2周期の出力波形を確認して、その間、絶えずノイズ出力されていることが確認されれば、機器ノイズが発生していると判定することができる。なお、1周期の一部を抽出し、検出回数が少なめであることが確認されれば、機器ノイズと判定してもよいが、ノイズ出力の継続性と検出回数の双方が条件を満たす場合に機器ノイズと判定してもよい。例えば、半周期以上絶えずノイズ出力されていることと、検出回数が少なめであることの双方が確認されることで機器ノイズと判定するようにしてもよい。

[0052] 一方、例えば1周期以上の出力波形を確認して、ピーク時間領域で継続してノイズ出力されているが、ゼロクロス点付近ではノイズ出力がされていないことが判明する場合に、極間短絡に起因する放電ノイズが発生していると判定するようにしてもよい。もちろん、検出回数が多めであることもあわせて確認した上で、極間短絡に起因する放電ノイズが発生していると判定するようにしてもよい。

[0053] また、規則性なくノイズ出力がされている場合、半断線（または断線）に起因する放電ノイズが発生していると判定するようにしてもよい。もちろん、検出回数が多めであることもあわせて確認した上で、半断線（または断線）に起因する放電ノイズが発生していると判定するようにしてもよい。

[0054] つまり、長期間（例えば商用周波数1～2周期ぶんの時間）の出力波形のノイズの出方と、短期間（例えば1ms）での出力波形の一方だけではなく、それら双方の検出結果を用いて、ノイズの種別を判定するようにしてもよい。なお、長期間は一周以上とするのが好ましく、短期間は一周未満とするのが好ましい。この長期間、短期間の時間は上記に限るものではないが、それらは、異なる期間である。

[0055] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニット1は、一周以上である長期間でのノイズの発現の規則性又は一周以上である長期間での出

力の規則性と、長期間よりも短い期間である短周期でのカウント部 1 2 の検出回数と、の双方を用いて放電事象の原因を特定可能な構成とするのが好ましい。

[0056] なお、検出回数が設定部 1 4 において設定した所定値を超えていれば、放電事象によるノイズが発生していると判定するようにしてもよいが、電磁波などは放電ノイズに相当する周波数帯域よりもさらに大きな桁の周波数帯域であり、設置場所によってはこのような周波数帯域のノイズが生じる可能性もある。この場合、例えば、検出回数が所定以上（例えば、1 周期において百万回数のカウント）となる場合は、放電ノイズではない出力が検知されていることになる。

[0057] このため、検出回数の閾値においても、下限（A 閾値）、上限（B 閾値）を設定しておくことが好ましい（図 1 6 参照）。この場合、例えば検出回数が下限未満（A 閾値未満）であれば機器ノイズであると判定し、検出回数が上限以上（B 閾値以上）であれば電波ノイズや電磁波ノイズ（EMC ノイズ）であると判定し、検出回数が下限以上、上限未満であれば放電ノイズと判定することが考えられる（図 1 7 参照）。

[0058] ところで、下限（A 閾値）と上限（B 閾値）を設定しておいても、A 閾値から B 閾値内に入る機器ノイズが生じることもあり得る。このようなことも考慮すると、更に、別のステップを組み込むことが考えられる。

[0059] 例えば、機器ノイズは主にスイッチングノイズであり、そのノイズの継続時間や出力の大きさに規則性がある。一方、放電ノイズの場合は出力の大きさがバラバラであるなど、ノイズの出方は一律ではない。そこで、規則性を確認するステップを組み込むことが考えられる（図 1 8 参照）。なお、放電ノイズに相当する周波数帯域よりも大きな桁の周波数帯のノイズが発生しない環境で使用される場合においては、上限範囲は必ずしも必要ではない。

[0060] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニット 1 は、カウント部 1 2 の検出回数に上限を設けており、上限を超える検出回数が検出された場合に、電磁波に起因するノイズであると判定可能な構成とするのが好ましい

。

[0061] ところで、機器ノイズの大半は、スイッチングノイズであり、一定間隔で出力がなされる。またスイッチングノイズは、電圧、電流によって変化するものではないため、検出回数を積算していくと、時間と積算検出回数の関係は比例状となる。このような傾向は、基本的に、どの周期でも変わらない（図 19 参照）。これに対して、放電ノイズの場合は、放電事象の大小（電流・電圧の大きさ）や放電事象の有無が一定なものではないため、周期ごとに検出回数の増加傾向が異なる（図 20 参照）。

[0062] つまりは、一定時間の検出回数の積算値を複数取得し、それらを比較すれば、そのノイズが機器の動作に起因する機器ノイズであるのか、放電に起因する放電ノイズであるのかを推定することができる。例えば、ノイズが重畳される電圧又は電流の一周期における検出回数の積算値を複数取得し、それらのばらつきが小さい場合は、機器ノイズであると推定し、それらのばらつきが大きい場合は、放電ノイズであると推定することができる。

[0063] また、図 19 及び図 20 に示すことから理解されるように、機器ノイズであった場合には、検出回数の積算値と時間は、略比例関係にあるが、放電ノイズであった場合には、そのようなことはない。より詳しくは、放電ノイズであった場合には、ノイズが重畳される電圧又は電流の一周期における検出回数の積算値を見ると、積算値が急増する時間帯と積算値が停滞する時間帯が存在することが分かる（図 21 参照）。また、積算値が急増する時間帯は一周期に二度存在することが分かる。これは、放電ノイズは、商用周波数のピーク領域付近で検出されるが、0 値時間領域では検出されにくいからである。なお、図 21 に示されることから読み取れるわけではないが、通常、放電の大きさによって、ピーク領域付近におけるノイズの発生時間が変化する。

。

[0064] これらの記載から理解されるように、機器ノイズと放電ノイズでは、ノイズが重畳される電圧又は電流の一定時間における検出回数の積算値の増加傾向が異なる。このため、検出回数の積算値の増加傾向を確認することで、機

器ノイズであるのか放電ノイズであるのかを推定することができる。例えば、ノイズが重畳される電圧又は電流の一周期における検出回数の積算値の伸びをチェックし、積算値が時間に比例する場合は機器ノイズであると推定し、積算値が時間に比例しない場合は放電ノイズであると推定することができる。なお、増加傾向の違いは、ノイズが重畳される電圧又は電流の半周期分チェックするだけでも確認することができる。

[0065] これらの記載から理解されるように、「カウントの積算値のばらつき」と「カウントの積算値の伸びの傾向」のいずれかだけをチェックし、機器ノイズと放電ノイズの推定に役立ててもよいが、双方をチェックし、機器ノイズと放電ノイズの推定に役立ててもよい。このようなことを可能とするためにも、カウント部で計測した検出回数をノイズが重畳される電圧又は電流の周期ごとに取得可能であり、演算処理部は、周期ごとの検出回数の増加推移、周期ごとの検出回数増加のバラつきの少なくとも1つ以上を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無を判定可能である構成とするのが好ましい。

[0066] ここまでは、交流系統の放電事象の検出例を挙げてきたが、直流系統においても放電事象が発生する。直流系統において、配線電路の電圧出力又は電流出力にノイズが重畳すると、検出回数の積算値と時間は略比例関係となる（図22参照）。ただし、機器ノイズが生じている場合よりもかなり検出回数が大きくなり、その積算値も大きくなる。これは、ノイズが常に出力していること、及び、高周波数での出力であることが理由である。その結果、直流系統において放電事象が発生する場合の放電ノイズに対する検出回数は、交流系統における放電ノイズに対する検出回数よりも大きくなる。

[0067] これらの記載から理解されるように、カウント部で取得した検出回数を用いれば、機器ノイズと放電ノイズを区別することだけにとどまらず、放電ノイズが交流放電ノイズであるのか直流放電ノイズであるのかを区別することが可能となる。

[0068] 例えば、検出回数についてA閾値とB閾値を設定し、A閾値未満をA A領

域、A 閾値以上 B 閾値未満を B B 領域、B 閾値以上を C C 領域と設定する。
この場合、検出回数が A A 領域にある場合は機器ノイズであり、B B 領域にある場合は交流放電ノイズであり、C C 領域にある場合はそれ以外のノイズ（直流放電ノイズなど）と判定するようにしてもよい（図 2 3 参照）。なお、検出回数を用いた判定は、検出回数の合計値や、特定の時間（例えば 1 周期）ごとの平均検出回数などを用いて行うようにすればよい。

[0069] また、検出回数が B B 領域にある場合であっても、周期ごとのバラつきがなく、検出回数の伸び方が比例直線状であれば、機器ノイズ、または、直流放電ノイズと判別することもできる。この場合においても、機器ノイズであるか直流放電ノイズは、検出回数の大小により区別すればよい。例えば、A A 領域に近い B B 領域にあるが、周期ごとのバラつきがなく、検出回数の伸び方が比例直線状であれば、機器ノイズと判定するようにすればよい。また、C C 領域に近い B B 領域にあるが、周期ごとのバラつきがなく、検出回数の伸び方が比例直線状であれば、直流放電ノイズと判定するようにすればよい。

[0070] また、検出回数が A A 領域にある場合であっても、更に、周期ごとのバラつきや検出回数の伸び方を見て、機器ノイズか、交流放電ノイズかを判別するようにしてもよい。

[0071] 同様に、検出回数が C C 領域にある場合であっても、更に、周期ごとのバラつきや検出回数の伸び方を見て、交流放電ノイズか直流放電ノイズかを判別するようにしてもよい。

[0072] これらの記載から理解されるように、検出回数の大小だけではなく、検出回数がもたらす他の情報を利用することで、判定結果の精度を高めることができる。また、検出回数がもたらす情報でなくとも、カウント部がカウントする際に付随的に得られる情報を利用することで、判定結果の精度を高めるようにしてもよい。

[0073] カウント部がカウントする際に付随的に得られる情報としては、例えば、ノイズを検出した計測時間を挙げることができる。ここでいうノイズを検出

した計測時間とは、カウントの積算値が増加する傾向にあるタイミングにおける時間である。

[0074] 機器ノイズの場合には、最初の機器の稼働時にのみノイズが生じることもあるし、継続してノイズが生じることもある。これに対して、交流放電ノイズの場合には、放電によるノイズが検出されうる時間と検出されない時間が、一定間隔で生じる。また、直流放電ノイズの場合には、放電によるノイズが検出されない時間が一定間隔で生じることはない。このため、ノイズ計測時間は、ノイズの種類に影響を受けることになる。したがって、ノイズ計測時間について、閾値を設定できるようにするのが好ましい。

[0075] ここで、ノイズの種類と検出回数とノイズ計測時間の関係についての例を説明する。図24では、機器ノイズと、交流放電ノイズと、直流放電ノイズにおける、検出回数とノイズ計測時間の関係についての例を示している。なお、この例では、ノイズ計測期間は5周期（ノイズが重畳される電圧又は電流についての5周期）の間におけるノイズを計測した時間として設定し、そのノイズ計測時間内でカウントされた検出回数をプロットしている。もちろん、基準とする期間は5周期である必要はない。

[0076] また、この例では、上記した条件におけるノイズ計測時間と検出回数のデータを複数取得している（図24参照）そして、得られた複数のデータを用いて、ノイズの種別の判定を行うことができるようにしている。ノイズの種別の判定には、得られた全てのデータを利用する必要はない。ただし、複数のデータを利用することでノイズの種別の判定の精度を高めることができる。例えば、得られたデータが所定回数連続で条件を満たしていたら、該当する種類のノイズが生じていると判定するように設定するのが好ましい。

[0077] 図24の（a）に示す例では、機器ノイズが生じることによって得られたデータを示している。この例では、得られた検出回数は、全て、設定した閾値Aより小さい。また、得られたノイズ計測時間は、全て、設定した閾値Xより小さい。

[0078] 機器ノイズであるか否かの判定は、「得られた検出回数が閾値Aより小

く、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値Xより小さいこと」が所定回数連続で生じるか否かを確認して行うようにすることが好ましい。ただし、「得られた検出回数が閾値Aより小さいこと」と「得られたノイズ計測時間が閾値Xより小さいこと」の何れかが複数回生じたか否かを確認して、機器ノイズであるか否かの判定をするなど、他の条件設定とすることも可能である。

[0079] 図24の(b)に示す例では、交流放電ノイズが生じることによって得られたデータを示している。この例では、得られた検出回数は、全て、設定した閾値Aより大きく閾値Bより小さい。また、得られたノイズ計測時間は、全て、設定した閾値Xより大きく閾値Yより小さい。

[0080] 交流放電ノイズであるか否かの判定は、「得られた検出回数が閾値A以上かつB閾値未満、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値X以上かつ閾値Y未満であること」が所定回数連続で生じるか否かを確認して行うようにすることが好ましい。ただし、「得られた検出回数が閾値A以上、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値X以上かつ閾値Y未満であること」や、「得られた検出回数が閾値A以上かつB閾値未満、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値X以上であること」など、他の条件設定とすることも可能である。

[0081] 図24の(c)に示す例では、直流放電ノイズが生じることによって得られたデータを示している。この例では、得られた検出回数は、全て、設定した閾値Bより大きい。また、得られたノイズ計測時間は、全て、設定した閾値Yより大きい。

[0082] 直流放電ノイズであるか否かの判定は、「得られた検出回数が閾値B以上、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値Y以上であること」が所定回数連続で生じるか否かを確認して行うようにすることが好ましい。ただし、「得られた検出回数が閾値B以上であること」と「得られたノイズ計測時間が閾値Y以上であること」の何れかが複数回生じたか否かを確認して、直流放電ノイズであるか否かの判定をするなど、他の条件設定とすることも可能である。

[0083] 放電ノイズの発生の有無だけを判定するだけであるのならば、「得られた

検出回数が閾値 A 以上、かつ、得られたノイズ計測時間が閾値 X 以上であること」を判定の条件とすることもできる。もちろん、「得られた検出回数が閾値 A 以上、及び、得られたノイズ計測時間が閾値 X 以上であることの何れかが所定の回数連続で生じていること」を判定の条件とすることもできる。

[0084] これらの記載から理解されるように、カウント部で計測した検出回数についての閾値を少なくとも 1 つ以上備えるとともに、カウント部で計測したカウントの計測時間の閾値を少なくとも 1 つ以上備え、演算処理部は、検出回数の閾値及びカウントの計測時間の閾値を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無の判定が可能である構成とするのが好ましい。

[0085] なお、データを複数用いて放電の種別を判定する場合、平均値や中央値を用いて判定をしてもよい。この場合、イレギュラーな計測結果の影響を抑制することができる。

[0086] ところで、放電検出ユニットは火花放電が発する高周波ノイズを検出する。しかし、高周波ノイズは電路の配線長さが長いほど減衰するという特徴がある。このような減衰分を考慮した検出判定とすれば、遠方で放電が生じていても、実際の放電の大きさを推定することができる。また、本発明の放電検出ユニットは、複数の分岐ブレーカ 5 2 を備える分電盤に電氣的に接続することができる。このようにして配電システム 3 を構成することで、建物全体の配電システムを監視することが可能となる。

[0087] このようなことを検討していく中で、放電検出ユニットで検出するノイズは、分岐ブレーカ 5 2 の数に左右される傾向があることが分かった。これは、ノイズが分散してしまい、放電検出ユニットで検出するノイズが分散するからであると考えられる（図 2 5 参照）。放電ノイズが分散してしまうと、カウント部で得られる検出回数に影響が出る。つまり、分岐ブレーカ 5 2 の数（回路の数）が、カウント部で計測される検出回数を左右することが分かった。

[0088] 放電ノイズは、回路数だけでなく距離によってもノイズ自体が減衰するが、分岐ブレーカ 5 2 の数、検出回数、推定距離に関係性があることが分かつ

た（図 2 6 参照）。このように、経験値などから、分岐ブレーカ 5 2 の数、検出回数、推定距離の関係を導き出せば、その関係性を利用して放電ノイズが発生した箇所と放電検出の距離を推定することができる（図 2 7 参照）。

[0089] 図 2 7 に示す例では、カウント部での検出回数が 6 0 0 であり、分岐ブレーカ 5 2 の数が 2 5 であった場合の例である。分岐ブレーカ 5 2 の数から一点鎖線が表す情報と照らし合わせればよいことが分かり、一点鎖線が表す情報における検出回数が 6 0 0 である部分は、推定距離が 3 0 m であると推定できる部分であることが分かる。このようにして、放電検出ユニットと放電事象の発生箇所の距離が 3 0 m であるという推定ができることになる。

[0090] このようなことが可能となるため、分岐ブレーカ 5 2 の数、カウント部の検出回数によって、放電事象の発生箇所を推定する発生箇所推定部を備える構成とすることが好ましい。

[0091] また、このような発生箇所推定部を機能させるためには、分岐ブレーカ 5 2 の数についての情報が必要となる。分岐ブレーカ 5 2 の数については、利用者などが直接入力するようにしてもよいし、何らかの情報から導き出せるようにしてもよい。前者の場合、分岐ブレーカ 5 2 の数についての情報について入力可能な開閉器入力部を用意すればよい。また、後者の場合、分岐ブレーカ 5 2 の数についての情報を演算により導き出すことが可能な開閉器推定部を用意すればよい。

[0092] 開閉器入力部は、例えば、放電検出ユニットの表面に形成したディップスイッチなどである。また、開閉器推定部は、例えば、分岐ブレーカ 5 2 の定格電流、主幹開閉器の定格電流などの情報を集約し、分岐ブレーカ 5 2 の数を推定できるように演算できる部分とすればよい。

[0093] これらの記載から理解されるように、放電検出ユニットが複数の分岐ブレーカ 5 2 と電気的に接続されている配電システム 3 であって、検出回数と放電事象発生箇所の関係性が分岐ブレーカ 5 2 の数と対応するように記憶されており、分岐ブレーカ 5 2 の数に関する情報を入力する開閉器入力部、または、分岐ブレーカ 5 2 の数を推定する開閉器推定部を備え、入力または推定

された分岐ブレーカ52の数と、カウント部により計測した検出回数と、を用いて、放電事象の発生箇所を推定可能な発生箇所推定部を備えた配電システム3とするのが好ましい。

[0094] ところで、積算値を得るために各々のタイミングで得られる検出回数を見ていくと、検出回数にばらつきがあることが分かる。例えば、ノイズが重畳される電圧又は電流の一周期における積算値で見ると図20に示すようになる場合であっても、その間の単位時間当たりの検出回数でみると、図28に示すようになった。また、このような検出回数と放電に含まれる周波数（ただし、高周波数のみ）に関するデータを集めると、このような検出回数と放電に含まれる周波数には関係性があることが分かった。より詳しくは、図29に示すことから理解されるようにこのような検出回数と放電に含まれる周波数に略比例関係があることが分かった。

[0095] この関係性を利用すると、カウント部で計測される検出回数から放電事象で生じるノイズの周波数を推定することができる。例えば、支配的となる周波数や最大周波数を推定することができる。

[0096] ここで、図29に示す情報が経験値から得られた場合に、その情報を用いて、周波数を特定する例について説明をする。例えば、特定の継続時間帯の検出回数が約90回の場合、周波数成分はC（Hz）であると推定することができる。このようなことをすると、図28に示す図は、図30に示すように書き換えることができる。なお、図28に示す例では縦軸が検出回数であり、横軸が時間であるのに対して、図30に示す例では縦軸が周波数であり、横軸が時間である。

[0097] 図30に示すことから、支配的な周波数帯や最大周波数を把握することができる。なお、周波数帯を特定することができれば、ノイズが家電などの機器に由来するものであるのか、放電事象に由来するものであるかを推定することができる。

[0098] このようなことを可能とするためにも、周波数の推定に用いられる周波数推定部を備えるようにするのが好ましい。より詳しくは、検出回数と周波数

の関係性が記憶されており、カウント部により計測した検出回数を用いて放電事象の周波数を特定することが可能な周波数推定部を備えた構成とするのが好ましい。なお、周波数推定部は、支配的となる周波数や最大周波数の推定をすることができるものであることが好ましい。

[0099] なお、図30に示す例では、山が二つあるようにデータが分布しているが、これは、正弦波の一周期にピークが二回出るからである。この例ではプラス側のピークの時間帯（初めの山の時間帯）もマイナス側のピークの時間帯（二番目の山の時間帯）も、同様な周波数の分布となっているが、そのようにならない場合もあり得る。この場合、数値が大きい方の周波数帯のデータを利用して放電事象の判定をするのが好ましい。

[0100] ところで、放電事象によるノイズは、放電事象が発生した箇所とノイズの計測が行われている箇所の距離に応じて減衰する。この減衰の仕方は周波数帯ごとに異なる。ただし、周波数が特定されれば、「放電事象が発生した箇所とノイズの計測が行われている箇所の距離」と「減衰率」の関係は、経験則から、導き出すことができる（図31参照）。

[0101] このため、「放電事象が発生した箇所とノイズの計測が行われている箇所の距離」と「周波数」とが分かれば、減衰率は推定することができる（図32参照）。減衰率が推定できれば、放電検出ユニットからやや離れた箇所でも危険性の高い放電が生じている場合であっても、察知し得る。

[0102] 一方、先に記したように検出回数を分析することなどで、「放電事象が発生した箇所とノイズの計測が行われている箇所の距離」と「周波数」は推定することができる（図26及び図29参照）。なお、図20～図22、図24、図26～図32は、検出回数と周波数の関係、検出回数と推定距離の関係性などを表した図である。これは例示にすぎず、検出回数、周波数、推定距離の数値は異なるものであっても良いものである。

[0103] このようなことを可能とするために、図33に示す例では、第二演算処理部21を備えるようにしている。図33に示す第二演算処理部21には、開閉器推定部又は開閉器入力部備えている。また、この第二演算処理部21に

は、発生箇所推定部と周波数推定部と減衰率特定部も備えている。

[0104] 開閉器推定部や開閉器入力部や発生箇所推定部や周波数推定部や減衰率特定部は、第二演算処理部 2 1 に備えるように構成する必要はない。例えば、それらの一部または全部を放電検出ユニットとは別の場所に設けるようにしてもよい。

[0105] これらの記載から理解されるように、配電システム 3 は、周波数ごとに、発生距離と減衰率の関係性が記憶されており、発生箇所推定部と、周波数推定部で推定した発生距離と周波数推定部から、放電ノイズの減衰率を特定可能な減衰率特定部を備えた構成とするのが好ましい。

[0106] 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、判定ロジックの順番の一部を入れ替えたり、一部を削除したり、新たに追加したりすることも可能である。

符号の説明

[0107] 1 放電検出ユニット
6 電路
8 負荷
1 1 フィルタ部
1 2 カウント部
1 3 演算処理部
1 4 設定部
5 2 分岐ブレーカ

請求の範囲

- [請求項1] 負荷が接続される電路に電氣的に接続されることで、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を検出可能な放電検出ユニットであって、
- 電路の電圧又は電流に重畳される所定の周波数以下のノイズをカットすることで、商用周波数及び低周波帯域のノイズを通過させず、通過させた高周波帯域のノイズの波形を出力することを可能とするフィルタ部と、
- フィルタ部を通過した波形から所定時間における波形の検出回数を計算可能なカウント部と、
- カウント部で計算された検出回数を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無を判定可能な演算処理部と、
- を備えた放電検出ユニット。
- [請求項2] 負荷に起因する機器ノイズと、電路における放電ノイズの何れか一方が発生している場合に、カウント部で得られた検出回数を用いて、どちらが発生しているかを判定可能な請求項1に記載の放電検出ユニット。
- [請求項3] カウント部で波形の検出回数を計算する時間を設定可能とする設定部を備えた請求項2に記載の放電検出ユニット。
- [請求項4] 検出回数の判定を複数回行い、所定の回数連続して検出回数が設定より多いと確認できた場合に、放電事象に起因するノイズが生じていると判定可能な請求項3に記載の放電検出ユニット。
- [請求項5] 一周期以上である長期間でのノイズの発現の規則性又は一周期以上である長期間での出力の規則性と、長期間よりも短い期間である短周期でのカウント部の検出回数と、の双方を用いて放電事象の原因を特定可能な請求項1から4のいずれかに記載の放電検出ユニット。
- [請求項6] カウント部の検出回数に上限を設けており、上限を超える検出回数が検出された場合に、電磁波に起因するノイズであると判定可能な請

求項 1 に記載の放電検出ユニット。

[請求項7] カウント部で計測した検出回数をノイズが重畳される電圧又は電流の周期ごとに取得可能であり、

演算処理部は、周期ごとの検出回数の増加推移、周期ごとの検出回数増加のバラつきの少なくとも 1 つ以上を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無を判定可能である請求項 1 に記載の放電検出ユニット。

[請求項8] カウント部で計測した検出回数についての閾値を少なくとも 1 つ以上備えるとともに、カウント部で計測したカウントの計測時間の閾値を少なくとも 1 つ以上備え、

演算処理部は、検出回数の閾値及びカウントの計測時間の閾値を用いて、電路における放電に起因するノイズの有無の判定が可能である請求項 1 に記載の放電検出ユニット。

[請求項9] 請求項 1 に記載の放電検出ユニットが複数の分岐ブレーカと電氣的に接続されている配電システムであって、

検出回数と放電事象発生箇所の関係性が分岐ブレーカの数と対応するように記憶されており、

分岐ブレーカの数に関する情報を入力する開閉器入力部、または、分岐ブレーカの数进行推定する開閉器推定部を備え、

入力または推定された分岐ブレーカ数と、カウント部により計測した検出回数と、を用いて、放電事象の発生箇所を推定可能な発生箇所推定部を備えた配電システム。

[請求項10] 検出回数と周波数の関係性が記憶されており、

カウント部により計測した検出回数を用いて放電事象の周波数を特定することが可能な周波数推定部を備えた請求項 9 に記載の配電システム。

[請求項11] 周波数ごとに、放電検出ユニットと放電事象の発生箇所との距離と減衰率の関係性が記憶されており、

発生箇所推定部と、周波数推定部で推定した発生距離と周波数推定部から、放電ノイズの減衰率を特定可能な減衰率特定部を備えた請求項 10 に記載の配電システム。