

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3552917号
(P3552917)

(45) 発行日 平成16年8月11日(2004.8.11)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO 1 R 31/08

GO 1 R 31/08

GO 1 R 31/02

GO 1 R 31/02

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平10-228266	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成10年8月12日(1998.8.12)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2000-55972(P2000-55972A)		東京都江東区木場1丁目5番1号
(43) 公開日	平成12年2月25日(2000.2.25)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成14年6月10日(2002.6.10)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100068342
			弁理士 三好 保男
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力ケーブル線路事故点検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力ケーブル線路の事故時に発生したサージを、前記電力ケーブル線路の少なくとも両端末に取り付けたサージ電流検出センサで検出し、その検出時間差から事故点を標定する事故点検出方法において、

前記端末が開放されている場合は、前記端末のサージ電流検出センサを前記電力ケーブル線路終端接続部より内側のサージ伝搬速度 $V \times$ 波頭長 $\times 2$ 、且つサージ伝搬速度 V が $1.6 \sim 1.7 \times 10^4$ km/sec で求められる位置に設置することを特徴とする電力ケーブル線路事故点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力ケーブルに地絡等の事故が発生した際に、事故点を標定する電力ケーブル線路の事故点検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電力ケーブルが絶縁破壊等の事故が発生すると、事故点から急峻な立ち上がりを持つサージ波形と呼ばれる進行波が、導体とシース間を伝搬してゆく。このサージ波形、すなわち事故サージ導体電流は、ケーブルの構造と材料から決まる速度で伝搬するので、ケーブルの両端で事故サージ導体電流の到達した時刻を観測し比較すれば、事故点を標定すること

ができることが知られている。

【 0 0 0 3 】

従来、上記事故サージ導体電流の検出を電力ケーブル終端接続部で実施している（図 6 参照）。

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら上述の従来の電力ケーブルの両端終端接続部で事故サージ電流を検出する方法は、両側終端部に負荷または電源系が接続されている場合には問題がないが、線路運用開始時および線路停止後の再運転時等の試充電期間においては、発生する事故サージ電流または雷サージ・開閉サージ電流は、片側終端部が開放されているため、反射の影響を受けて検出することが困難である。

10

【 0 0 0 5 】

一般に一樣な電力ケーブル線路の任意の点 X , 任意の時間 t における電流、電圧をそれぞれ i , e とすると、正方向に進むサージ波 i_1 , e_1 、負方向に進むサージ波 i_2 , e_2 の関係は、

$$i = i_1 + i_2 , e = e_1 + e_2 \quad \dots\dots (1)$$

$$e_1 = Z i_1 , e_2 = Z i_2 \quad \dots\dots (2)$$

ここで Z は線路のサージインピーダンスとなる。

【 0 0 0 6 】

開放端では電流は常に 0 となるから、正方向と負方向の進行波の和は 0 となる必要がある。

20

【 0 0 0 7 】

【 数 1 】

$$(1) , (2) \text{ 式より } i_1 + i_2 = 0 \quad i_2 = - i_1 \quad \dots (3)$$

即ち、開放端では進行波と反射波の位相が逆転するため、電流値が相殺されてしまい、測定することが困難になる。

【 0 0 0 8 】

【 課題を解決するための手段 】

上述の問題点を解決するための本発明の電力ケーブル線路事故点検出方法は、電力ケーブル線路の事故時に発生したサージを、前記電力ケーブル線路の少なくとも両端末に取り付けたサージ電流検出センサで検出し、その検出時間差から事故点を標定する事故点検出方法において、前記端末が開放されている場合は、前記端末のサージ電流検出センサを前記電力ケーブル線路終端接続部より内側のサージ伝搬速度 $V \times$ 波頭長 $\times 2$ 、且つサージ伝搬速度 V が $1.6 \sim 1.7 \times 10^4$ km / sec で求められる位置に設置することを特徴とする。

30

【 0 0 1 1 】

上記の構成、すなわちサージ電流検出センサを、終端部よりサージ伝搬速度 $V \times$ 波頭長 $\times 2$ 、且つサージ伝搬速度 V が $1.6 \sim 1.7 \times 10^4$ km / sec で求められる位置に設置することにより、開放端部でのサージ電流の反射による電流値の相殺の影響を除去することができる。

40

【 0 0 1 2 】

【 発明の実施の形態 】

本発明を図示の実施形態に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の電力ケーブル事故点検出方法を実現する一実施形態の構成図である。電力ケーブル線路 1 の両端の終端接続部 A および B から内側の最初の中間接続部 3 a および 3 b にはサージ電流検出センサ 5 a , 5 b が設けられ、サージ電流検出センサ 5 a , 5 b の出力は光ファイバ 7 を介して親局の事故点標定装置 9 に接続されている。

【 0 0 1 3 】

電力ケーブル線路 1 の事故点 X に地絡等の事故が発生した場合に、事故点 X で発生するサ

50

ージ電流波形をサージ電流検出センサ 5 a , 5 b で検出し、その波形の立ち上がり点が到達した時刻をそれぞれ求める。そして、これらの観測された時刻を比較することにより電力ケーブル線路 1 の事故点 X を標定する。

【 0 0 1 4 】

サージ電流検出センサ 5 a , 5 b にサージ電流波形が到達した時刻の時間差を t , ケーブル線路の長さ (両検出センサ間の長さ) を L , サージ波形の伝搬速度を V とすれば、サージ電流検出センサ (5 a , 5 b) から事故点 X までの距離 Lx は次の式で示される。

【 0 0 1 5 】

$$Lx = (L - v \cdot t) / 2$$

図 2 は本発明の他の実施形態の構成図である。電力ケーブル線路 1 1 の両端の終端接続部 A および B から内側の最初のシースインタラプタ取付け部 1 3 a および 1 3 b にはサージ電流検出センサ 1 5 a , 1 5 b が設けられ、サージ電流検出センサ 1 5 a , 1 5 b の出力は光ファイバ 1 7 を通して事故点標定装置に接続されている。

10

【 0 0 1 6 】

シースインタラプタは、電力ケーブルの中間接続部を極力少なくする目的で出来るだけ長い条長の電力ケーブルを布設した場合、シース電位が大きくなり過ぎるのを防止するために 5 0 0 m 位間隔でケーブル部の遮蔽層を縁切り構造とし、クロスボンド、あるいは接地をするものである。

【 0 0 1 7 】

本発明の目的のために、電力ケーブル線路の終端から、例えば 3 0 0 m 程度離れた位置のケーブル部の遮蔽層を縁切り構造として、サージ電流検出センサを取付けてもよい。その場合、サージ電流検出センサ取付け後、縁切りした遮蔽層間はボンド線で短絡しておく必要がある。

20

【 0 0 1 8 】

次に、本発明の作用について説明する。

【 0 0 1 9 】

電力ケーブル中のサージ伝播速度 $V = c / \epsilon$ から求められる。ここで、 c は光速、 ϵ はケーブル絶縁体の誘電率である。

【 0 0 2 0 】

電力ケーブルのサージ伝搬速度 V は $1.6 \sim 1.7 \times 10^4$ km / sec 程度である。例えば、波頭長 $1 \mu sec$ のサージ波形が時間 $1 \mu sec$ で $1.6 \times 10^4 \times 10^{-6} = 0.16$ km 伝搬することになる。波頭長は + 数 μsec に及ぶときもある。

30

【 0 0 2 1 】

電力ケーブル線路の終端が開放端である場合には、図 3 に示すように、サージ電流は開放端における反射により打ち消されるため、開放端近傍ではサージ電流の検出はむづかしくなる。

【 0 0 2 2 】

そこで、上記の波頭長 $1 \mu sec$ のサージ波形の伝搬でいえば、開放端から $160 m \times 2 = 320 m$ 以上離れた処にサージ電流検出センサを設置すれば、開放端での反射の影響を受けないことになる。

40

【 0 0 2 3 】

なお、上述したように、電力ケーブル線路のサージ電流検出センサ設置区間内での事故点の標定はできるが、線路終端からサージ電流検出センサ設置個所との間、つまりサージ電流検出センサ設置区間外での事故点の標定はできない。しかし、事故点がセンサ設置区間外であることの識別は可能である。図 4 にその様子を示す。

【 0 0 2 4 】

事故点が区間内にあるときは、図 4 (イ) に示すように、各サージ電流検出センサ S_1 , S_2 に流れるサージ電流は互いに逆極性となり、これに対して、図 4 (ロ) に示すように、事故点が区間外にあるときは、各サージ電流検出センサ S_1 , S_2 に流れるサージ電流は同極性となる。従って、両サージ電流検出センサに流れるサージ電流の極性が同極性の

50

場合は、事故点が区間外であり、極性が逆極性の場合は事故点が区間内であることが判別できる。

【0025】

次に、実線路における開放端でのサージ電流測定例について説明する。

【0026】

実線路は、275KV CAZVケーブル1400mm² 6.8kmである。サージ電流の測定は線路電源側端から開閉サージを与え、線路終端の開放端でそのサージ電流を測定したものである。図5(イ)は電源側端のサージ電流波形を示し、図5(ロ)は線路終端(開放端)のサージ電流波形を示す。

【0027】

実験では開放端での反射により、サージ電流が打ち消されるため、開放端近傍ではトリガレベルに達するサージは検出されなかった。

【0028】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の電力ケーブル線路事故点検出方法は、サージ電流検出部が終端開放部より離れた位置にあるため、終端部での反射の影響を受けない。

【0029】

従って、従来検出が困難であった線路試充電期間等の片端開放時の場合の事故についても事故点標定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す構成図。

【図2】本発明の他の実施形態を示す構成図。

【図3】本発明に係る開放端におけるサージ電流進行波の反射を説明する波形図。

【図4】事故点が区間内(イ)、区間外(ロ)にあるときのサージ電流検出センサの検出する波形を示す。

【図5】実線路における実験例を示すもので、(イ)は実線路の電源側端のサージ電流検出センサの検出したサージ波形、(ロ)は実線路終端の開放端のサージ電流検出センサの検出したサージ波形を示す。

【図6】従来の電力ケーブル線路事故点検出方式を示す構成図。

【符号の説明】

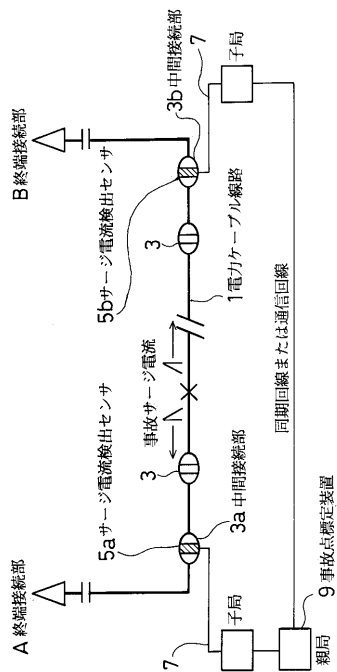
- 1, 11 電力ケーブル線路
- 3 中間接続部
- 5, 15 サージ電流検出センサ
- 7, 17 光ケーブル
- 9 事故点標定装置

10

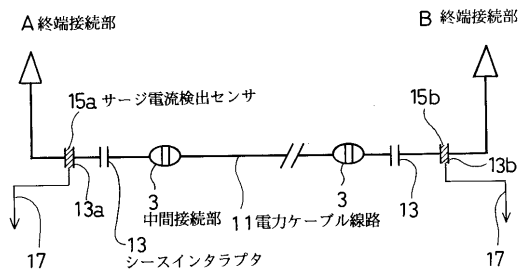
20

30

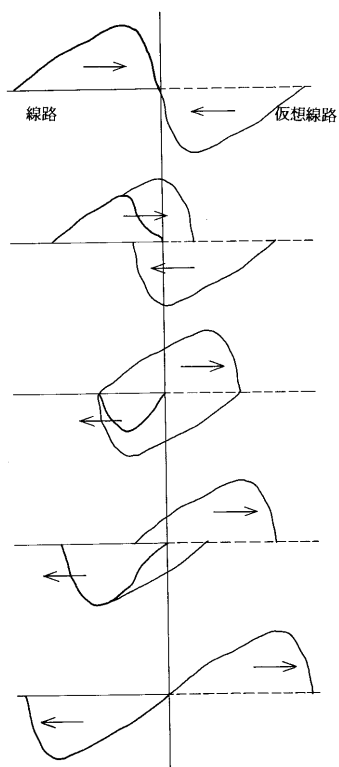
【 図 1 】



【 図 2 】

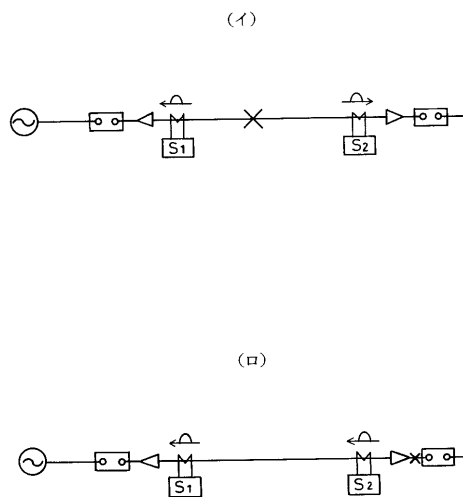


【 図 3 】

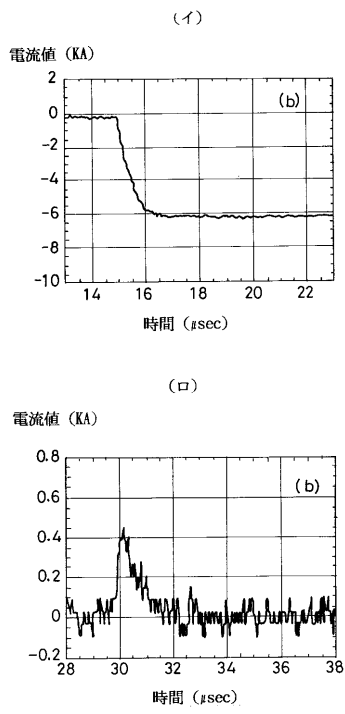


開放端におけるサージ電流進行波の反射

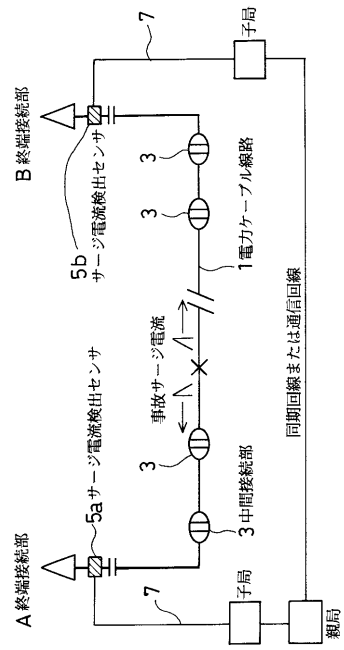
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 天野 一夫
東京都江東区木場1 - 5 - 1 株式会社フジクラ内
- (72)発明者 三浦 功
東京都江東区木場1 - 5 - 1 株式会社フジクラ内

審査官 武田 知晋

- (56)参考文献 特開平06 - 058979 (JP, A)
特開平08 - 015363 (JP, A)
特開平07 - 083989 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01R 31/02-31/11