

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4945472号
(P4945472)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl. F I
 HO2H 9/06 (2006.01) HO2H 9/06
 HO2H 9/04 (2006.01) HO2H 9/04 A

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-26457 (P2008-26457)	(73) 特許権者	000242644 北陸電力株式会社 富山県富山市牛島町15番1号
(22) 出願日	平成20年2月6日(2008.2.6)	(74) 代理人	100090206 弁理士 官田 信道
(62) 分割の表示	特願2003-52785 (P2003-52785) の分割	(74) 代理人	100154760 弁理士 山川 正男
原出願日	平成15年2月28日(2003.2.28)	(72) 発明者	杉本 仁志 富山県富山市牛島町15番1号 北陸電力 株式会社内
(65) 公開番号	特開2008-148555 (P2008-148555A)	(72) 発明者	浅岡 由伸 富山県富山市牛島町15番1号 北陸電力 株式会社内
(43) 公開日	平成20年6月26日(2008.6.26)		
審査請求日	平成20年2月8日(2008.2.8)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単相配電線路の雷断線防護方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けがその全て又は一部について省略された三相配電線路から、当該避雷装置の取り付けが全て又は一部について省略された相を含む二相を引き出してなる単相配電線路の全て又は一部の電柱について、前記避雷装置の取り付けが全て又は一部について省略された相から延長された相の避雷装置のみを省略する単相配電線路の雷被害防護方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、単相配電線路において避雷装置を一相省略しての雷被害防護方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

今日、配電線路における雷被害の多くは、直撃雷や誘導雷により発生する雷過電圧により高圧がいし等の絶縁が破壊されることに因り発生しており、こういった雷被害への対策として、避雷装置(雷過電圧を抑制して絶縁破壊を回避する)JEC-203-1978「避雷器」やJEC-217-1984「酸化亜鉛形避雷器」に準拠した避雷器、及び雷過電圧の抑制を目的とした機材で酸化亜鉛素子に代表される避雷素子を用いたもの)を取り

付ける方法が従来から採られている。

【0003】

また、前記線路の雷被害のうち、雷過電圧の絶縁破壊が二相以上で起こることによって異相地絡短絡となり、商用周波の続流により高圧電線の断線等の被害を被る場合がある。一般的に、雷による絶縁破壊を完全に防止するには、全ての電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付ける必要がある（例えば、単相配電線路では二つの相全てに避雷装置を取り付ける）が、特に単相配電線路においては、当該単相を構成する片側の一相に避雷装置を取り付けてのみであっても異相地絡短絡を防止することが出来る場合がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら、三相配電線路であっても、前記単相配電線路の考え方にに基づき、定められた二相に避雷装置が取り付けられていれば異相地絡短絡の防止が可能であるとして避雷装置の取り付けが一相省略されている場合がある。その様に、三相配電線路のうちの一相について前記避雷装置の取り付けを省略した場合にあっては、単相配電線路は、専ら三相配電線路からの分岐点を始点として引き出されたものであるため、例えば、三相配電線路のうちで避雷装置を省略していない二相から単相配電線路を引き出して、そのうちの一相の避雷装置を省略すると、三相配電線路の避雷装置を省略した相と、引き出された単相配電線路の避雷装置を省略した相との絶縁破壊が同時に生じることによって異なる柱を介しての異相地絡短絡となり、商用周波の続流による被害を被る可能性があった。

20

【0005】

本発明は、上記実情に鑑みて為されたものであって、低い雷短絡被害率を維持しつつ、避雷装置の取り付けを省略し得る単相配電線路の雷被害防護方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決する為に為された本発明による単相配電線路の雷被害防護方法は、全ての電柱について避雷装置が全相取り付けられた三相配電線路から二相を引き出してなる単相配電線路の、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けを省略することを特徴とする。

【0007】

30

また、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路から、前記避雷装置の取り付けが省略された相を含む二相を引き出してなる単相配電線路については、当該単相配電線路の全ての電柱について前記避雷装置の取り付けが省略された相から延長された相の避雷装置のみを省略する単相配電線路の雷被害防護方法を採用しても良い。

【0008】

更に、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路から、前記避雷装置の取り付けが省略された相を除く二相を引き出してなる単相配電線路については、当該単相配電線路の始点から数えて少なくとも一つ目の電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けると共に、前記単相配電線路における全相に避雷装置を取り付けた電柱以降の電柱について定められた一相のみの前記避雷装置の取り付けを省略する単相配電線路の雷被害防護方法を採用しても良い。

40

【発明の効果】

【0009】

以上の如く本発明による単相配電線路の雷被害防護方法によれば、三相配電線路において避雷装置の取り付けが一相省略されている場合であっても、当該三相配電線路から引き出された単相配電線路について、そのうちの一相の避雷装置を省略した際に、三相配電線路の避雷装置を省略した相と、引き出された単相配電線路の避雷装置を省略した相とで絶縁破壊が生じることによって異なる柱を介しての異相地絡短絡となる可能性を効果的に低

50

減でき、低い雷短絡被害率を維持しつつ、避雷装置の取り付けを省略し得る低コストな単相配電線路の提供に寄与することとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の実施の形態と共に図面に基づき説明する。

図1は、全ての電柱について避雷装置が全相取り付けられた三相配電線路から二相を引き出してなる単相配電線路であって、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けを省略した単相配電線路の例である。

【0011】

図1(イ)は、本発明による雷被害防護方法の第一の実施の形態であり、三相全てに避雷装置を取り付けた三相配電線路の末端柱から単相配電線路を延長をする例を示した単相配電線路であり、図1(ロ)は、本発明による雷被害防護方法の第二の実施の形態であり、三相全てに避雷装置を取り付けた三相配電線路の途中から単相配電線路を分岐延長する例を示した単相配電線路である。これらの例にあっては、前記三相配電線路の三相全てに避雷装置を取り付けたことにより、当該三相配電線路と、単相配電線路における避雷装置の取り付けを省略した相(以下、避雷装置省略相と記す。)とで絶縁破壊が同時に発生することが防止されているので、短絡の雷被害が回避される。

【0012】

図2は、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路から、前記避雷装置省略相を含む二相を引き出してなる単相配電線路の、全ての電柱について前記避雷装置省略相から延長された相の避雷装置のみを省略した単相配電線路の例である。

【0013】

図2(イ)は、本発明による雷被害防護方法の第三の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の末端柱から単相配電線路を延長をする例を示した単相配電線路である。また、図2(ロ)は、本発明による雷被害防護方法の第四の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の途中から単相配電線路を分岐延長する例を示した単相配電線路である。

【0014】

更に、図3(イ)は、本発明による雷被害防護方法の第五の実施の形態であり、前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる末端柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けると共に、当該末端柱から単相配電線路を延長をする例を示した単相配電線路である。また、図3(ロ)は、本発明による雷被害防護方法の第六の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の途中から分岐延長した単相配電線路であって、前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付ける例を示した単相配電線路である。今日では、実務上、前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる末端柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けるのが一般的である。

【0015】

これらの例にあっては、前記三相配電線路における避雷装置省略相を含む二相を引き出して単相配電線路を構成したことにより、当該三相配電線路の避雷装置省略相から延長された単相配電線路の避雷装置省略相と、もう一方の避雷装置を取り付けた相とで絶縁破壊が同時に発生することが防止されているので、短絡の雷被害が回避される。

【0016】

図4は、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路から、前記避雷装置の取り付けが省略された相を除く二相を引き出してなる単相配電線路の、始点から数えて少なくとも一つ目の電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を

10

20

30

40

50

取り付けると共に、前記単相配電線路における全相に避雷装置を取り付けた電柱以降の電柱について定められた一相のみの前記避雷装置の取り付けを省略する単相配電線路の例を示したものである。

【0017】

図4(イ)は、本発明による雷被害防護方法の第七の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の末端柱から単相配電線路を延長すると共に、当該単相配電線路の始点から一つ目の電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けた単相配電線路の例を示したものである。また、図4(ロ)は、本発明による雷被害防護方法の第八の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の末端柱から単相配電線路を延長すると共に、当該単相配電線路の始点から二つ目までの電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けた単相配電線路の例を示したものである。

【0018】

更に、図5(イ)は、本発明による雷被害防護方法の第九の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の途中から分岐延長した単相配電線路であって、当該単相配電線路の始点から一つ目の電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けた単相配電線路の例を示したものである。また、図5(ロ)は、本発明による雷被害防護方法の第十の実施の形態であり、全ての電柱について定められた一相のみの避雷装置の取り付けが省略された三相配電線路の途中から分岐延長した単相配電線路であって、当該単相配電線路の始点から二つ目までの電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けた単相配電線路の例を示したものである。

【0019】

これらの例にあっては、前記三相配電線路における避雷装置省略相を除く二相を引き出して単相配電線路を構成してあるが、前記単相配電線路の始点から数えて少なくとも一つ目の電柱における全ての相、及び前記三相配電線路において前記単相配電線路の引き出し点となる電柱の全ての相に前記避雷装置を取り付けることで、たとえ、前記三相配電線路及び単相配電線路に架空地線や通信線用吊架線が架設されていてもそれらを通じて短絡する被害率が低減される。

【0020】

以下、前記第七の実施の形態乃至第十について、異柱間における地絡短絡について実験を行うと共に、EMTP解析を用いてこのような線路形態による単相配電線路の雷被害防護方法の効果について検討する。

【0021】

異柱間の地絡短絡とは、三相配電線路の避雷装置省略相と単相配電線路の避雷装置省略相とにおいて絶縁破壊が同時に発生し、架空地線や通信線用吊架線を通じて短絡することである。ここでの実験では、雷により異柱の異相で絶縁破壊が発生する回路を模擬し、隣接柱間での異相地絡短絡が継続して被害(ここでは高圧電線5mmの断線)に至る可能性を検討した。

【0022】

その結果、架空地線が施設された配電線路で異柱間での異相地絡が発生した場合、300A程度の短絡電流で短絡が継続し被害が発生する可能性があることが確認できた。一方、架空地線がない配電線路では、大地を経由した異柱間での異相地絡短絡は発生しないが、通信線用吊架線が存在するとそれが経路となって短絡が継続し被害に至る可能性があることが確認できた。即ち、配電線の支持物である電柱の大部分には、電話回線や通信線、CATV用ケーブルなど様々な通信線類が併架されており、これらが架空地線の無い配電線でも通信線用吊架線が容易に異柱間の地絡短絡の経路と成り得ることが実験によって確

10

20

30

40

50

認されたと言える。

【 0 0 2 3 】

解析による検討ではこの実験結果を考慮して、「架空地線がある場合」と「架空地線が無く、通信線用吊架線がある場合」の2つの解析回路を対象とし、雷被害防護の効果を定量的に比較するために、雷短絡被害率により比較検討した。尚、雷短絡被害率は、1回の配電線直撃雷により異柱間の地絡短絡が発生する確率である。

【 0 0 2 4 】

以下、解析条件を説明する。

三相共に避雷装置が取り付けられた三相末端柱から単相延長をする場合の解析環境は以下の通りである。三相配電線路は支持物（コンクリート柱）と三相の高圧線で構成され、条件に応じて一線の架空地線もしくは一線の通信線用吊架線が追加される。単相配電線は、三相配電線路と同様であるが高圧線からなる二相である。

10

【 0 0 2 5 】

配電線路の両端は、多導体系線路のサージインピーダンスに相当する整合抵抗で終端した。通常、三相配電線路の末端柱には避雷装置が三相ともに取り付けられており、また現在、日本の電力会社では約4径間置き（支持物5本のうち1本）に三相一組の避雷器が取り付けられている実績があることから、その様な実情に沿って三相配電線路の末端柱には避雷器が三相共に取り付けられることとし、当該末端柱を基準に4径間置き（160m）に配電線路全相に避雷器が取り付けられ接地（30 の接地抵抗 R_a ）する解析回路を設定した（図6及び図7参照）。

20

【 0 0 2 6 】

その他の支持物には避雷装置をそれぞれ一相を省いて取り付けるとし、異柱間の地絡短絡が発生するよう三相配電線路と単相配電線路では避雷装置を省く相は異なるようにした。避雷装置の接地としては、雷に対して支持物の埋設部分が接地極となることを考慮し、この支持物の接地抵抗 R_b （150）に接続した。架空地線や通信線用吊架線の接地は、避雷器がある支持物では避雷器の接地抵抗 R_a に、避雷装置のある支持物は、支持物の埋設部分の接地抵抗 R_b に、それぞれ接続した。雷撃箇所は、架空地線がある配電線路では三相配電線路の末端柱の架空地線に、架空地線が無い配電線路では三相配電線路の末端柱の支持物頂部とした（表1参照）。

【 0 0 2 7 】

30

【表 1】

項 目		条 件
高圧線		三相線路 OC5 mm×3, 地上高 11 m, 線間 0.7 m 単相線路 OC5 mm×2, 地上高 11 m, 線間 1.4 m
架空地線		鋼より線 Fe22sq × 1, 地上高 11.8 m
通信線用吊架線		鋼より線 Fe22sq × 1, 地上高 6 m
線路モデル		JMARTI LINE モデル
径間長		40m
大地抵抗率		100 Ω・m
支持物	サージインピーダンス	250 Ω (接地線含む)
	伝搬速度	300m/ μ秒
	接地抵抗 (サージ領域)	150 Ω
避雷器	特性	キャップ付き, 放電開始電圧 29kV, $V_{2.5kA} = 20kV$
	接地抵抗	30 Ω
避雷装置	特性	キャップ付き, 放電開始電圧 90kV, $V_{2.5kA} = 20kV$
	接地抵抗	支持物の接地抵抗 (サージ領域) による
雷撃電流	電流波形	三角波, 波尾長 70 μ秒
	雷道インピーダンス	400 Ω
雷撃箇所		架空地線が有る場合は, 架空地線 架空地線が無い場合は, 支持物頂部
高圧がいしの絶縁破壊電圧		150kV
<p style="text-align: center;">配電線の配列</p> <p style="text-align: center;">・ 三相配電線路 ・ 単相配電線路</p>		

【 0 0 2 8 】

一方、二相の避雷装置がある三相配電線路の途中から単相配電線路を分岐延長する場合の解析環境は、ほぼ三相の避雷装置がある三相末端柱から単相延長をする場合と同様であるが、配電線路には3ヶ所の終端部それぞれについて多導体系線路のサージインピーダンスに相当する整合抵抗で終端した(図8参照)。雷撃箇所は、三相配電線路から単相配電線路が分岐する三相配電線路の支持物頂部とした。

【 0 0 2 9 】

線路の抵抗やインダクタンスなどの定数は、EMT PのJMARTIセットアップサブプログラムを用いて算出した。配電線路に直撃する雷撃電流波形は、図9に示す波尾長70 μ秒の三角波形とし、配電線路に発生する雷過電圧に影響を与える雷撃電流波頭長および雷撃電流波高値をパラメータ(解析に用いた雷撃電流の波形パラメータを以下の表2に示す。)として変化させ、雷短絡被害率を下記の如く算出することとした。尚、異柱間の地絡短絡の発生については、三相配電線路の避雷装置省略相と単相配電線路の避雷装置省略相で絶縁破壊が同時に発生した場合に短絡が発生すると仮定した(自然消弧の可能性は考慮していない。)

【 0 0 3 0 】

【表 2】

波形パラメータ	50%値	16%値
電撃電流波高値	26kA	55kA
電撃電流波頭長	3.5 μ 秒	2.3 μ 秒

【0031】

雷短絡被害率の計算方法は以下の通りである。まず、解析回路ごとに雷撃電流の各波頭長に対して異柱間の地絡短絡が発生する最小の雷撃電流波高値を求め、雷短絡被害が発生する雷撃電流波頭長と雷撃電流波高値の関係を求める(図10参照)。そして、図10の関係曲線において、雷短絡被害が生じる閾値を超える側の範囲(図10の斜線部)について、雷撃電流の波頭長 Tf および波高値 Ip のそれぞれの確率を表2に基づいて求め、積分すれば、雷短絡被害率 Pf を求めることができる(数1参照)。尚、ここでは、雷撃電流波頭長の対数値の確率密度関数および雷撃電流波高値の対数値の確率密度関数が正規分布に従い、それぞれ独立であるとして算出する。

10

【0032】

【数1】

$$P_f = \int_0^{+\infty} \left\{ \int_{h(Tf)}^{+\infty} f(Ip) dIp \right\} g(Tf) dTf \cdot \cdot \cdot \text{式(1)}$$

20

$f(Ip)$: 雷撃電流波高値 Ip の確率密度関数

$g(Tf)$: 雷撃電流波頭長 Tf の確率密度関数

$h(Tf)$: 雷撃電流波頭長 Tf に対する短絡被害に至る最小雷撃電流波高値の関数

【0033】

上記環境及び条件に基づき解析した結果、図11の如く単相配電線路における全て電柱について一定の相の避雷装置を省略すると、架空地線の無い線路の雷短絡被害率は7.5%、架空地線がある線路のそれは2.6%となり、単相配電線路の最初の支持物と2番目の支持物で全相に避雷装置を取り付けると、架空地線の有無に関わらず雷短絡被害率は0.1%までに低減できることがわかる。

30

【0034】

また、図12の架空地線の無い線路では、単相配電線路全ての1つの相の避雷装置を省略する場合の雷短絡被害率は14.4%となり、単相配電線路が接続される三相の支持物、単相配電線路の最初の支持物および単相配電線路の2番目の支持物の3ヶ所で全相に避雷装置を取り付けると、雷短絡被害率は1.0%までに低減できることがわかる。

【0035】

尚、二相に避雷装置がある三相配電線路の途中から単相線路を分岐延長する場合の解析では、三相の避雷装置がある三相末端柱から単相延長をする場合の解析結果より、架空地線が無く、通信線用吊架線がある条件の方、雷短絡被害率が大きいという結果が得られたので、被害が起きやすい架空地線が無く、通信線用吊架線がある条件のみを検討することとした。

40

【産業上の利用可能性】

【0036】

配電の分野において、低い雷短絡被害率を維持しつつ、避雷装置の取り付けを省略し得る低コストな単相配電線路の提供に寄与することとなる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の第一の実施の形態及び第二の実施の形態を示すモデル図である。

50

【図2】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の第三の実施の形態及び第四の実施の形態を示すモデル図である。

【図3】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の第五の実施の形態及び第六の実施の形態を示すモデル図である。

【図4】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の第七の実施の形態及び第八の実施の形態を示すモデル図である。

【図5】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の第九の実施の形態及び第十の実施の形態を示すモデル図である。

【図6】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の解析回路の一例を示すモデル図及び等価回路図である。

【図7】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の解析回路の一例を示すモデル図及び等価回路図である。

【図8】(イ)(ロ) 本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の解析回路の一例を示すモデル図及び等価回路図である。

【図9】本発明による単相配電線路の雷被害防護方法の解析に用いた配電線路に直撃する雷撃電流波形の一例を示したグラフである。

【図10】解析回路における雷撃電流の波頭長と雷撃電流の波高値との関係の一例を示したグラフである。

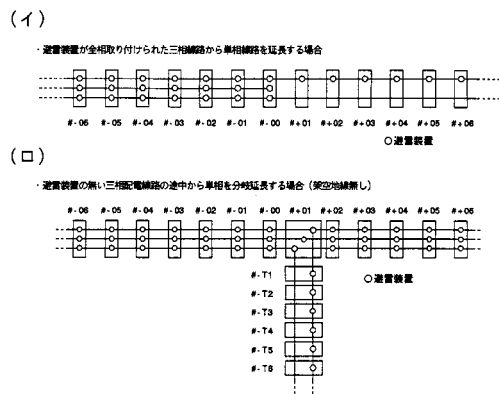
【図11】三相の避雷装置がある三相末端柱から単相延長をする場合の対策方法別の雷短絡被害率を示したグラフである。

【図12】二相の避雷装置がある三相配電線路の途中から単相配電線路を分岐延長する場合の対策方法別の雷短絡被害率を示したグラフである。

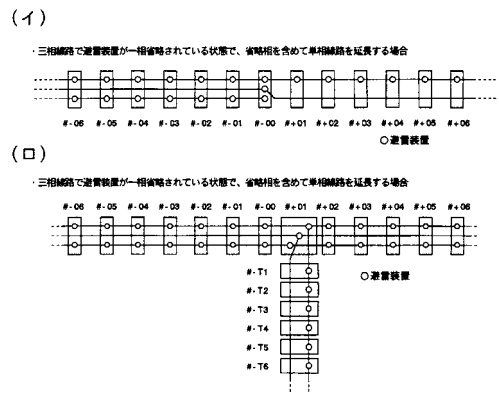
10

20

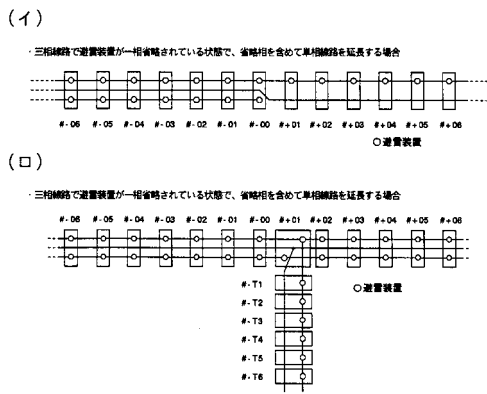
【図1】



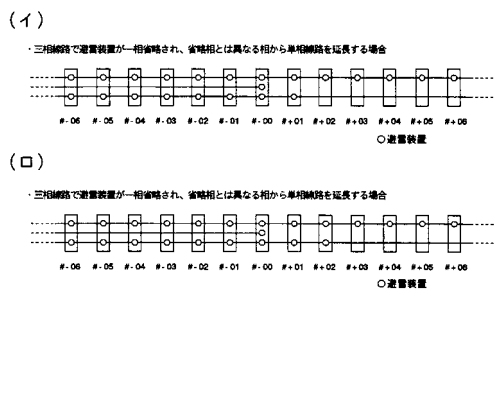
【図3】



【図2】



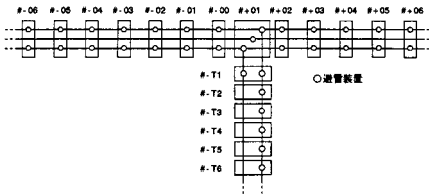
【図4】



【図 5】

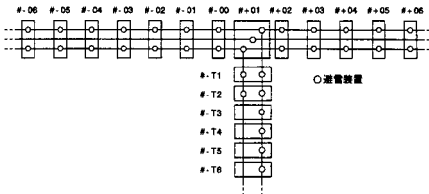
(イ)

・三相線路で避雷装置が一括省略され、省略相とは異なる相から単相線路を延長する場合



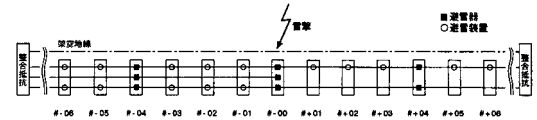
(ロ)

・三相線路で避雷装置が一括省略され、省略相とは異なる相から単相線路を延長する場合

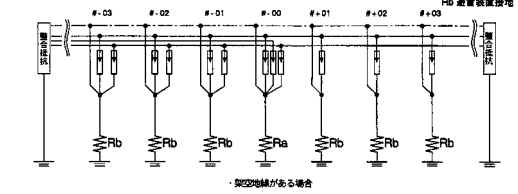


【図 6】

(イ)

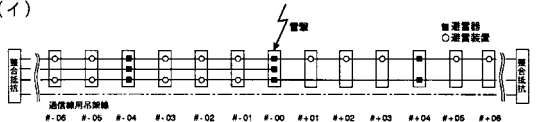


(ロ)

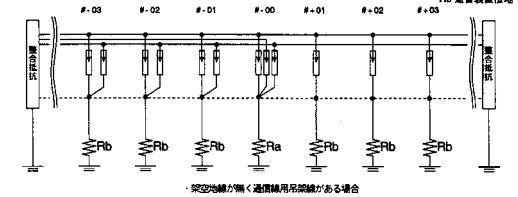


【図 7】

(イ)

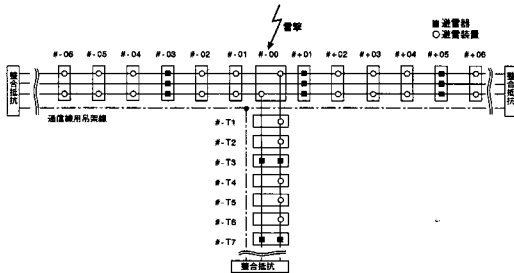


(ロ)

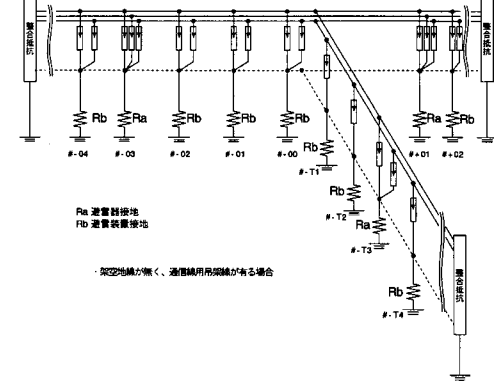


【図 8】

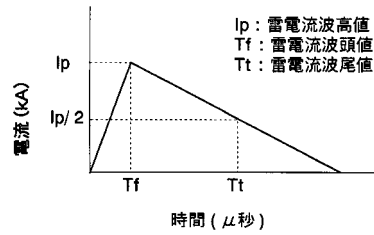
(イ)



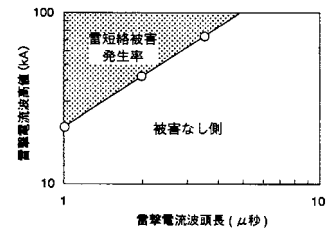
(ロ)



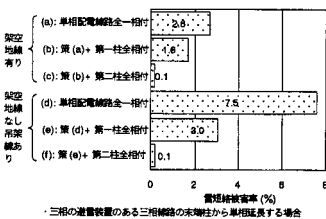
【図 9】



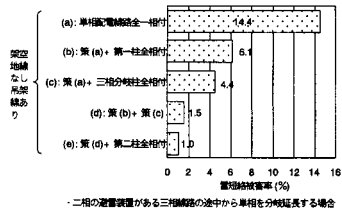
【図 10】



【図 11】



【 図 12 】



フロントページの続き

(72)発明者 中田 一夫
富山県富山市牛島町15番1号 北陸電力株式会社内

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 特開昭62-025813(JP,A)
特開平08-223752(JP,A)
特開平05-225843(JP,A)
特開平06-162849(JP,A)
特開平10-285794(JP,A)
特開2000-134795(JP,A)
特開2003-092206(JP,A)
特開2002-320319(JP,A)
特開平08-265981(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02H 9/00 - 9/08