

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-261202

(P2009-261202A)

(43) 公開日 平成21年11月5日 (2009.11.5)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H02H	5/00	(2006.01)	H02H	5/00	H
H02H	3/00	(2006.01)	H02H	3/00	N

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2008-119153 (P2008-119153)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成20年4月30日 (2008. 4. 30)		J F E スチール株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-78940 (P2008-78940)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(32) 優先日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)	(74) 代理人	100058479
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

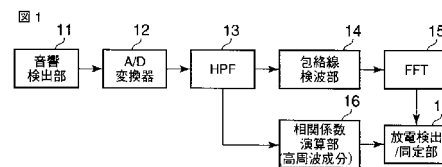
(54) 【発明の名称】 放電検出／同定装置

(57) 【要約】

【課題】誤診断することなく確実に放電音を検出すること。

【解決手段】放電が発生した時に生じる音響を検出するための音響検出部 11 と、周辺ノイズを除去するために前記音響検出部の検出信号から高周波成分を抽出するハイパスフィルタ 12 と、放電音の強弱成分を抽出するためにノイズ除去後の信号を包絡線検波する包絡線検波部 14 と、前記抽出された高周波成分の信号と、当該高周波成分の信号に対して電源周波数の 1 周期遅れた信号との相関係数を演算する相関係数演算部 16 と、前期強弱成分中での前記電源周波数の 2 倍周波数成分と、前記相関係数とから前記放電音を検出する放電検出／同定部 17 とを具備する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放電が発生した時に生じる音響を検出するための音響検出部と、
周辺ノイズを除去するために前記音響検出部の検出信号から高周波成分を抽出するノイズ除去部と、

放電音の強弱成分を抽出するためにノイズ除去後の信号を包絡線検波する強弱成分抽出部と、

前記抽出された高周波成分の信号と、当該高周波成分の信号に対して電源周波数の 1 周期遅れた信号との相関係数を演算する相関係数演算部と、

前期強弱成分中での前記電源周波数の 2 倍周波数成分と、前記相関係数とから前記放電音を検出する検出部と

を具備することを特徴とする放電検出 / 同定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば稼働中の電力設備で発生する放電を検出するための放電検出 / 同定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

工場変電設備は複数の設備に電力を供給するため、高い信頼性が要求されるが、一方で頻繁な停電保全が難しく、無停電で診断できるオンライン診断技術へ期待が寄せられている。特に、充電中に内部を容易に覗くことの出来ない配電盤や遮断器等を簡易に診断できる技術は、これまで有効な技術がなく開発課題になっている。

【0003】

従来、特許文献 1 には、稼働中の電力設備のコロナ放電による絶縁劣化等の異常を音響により検出する装置が開示されている。この装置は、部分放電で生じる超音波を検出し、放電音のゆらぎ成分を計算するため包絡線検波後、周波数スペクトルを算出し、電源周波数の 2 倍の成分を多く含んでいる場合に放電と判定する事で、S / N 比を向上させた特徴を持っていた。

【特許文献 1】特許第 3 3 4 7 8 0 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところが、電磁振動で生じる音響（磁歪音、金属の摩擦音）に、部分放電と同じように電源周波数の 2 倍のゆらぎ成分を持つ音響があり、従来の装置では、部分放電と電磁振動音との弁別ができず、誤診断する場合があった。

【0005】

本発明の目的は、誤診断することなく確実に放電音を検出することが可能な放電検出 / 同定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の一例に係わる放電検出装置は、放電が発生した時に生じる音響を検出するための音響検出部と、周辺ノイズを除去するために前記音響検出部の検出信号から高周波成分を抽出するノイズ除去部と、放電音の強弱成分を抽出するためにノイズ除去後の信号を整流によって包絡線検波する強弱成分抽出部と、前記抽出された高周波成分の信号と、当該高周波成分の信号に対して電源周波数の 1 周期遅れた信号との相関係数を演算する相関係数演算部と、前期強弱成分中での前記電源周波数の 2 倍周波数成分と、前記相関係数とから前記放電音を検出 / 同定する検出 / 同定部とを具備することを特徴とする。

【発明の効果】**【0007】**

10

20

30

40

50

本発明によれば、誤診断することなく確実に放電音を検出することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【0009】

図1は本発明の一実施形態に係る放電検出／同定装置の構成を示すブロック図である。

放電検出／同定装置は、音響検出部11、A/D変換器12、ハイパスフィルタ13、包絡線検波部14、高速フーリエ変換器(FFT)15、相関係数演算部16、および放電検出／同定部17等を有する。これらの機器は、可搬が容易な寸法に一体的に組み立てられ、電気保全員が現場に持ち運んで測定できるように構成される。

10

【0010】

音響検出部11は、放電による音響を検出するために設けられ、指向性の強い超音波マイクロフォンなどで構成される。A/D変換器12は、音響検出部11で集音されたアナログの音響信号をデジタル信号に変換する。ハイパスフィルタ13は、FIRデジタルフィルタ(カットオフ周波数10kHz、阻止帯減衰量45dB)によって構成され、10kHz以上の高周波成分の信号だけを抽出する。包絡線検波部14は、ダイオードによる検波部と、FIRデジタルフィルタ(カットオフ周波数300Hz)とによって構成され、ダイオードによる片側検波後、FIRデジタルフィルタによって300Hz以下の音域だけを抽出し、高周波成分の強弱成分を抽出する。高速フーリエ変換器15は、放電音の強弱成分の周波数成分を求める。相関係数演算部16は、ハイパスフィルタ13によって抽出された高周波成分の信号と、高周波成分の信号に対して電源周波数(60Hz)の1周期遅れた信号との相関係数 r を演算する。放電検出／同定部17は、高周波成分の周波数成分から電源周波数(60Hz)の2倍周波数成分(120Hz)の含有率と相関係数 r とから集音された音響信号に放電音が含まれるか否かを判別する。

20

【0011】

次に、このように構成された本発明の放電検出／同定装置の動作について説明する。まず、音響検出部1によって例えば図2に示すような波形の放電音を採取する。

【0012】

この音響検出部1で採取された音響信号は、ハイパスフィルタ13を通過してノイズが除去され、高周波成分の信号が包絡線検波部14に出力される。包絡線検波部14に出力される信号の例を図3に示す。ここで、ハイパスフィルタ13でのノイズ除去の機能について説明すると、通常、放電で生じる音響は10kHz以上の高い周波数で広い周波数帯域にわたって存在するが、一般の変電設備の環境音は大半が10kHz以下の周波数成分であるため、ハイパスフィルタ13で容易に放電音だけ抽出することができるのである。

30

【0013】

図3から分かるように、抽出した波形は、高い周波数成分を持った音響が、周期性を持って強弱を繰り返している。ここで、図3の波形を $f(t)$ とし、高周波成分を持った音響を $P(t)$ 、周期性を持った強弱のゆらぎを $A(t)$ とすると、 $f(t)$ は、 $P(t)$ が $A(t)$ の周期で一種の振幅変調を受けていると考え次のように表すことができる。

40

【0014】

$$f(t) = A(t) \times P(t) \quad \dots (1)$$

そして、高周波成分の信号を包絡線検波部14によって包絡線検波することで、包絡線(ゆらぎ成分)を求め、元の波形 $f(t)$ から $A(t)$ を除すことで、高周波成分を持った音響 $P(t)$ を抽出する。図4、図5に各波形の時系列変化ならびに周波数スペクトルを示す。図4は、ゆらぎ成分 $A(t)$ の波形を示し、図5は高周波成分の波形 $P(t)$ を示す。

【0015】

さらに、高速フーリエ変換器15では、FFT(高速フーリエ変換)処理により包絡線検波後の信号($A(t)$)の周波数成分を演算する。図6は包絡線検波後のボイド放電の波形を示したものであるが、電源周波数(60Hz)の2倍周波数成分である120Hzの

50

安定した波形となることがわかる。

【 0 0 1 6 】

A (t) が電源周波数の 2 倍の周波数を主体にした波形であることは、交流に於ける気中放電は、印加された電圧が空気の絶縁破壊電圧を越えた時に生じ、電圧の降下と共に一旦消滅し、極性を転じて再び生じる。従って 1 サイクルに 2 回の放電が ON/OFF するため放電音は電源周波数の 2 倍の周波数で強弱するものと考えられる。

【 0 0 1 7 】

次に、相関係数演算部 1 6 では、(2) 式を演算して、ハイパスフィルタ通過後の波形 f (t) と、f (t) を電源周波数の 1 周期 (T) 分だけ遅らせた波形 f (t+T) との相関係数 r を求める。

10

【 数 1 】

$$r = \frac{\sum (a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})}{\sqrt{\sum (a_i - \bar{a})^2 \sum (b_i - \bar{b})^2}} \quad \dots (2)$$

ここで a : f (t)

b : f (t+T)

T : 電源周期

【 0 0 1 8 】

20

放電は、電源電圧の波高値付近で生じるものの、個々の放電の発生は、電界と気圧に影響されランダムに発生するため、1 周期遅らせた波形と、元の波形を比較した場合、相関係数は小さくなる。一方、電磁振動による音響は、電磁力に依存するため放電に比較し安定しており、高い相関となる。図 7 (A) に針 - 針放電の f (t) と f (t+T) との相関図を示し、図 7 (B) にテレメータの電磁振動で生じる音響の f (t) と f (t+T) との相関図を示す。図 7 から分かるように、電磁振動の音響の 1 周期遅れの相関係数は、放電音の 1 周期遅れの相関係数より高い。

【 0 0 1 9 】

そして、放電検出 / 同定部 1 7 は、高速フーリエ変換器 1 5 によって演算された高周波の周波数成分から電源周波数の 2 倍成分の含有率を演算する。放電検出 / 同定部 1 7 は、演算された含有率が一定値より大きく、且つ相関係数演算部 1 6 で演算された相関係数 r が小さい場合に、集音した音響信号中に放電音が含まれていると判断する。

30

【 0 0 2 0 】

図 8 に、放電音を含む音響信号と電磁振動で生じる音響を含む音響信号とから得られた電源周波数の 2 倍成分の含有率と相関係数 r をプロットしたものを示す。図 8 に示すように、含有率が 3 % より大きく、且つ相関係数 r が 0 . 1 より小さい場合に、放電が生じていることが分かる。

【 0 0 2 1 】

従って、放電検出 / 同定部 1 7 は、電源周波数の 2 倍成分の含有率が 3 % 以上より大きく、生波形の 1 周期遅れの相関係数が 0 . 1 より小さい場合に、放電音と同定する。なお、これらの値は発明者の実験によって得られたものであるが、これらの値に限定されるものではない。

40

【 0 0 2 2 】

本装置によって、電磁振動で生じる音響 (磁歪音、金属の摩擦音) を放電音として誤って検出することが無く、確実に放電音のみを検出することが出来る。

【 0 0 2 3 】

なお、本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形

50

態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態に係わる放電検出／同定装置の構成を示すブロック図。

【図2】図1に示す音響検出部によって採取される音の波形を示す図。

【図3】ハイパスフィルタから出力される信号の波形を示す図。

【図4】ゆらぎ成分 $A(t)$ の波形を示す図。

【図5】高周波成分の波形 $P(t)$ を示す図。

【図6】包絡線検波後の放電の波形を示す図。

【図7】針 - 針放電の $f(t)$ と $f(t+T)$ との相関と、電磁振動で生じる音響の $f(t)$ と $f(t+T)$ との相関を示す図。 10

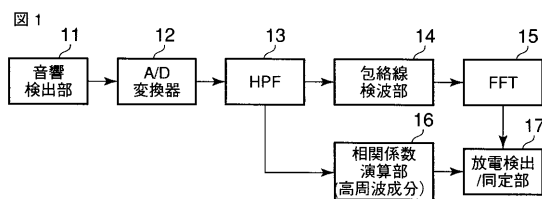
【図8】放電音を含む音響信号と電磁振動で生じる音響を含む音響信号とから得られた電源周波数の2倍成分の含有率と相関関数 r とを示す図。

【符号の説明】

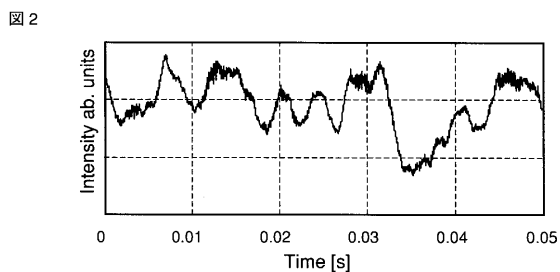
【0025】

11 ... 音響検出部, 12 ... A/D変換器, 13 ... ハイパスフィルタ, 14 ... 包絡線検波部, 15 ... 高速フーリエ変換器, 16 ... 相関係数演算部, 17 ... 放電検出／同定部。

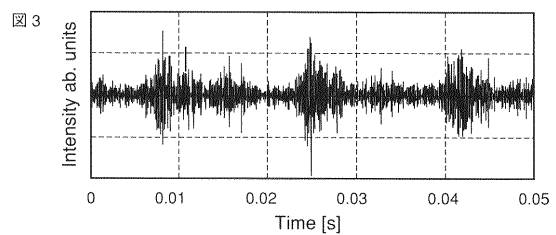
【図1】



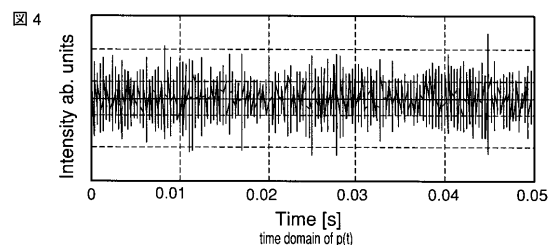
【図2】



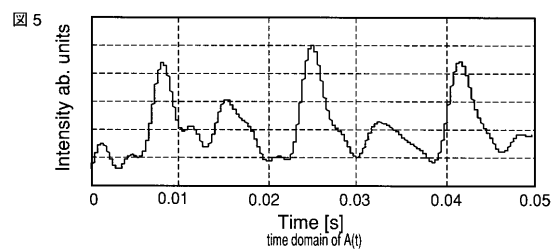
【図3】



【図4】

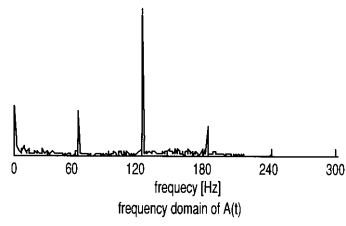


【図5】



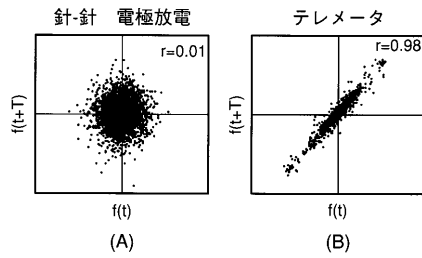
【 図 6 】

図 6



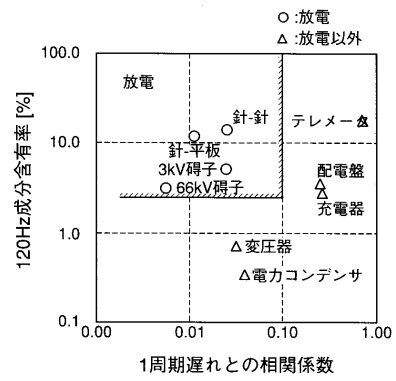
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8



フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克

(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也

(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次

(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元

(72)発明者 末長 清佳
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内