

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6183264号
(P6183264)

(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)

(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 B 11/22 (2006. 01) H O 1 B 11/22
H O 1 B 7/00 (2006. 01) H O 1 B 7/00 3 1 0

請求項の数 11 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2014-68390 (P2014-68390)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成26年3月28日 (2014. 3. 28)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-191788 (P2015-191788A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成27年11月2日 (2015. 11. 2)	(74) 代理人	100145872
審査請求日	平成28年9月28日 (2016. 9. 28)		弁理士 福岡 昌浩
		(74) 代理人	100187643
			弁理士 白鳥 昌宏
		(74) 代理人	100195006
			弁理士 加藤 勇蔵
		(72) 発明者	佐藤 恵二
			東京都港区三田三丁目13番16号 株式
			会社ジェイ・パワーシステムズ内
		(72) 発明者	辻 俊伸
			東京都港区三田三丁目13番16号 株式
			会社ジェイ・パワーシステムズ内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ複合架空地線

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部に光ファイバ素線が設けられる光心線を有する光ユニット部と、
 前記光ユニット部の外側に設けられる地線部と、
 を有し、
 前記地線部は、
 導電率が50% IACS以上である第1素線と、
 単位長さ当たりの溶融エネルギーが550 J/cmより大きい第2素線と、
 を有する
 ことを特徴とする光ファイバ複合架空地線。

10

【請求項2】

前記地線部は、
 前記光ユニット部の外側に前記第1素線が複数撚り合わせられて設けられる第1地線層
 と、
 前記第1地線層の外側に前記第2素線が複数撚り合わせられて設けられる第2地線層と、
 を有する
 ことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項3】

前記第1素線は、径方向に沿った側面を有し、

20

前記第1地線層に撚り合わせられる前記複数の第1素線は、互いに前記側面で接することを特徴とする請求項2に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項4】

単位長さ当たりの電気抵抗は、 $0.140\Omega/\text{km}$ 以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項5】

前記第2素線は、アルミニウム被覆鋼線からなることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項6】

前記第2素線の導電率は、前記第1素線の導電率よりも低く、
前記第2素線の直径は、 3.2mm 以上であることを特徴とする請求項5に記載の光ファイバ複合架空地線。 10

【請求項7】

前記第1素線は、耐熱アルミ合金線、超耐熱アルミ合金線、特別耐熱アルミ合金線および高力耐熱アルミ合金線の少なくともいずれかからなることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項8】

前記第1素線は、アルミニウム被覆鋼線からなることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。

【請求項9】

前記光心線の耐熱温度は、常時 100°C 以上 150°C 未満、瞬時 200°C 以上 300°C 未満であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。 20

【請求項10】

前記光ファイバ素線は、
光ファイバと、
前記光ファイバを被覆し紫外線硬化型のシリコン樹脂を含む被覆層と、
を有することを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の光ファイバ複合架空地線。 30

【請求項11】

内部に光ファイバ素線が設けられる光心線を有する光ユニット部と、
前記光ユニット部の外側に設けられる地線部と、
を有し、
前記地線部は、
前記光ユニット部の外側に設けられる第1地線層と、
前記第1地線層の外側に設けられる第2地線層と、
を有し、
前記第1地線層の導電率は、前記第2地線層の導電率よりも高いことを特徴とする光ファイバ複合架空地線。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバ複合架空地線に関する。

【背景技術】

【0002】

架空送電線路には、落雷による直撃から電力線を保護し、落雷による電流を大地に流すための架空地線が、送電線本線となる電力線の上部である鉄塔の頂部に架線される。近年では、架空地線に情報伝送線路としての役割も併せ持たせるように光ファイバを組み込んだ光ファイバ複合架空地線（以下、OPGWともいう）が開発されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】 実開平6-68237号公報

【特許文献2】 特許5255931号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

OPGWでは、電力線の電流によってOPGWに誘導電流が誘起されるため、常時的にOPGWが発熱する可能性がある。また、OPGWでは雷の直撃によって素線の溶損や断線が発生する可能性がある。さらに、電力線の地絡時には、電力線とOPGWとが閉回路を形成しOPGWに地絡電流が流れることによって、瞬時的にOPGWが発熱する可能性がある。

10

【0005】

そのため、これまでのOPGWに組み込まれる光心線は、例えば特許文献1に記載のように、常時150℃、瞬時300℃に耐えうるよう構成されていた。このような高耐熱性を有する光心線は、OPGWの用途に限定され、それ以外の分野ではほとんど使われていなかったため、高価なものとなっていた。

【0006】

本発明の目的は、耐熱温度が低い光心線を組み込むことができる光ファイバ複合架空地線を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、
内部に光ファイバ素線が設けられる光心線を有する光ユニット部と、
前記光ユニット部の外側に設けられる地線部と、
を有し、
前記地線部は、
導電率が50% IACS以上である第1素線と、
単位長さ当たりの溶融エネルギーが550 J/cmより大きい第2素線と、
を有する
光ファイバ複合架空地線が提供される。

30

【0008】

本発明の他の態様によれば、
内部に光ファイバ素線が設けられる光心線を有する光ユニット部と、
前記光ユニット部の外側に設けられる地線部と、
を有し、
前記地線部は、
前記光ユニット部の外側に設けられる第1地線層と、
前記第1地線層の外側に設けられる第2地線層と、
を有し、
前記第1地線層の導電率は、前記第2地線層の導電率よりも高い
光ファイバ複合架空地線が提供される。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、耐熱温度が低い光心線を組み込むことができる光ファイバ複合架空地線が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図

50

である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る光ファイバ素線の軸方向と直交する断面図である。

【図3】(a)は、本発明の第1実施形態に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図であり、(b)は、変形例1に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。

【図4】(a)は、変形例2に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図であり、(b)は、変形例3に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。

【図5】鉄塔における光ファイバ複合架空地線および電力線の架線構造を光ファイバ複合架空地線の軸方向から見た図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

10

【図7】本発明の第3実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

【図8】比較例に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

<本発明の第1実施形態>

(1) 光ファイバ複合架空地線の構造

本発明の第1実施形態に係る光ファイバ複合架空地線について、図1を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

【0012】

20

本実施形態に係る光ファイバ複合架空地線(OPGW: Optical fiber composite overhead ground wire)10は、耐雷性(落雷による耐溶損性)を維持しつつ導電率を高くすることにより、耐熱温度が低い光心線200を組み込むことができるよう構成される。以下、詳細を説明する。

【0013】

なお、以下において、本実施形態の光ファイバ複合架空地線10をOPGW10と略して称する。また、以下において、OPGW10の「軸方向」とはOPGW10の長手方向(延在方向)をいい、OPGW10の「径方向」とはOPGW10の軸方向に垂直な方向、すなわちOPGW10の短手方向をいい、OPGW10の「周方向」とはOPGW10の外周に沿った方向のことをいう。また、「内周面」とは、中心側の面のことをいい、「外周面」とは、内周面と反対側の面のことをいう。

30

【0014】

(光ユニット部)

図1に示されているように、OPGW10の中心には、光ユニット部20が設けられる。光ユニット部20の内部には、光ファイバ素線100を有する光心線200が設けられる。なお、本実施形態のOPGW10に組み込むことが可能な光ユニット部20については、詳細を後述する。

【0015】

(地線部)

光ユニット部20の外側には、地線部30が設けられる。地線部30は、雷撃から電力線(50)および光心線200を保護し、常時誘導電流および地絡時の電流による温度上昇を所定の範囲に抑え、架線時にOPGW10の張力を負担するテンションメンバとして機能するよう構成される。地線部30は、少なくとも2種類の素線を有し、例えば、導電率が高い材料により構成される第1素線320と、耐雷性(落雷による耐溶損性)を有する材料により構成される第2素線420と、を有する。

40

【0016】

本実施形態では、地線部30は、2層以上で構成され、第1地線層300および第2地線層400を有する。第1地線層300および第2地線層400には、それぞれ第1素線320および第2素線420が設けられる。以下、地線部30のそれぞれの層について説明する。

50

【0017】

第1地線層300は、光ユニット部20の外側に設けられる。第1素線320が複数撚り合わせられることにより、第1地線層300が設けられる。

【0018】

ここで、第1地線層300の導電率は、第1地線層300の外側に設けられる後述する第2地線層400の導電率よりも高い。

【0019】

本実施形態では、第1地線層300に設けられる第1素線320の導電率は、50% IACS以上である。なお、導電率の単位「% IACS」とは、国際標準軟銅 (International Annealed Copper Standard) の導電率を100%としたときの導電率の比率である。本実施形態では、第1素線320の導電率が50% IACS以上であることにより、第1素線320において、電力線(50)から誘起される誘導電流、または地絡時の電流によるジュール熱の発生が抑制される。これにより、OPGW10の温度上昇が抑制される。したがって、OPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を低下させることができる。

【0020】

具体的には、第1素線320は、例えば、耐熱アルミ合金線(TAL)、超耐熱アルミ合金線(ZTAL)、特別耐熱アルミ合金線(XTAL)および高力耐熱アルミ合金線(KTAL)の少なくともいずれかからなる。耐熱アルミ合金線(TAL)、超耐熱アルミ合金線(ZTAL)、特別耐熱アルミ合金線(XTAL)および高力耐熱アルミ合金線(KTAL)については、社団法人日本電気協会発行「架空送電規程」に記載されている。なお、耐熱アルミ合金線(TAL)、超耐熱アルミ合金線(ZTAL)、特別耐熱アルミ合金線(XTAL)、高力耐熱アルミ合金線(KTAL)のそれぞれの導電率は、60% IACS、60% IACS、58% IACS、55% IACSである。本実施形態の第1素線320は、例えば耐熱アルミ合金線(TAL)である。

【0021】

第2地線層400は、第1地線層300の外側に設けられる。第2素線420が複数撚り合わせられることにより、第2地線層400が設けられる。

【0022】

ここで、素線の耐雷性は、素線を完全に溶解させるためのエネルギーとして定義される素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーにより評価できることが知られている(例えば特許文献2)。夏季雷の耐電荷量の目標値を200Cとしたとき、素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーは約380 J/cmであり、冬季雷の耐電荷量の目標値を300Cとしたとき、素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーは約550 J/cmである。

【0023】

また、素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーEは、以下の式(1)で求められる。

【0024】

【数1】

$$E = \{C(T - T_0) + \delta\}W \quad \cdots (1)$$

【0025】

ただし、Cは素線を構成する材料の比熱、 T_0 は常温、Tは素線の融点、 δ は素線の融解熱、Wは素線の単位長さ当たりの重量である。

【0026】

本実施形態では、式(1)で求められる第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーは、550 J/cmより大きい。すなわち、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーは、冬季雷による素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーの目標値より大きい。これにより、第2素線420が目標とする耐雷性を有するようになる。

【0027】

具体的には、本実施形態では、第2素線420は、例えばアルミニウム被覆銅線(AC

10

20

30

40

50

線) からなる。第2素線420は、銅からなる銅線440と、銅線440の外側に設けられアルミニウムからなる被覆層460と、を有する。

【0028】

ここで、第2素線420がAC線である場合、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーEは、以下の式(2)で求められる。

【0029】

【数2】

$$E = \{C_{Al}(T_1 - T_0) + \delta_{Al}\}W_{Al} + \{C_{Fe}(T_2 - T_0) + \delta_{Fe}\}W_{Fe} \cdots (2)$$

【0030】

10

ただし、 C_{Al} はアルミニウムの比熱、 C_{Fe} は銅の比熱、 T_0 は常温、 T_1 はアルミニウムの融点、 T_2 は銅の融点、 δ_{Al} はアルミニウムの融解熱、 δ_{Fe} は銅の融解熱、 W_{Al} はアルミニウムからなる被覆層460の単位長さ当たりの重量、 W_{Fe} は銅からなる銅線440の単位長さ当たりの重量である。

【0031】

さらに具体的には、本実施形態では、第2素線420がAC線からなる場合、例えば、第2素線420の導電率は第1素線320の導電率よりも低く、40% IACSである。なお、導電率が40% IACSであるAC線は、「40AC」と呼ばれる。また、第2素線420の直径は4.0mm以上である。なお、40ACにおけるアルミニウムからなる被覆層460の面積比率は62%である。この場合、式(2)より、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーEは、563.4 J/cm以上となる。したがって、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーが冬季雷による素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーより大きくなり、第2素線420は目標とする耐雷性を有するようになる。

20

【0032】

なお、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーEを550 J/cmとするためには、第2素線420が40ACの場合、上述のように第2素線420の直径は4.0mm以上であり、第2素線420が27ACの場合、第2素線420の直径は3.5mm以上であり、第2素線420が14ACの場合、第2素線420の直径は3.2mm以上である必要がある。また、第2素線420が断面扇形などの異形線である場合、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーEを550 J/cmとなるように、銅線440および被覆層460のそれぞれの断面積を設定することが必要である。

30

【0033】

以上のように構成されるOPGW10の(全体としての)単位長さ当たりの電気抵抗は、例えば0.140 Ω/km以下である。これにより、OPGW10の常時温度を100℃以下、瞬時温度を200℃以下とすることができる。したがって、OPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を低下させることができる。

【0034】

(具体的寸法)

OPGW10の具体的な寸法としては、光ユニット部20の直径は2mm以上7mm以下であり、例えば4.5mmである。

40

【0035】

地線部30の第1地線層300における第1素線320の直径は、2mm以上7mm以下であり、例えば4.5mmである。第1地線層300における第1素線320の本数は、4本以上14本以下であり、例えば6本である。

【0036】

地線部30の第2地線層400における第2素線420の直径は、3.2mm以上7mm以下であり、例えば4.5mmである。第2地線層400における第2素線420の本数は、6本以上20本以下であり、例えば12本である。

【0037】

(2) 光ユニット部の構成

50

上述のように、本実施形態のOPGW10は、耐雷性（落雷による耐溶損性）を維持しつつ導電率を高くすることにより、耐熱温度が低い光心線200を組み込むことができるよう構成される。例えば、本実施形態のOPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を、常時100℃以上150℃未満、瞬時200℃以上300℃未満とすることができる。より好ましくは、本実施形態のOPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を、常時100℃、瞬時200℃とすることができる。このように耐熱温度が低い光心線200を有する光ユニット部20は、例えば以下のように構成される。

【0038】

まず、光心線200の内部に設けられる光ファイバ素線100について説明する。

【0039】

ここで、図2は、本実施形態に係る光ファイバ素線100の軸方向と直交する断面図である。図2に示されているように、光ファイバ素線100は、光ファイバ110と、光ファイバ110を被覆するファイバ被覆層（後述140、150）と、を有する。

【0040】

光ファイバ110は、コア120およびクラッド130を有する。例えば、コア120は、純石英ガラスからなり、クラッド130は、フッ素添加石英ガラスからなる。また、光ファイバ110は、例えばシングルモード光ファイバである。

【0041】

本実施形態では、ファイバ被覆層は例えば2層により構成される。例えば、光ファイバ110の外側を覆うように、第1ファイバ被覆層140が設けられ、第1ファイバ被覆層140の外周を覆うように第2ファイバ被覆層150が設けられる。

【0042】

また、第1ファイバ被覆層140および第2ファイバ被覆層150は、例えば、紫外線硬化型のシリコン樹脂を含む。第1ファイバ被覆層140および第2ファイバ被覆層150の耐熱温度は、常時100℃以上150℃未満、瞬時200℃以上300℃未満、より好ましくは常時100℃瞬時200℃である。

【0043】

次に、光心線200について説明する。なお、複数の光ファイバ素線100を一括して束ねたものを光心線200と呼ぶ。

【0044】

ここで、図3（a）は、本実施形態に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。図3（a）に示されているように、光心線200は、いわゆる固定型3心一括光心線である。すなわち、光心線200は、3本撚り合わせられる光ファイバ素線100と、光ファイバ素線100の外周を覆うように設けられる素線被覆層210と、を有する。

【0045】

素線被覆層210は、例えば、フッ素系樹脂を含む。本実施形態では、素線被覆層210の耐熱温度は、常時100℃以上150℃未満、瞬時200℃以上300℃未満、より好ましくは常時100℃瞬時200℃である。

【0046】

このように、本実施形態では、光ファイバ素線100および光心線200を耐熱温度が低い材料により構成することができる。

【0047】

次に、光ユニット部20について説明する。

【0048】

図3（a）に示されているように、本実施形態の光ユニット部20は、いわゆるスペーサ型であり、中心にスペーサ280を有する。スペーサ280には、外周側から中心に向かって凹んだ溝部（符号不図示）が設けられる。当該溝部は、例えばスペーサ280の外周に軸方向に沿って螺旋状に設けられる。ここでは、スペーサ280には、例えば3つの溝部が設けられる。また、スペーサ280は、例えばアルミニウムからなる。

【0049】

10

20

30

40

50

スペーサ 280 の当該溝部内には、上記した光ファイバ素線 100 を有する光心線 200 が挿通される。また、スペーサ 280 の外周を被覆するように、保護管 290 が設けられる。保護管 290 は、例えばアルミニウムからなる。

【0050】

(具体的寸法)

光ファイバ素線 100 の具体的な寸法としては、例えば、光ファイバ 110 の直径は 0.125 mm である。第 1 ファイバ被覆層 140 の厚さは 0.01 mm 以上 0.11 mm 以下であり、第 2 ファイバ被覆層 150 の厚さは 0.01 mm 以上 0.11 mm 以下である。すなわち、光ファイバ素線 100 の直径は、0.165 mm 以上 0.56 mm 以下である。

10

【0051】

光心線 200 の具体的な寸法としては、例えば、素線被覆層 210 の厚さは 0.05 mm 以上 0.15 mm 以下である。すなわち、光心線 200 の直径は、0.46 mm 以上 1.5 mm 以下である。

【0052】

光ユニット部 20 の具体的な寸法としては、例えば、光ユニット部 20 のスペーサ 280 の直径は 2 mm 以上 7 mm 以下であり、保護管 290 の厚さは 0.1 mm 以上 1.0 mm 以下であり、すなわち、光ユニット部 20 の直径は 2.2 mm 以上 9 mm 以下であり、例えば 4.5 mm である。

20

【0053】

(3) 光ファイバ複合架空地線の架線構造

(電力線の架線条件)

ここで、図 5 を用い、本実施形態の電力線 50 の架線条件について説明する。図 5 は、鉄塔における光ファイバ複合架空地線および電力線の架線構造を光ファイバ複合架空地線の軸方向から見た図である。図 5 に示されているように、本実施形態の OPGW10 は、電力線 50 と併設される。以下、電力線 50 の架線条件と合わせて、電力線 50 の架線条件が、OPGW10 に誘起される誘導電流や、地絡時に OPGW10 に流れる電流等により、どのように影響を与えるかについても説明する。

【0054】

OPGW10 に併設される電力線 50 の公称電圧が 187 kV 以上である場合では、電力線 50 の電流が大きく、OPGW10 に誘起される誘導電流が大きい。また、この場合では、OPGW10 は、いわゆる直接接地される。すなわち、3 相交流の中性点と大地との間は直接接続されており、地絡時には OPGW に大きな地絡電流が流れる。例えば、本実施形態では、電力線 50 の公称電圧は、500 kV である。

30

【0055】

また、電力線 50 のサイズが大きくなると、電力線 50 の電流容量が増大するため、OPGW10 に誘起される誘導電流が大きくなる。例えば、電力線 50 の公称断面積は、 120 mm^2 以上 1520 mm^2 以下であり、本実施形態では、電力線 50 の公称断面積は、国内で標準的に適用される条件として、 410 mm^2 である。

【0056】

また、電力線 50 の耐熱温度が高いと、電力線 50 の電流容量が増大するため、OPGW10 に誘起される誘導電流が大きくなる。例えば、本実施形態では、電力線 50 は、国内で多く用いられている、耐熱系鋼心アルミニウム撚り線 (TACS R) である。

40

【0057】

また、電力線 50 の 1 相当りの導体数が増えると、電力線 50 の 1 相当りの電流容量が増大するため、OPGW10 に誘起される誘導電流が大きくなる。例えば、電力線 50 の 1 相当りの導体 500 の本数は、1 本以上 8 本以下であり、本実施形態では、電力線 50 の 1 相当りの導体数は、4 本である。なお、電力線 50 の 1 相当りの導体数が 4 本である大きな線路では、OPGW10 は例えば 2 条設けられる。

【0058】

50

また、電力線 50 の相配列も OPGW10 の誘導電流に影響を与える。

【0059】

図 5 に示されているように、鉄塔 80 には、3 相交流の 2 回線の電力線（送電本線）50 が架線されている。図中左側の電力線 50 を 1 号線 51a, 51b, 51c、右側の電力線 50 を 2 号線 52a, 52b, 52c とすると、各電力線 50 の 3 相の相配列は、それぞれ独立して決めることができる。

【0060】

1 号線 51a, 51b, 51c、および 2 号線 52a, 52b, 52c をそれぞれ同相に配列すると（2 回線同相配列）、OPGW10 に誘起される誘導電流が大きくなる。そのため、1 号線と 2 号線とを逆相に配列して OPGW に誘起される誘導電流を小さくする場合が多い。本実施形態では、例えば誘導電流が大きくなる厳しい条件として、2 回線同相配列とする。

10

【0061】

以上のような電力線 50 の架線条件では、OPGW10 に誘起される誘導電流によって OPGW10 の常時温度が上昇しやすい可能性がある。さらに、これに重畳して、OPGW10 に大きな地絡電流が流れることによって OPGW10 の瞬時温度が上昇しやすい可能性がある。本実施形態では、OPGW10 の地線部 30 が 2 層以上で構成され、上述のように地線部 30 に導電率が高い第 1 素線 320 が設けられることにより、OPGW10 の電気抵抗を低下させることができる。したがって、上記のような電力線 50 の架線条件であっても、誘導電流による常時温度の上昇や、大きな地絡電流による瞬時温度の上昇を抑制することができる。

20

【0062】

（OPGW の架線条件）

本実施形態の OPGW10 は、鉄塔 80 の頂部に接続クランプ（不図示）を介して架線される。上述のように、OPGW10 は、例えば 2 条設けられる。本実施形態の OPGW10 は、例えば以下の条件を満たすように架線される。

【0063】

電力線 50 の送電中に、電力線 50 から誘起される誘導電流のジュール熱によって上昇する OPGW10 の（地線部 30 の）温度は、100℃ 以下である。

【0064】

30

また、OPGW10 の最大使用張力は、電力線 50 の温度が最低温度（例えば -15℃）のときに、OPGW10 の弛度が電力線 50 の弛度の 80% となるように設定される。このとき、OPGW10 の最大使用張力の、OPGW10 の引張荷重に対する安全率は 2.5 以上を確保することが電気設備の技術基準（「電技」と呼ぶ）に規定されており、ここでは、高低差等に対する裕度を考慮して、安全率は例えば 2.8 である（言い換えれば、OPGW10 の最大使用張力は OPGW10 の引張荷重の $1/2.8$ 倍である）。

【0065】

また、地絡時の OPGW10 の電流、および OPGW10 への通電時間は、線路設計によって決められる。例えば、地絡時の OPGW10 の電流を 32kA、OPGW10 への通電時間を 0.34 秒としたとき、OPGW10 の（地線部 30 の）瞬時（到達）温度は、200℃ 以下である。また、OPGW10 の温度が当該瞬時温度となったときの OPGW10 の弛度は、電力線 50 の弛度以下である。

40

【0066】

（4）光ファイバ複合架空地線の製造方法

次に、本実施形態に係る OPGW10 の製造方法について説明する。

【0067】

（光ファイバ素線形成工程）

まず、光ファイバ線引機を用い、光ファイバプリフォームを加熱炉で熔融し延伸することにより、光ファイバ 110 を形成する。次に、延伸した光ファイバ 110 の外周に紫外線硬化型のシリコン樹脂を被覆して紫外線を照射することを順次 2 回行うことにより、

50

第1ファイバ被覆層140および第2ファイバ被覆層150を形成する。このように形成された光ファイバ素線100の中間体を金属製のボビンに巻取り、このボビンを恒温槽に投入し、例えば120℃30分間の熱処理を行う。以上により、光ファイバ素線100を形成する。

【0068】

(光心線形成工程)

光ファイバ素線100を例えば3本撚り合せ、光ファイバ素線100の外周を覆うように、例えばフッ素系樹脂を含む素線被覆層210を形成する。これにより、光心線200を形成する。

【0069】

(光ユニット部形成工程)

予め軸方向に螺旋状の溝部が形成されたスペーサ280を準備しておき、スペーサ280の溝部に光心線200を挿通させる。次に、光心線200が溝部に挿通されたスペーサ280の外側に、アルミニウムからなるテープを縦添えしてテープ同士の接合部を連続的に溶接および伸管することにより、保護管290を形成する。以上により、光ユニット部20を形成する。

【0070】

(第1素線形成工程)

円形の開口を有する伸線ダイスを用い、伸線機により、耐熱アルミニウム合金(TAL)からなる第1素線320を形成する。

【0071】

(第2素線形成工程)

円形の開口を有する伸線ダイスを用い、伸線機により、銅からなり銅線440となる銅線用線材を形成する。次に、熱間押出法により、銅線440となる銅線用線材に被覆層460となるアルミニウムを被覆して複合線材を形成する。次に、得られた複合線材を伸線機によって伸線することにより、AC線からなる第2素線420を形成する。

【0072】

(撚り合せ工程)

次に、光ユニット部20を中心に配置し、光ユニット部20の外周を覆うように、例えば6本の第1素線320を撚り合わせることににより、第1地線層300を形成する。次に、第1地線層300の外周を覆うように、例えば12本の第2素線420を撚り合わせることににより、第2地線層400を形成する。

【0073】

以上により、本実施形態に係るOPGW10が製造される。

【0074】

(5) 本実施形態に係る効果

本実施形態やその変形例によれば、以下に示す1つ又は複数の効果を奏する。

【0075】

(a) 本実施形態によれば、光ユニット部20の外側に設けられる地線部30は、導電率が50% IACS以上である第1素線320と、単位長さ当たりの溶融エネルギーEが550 J/cmより大きい第2素線420と、を有する。これにより、OPGW10の耐雷性(落雷による耐溶損性)を維持しつつOPGW10の導電率を高くすることにより、OPGW10に耐熱温度が低い光ファイバ素線100を組み込むことができる。

【0076】

ここで、比較例として、これまでのOPGWについて考える。

【0077】

OPGWでは、電力線の電流によってOPGWに誘導電流が誘起されるため、常時的にOPGWが発熱する可能性がある。また、OPGWでは、雷の直撃によって素線の溶損や断線が発生する可能性がある。さらに、電力線の地絡時には、電力線とOPGWとが閉回路を形成しOPGWに地絡電流が流れることによって、瞬時的にOPGWが発熱する可能

10

20

30

40

50

性がある。

【0078】

そこで、これまでのOPGWでは、地線部における全ての素線が、雷撃を受けた際に溶損や溶融による断線が起こりにくいAC線により構成されていた。しかしながら、地線部における全ての素線がAC線で構成されることによって、これまでのOPGWの導電率は低くなっていた。このため、これまでのOPGWでは、電力線から誘起される誘導電流のジュール熱によって、OPGWの温度が上昇しやすかった。

【0079】

したがって、これまでのOPGWに組み込まれる光心線は、例えば上記した特許文献1に記載のように、常時150℃、瞬時300℃に耐えうるよう構成されていた。例えば、これまでのOPGWに組み込まれる光ファイバ素線では、耐熱温度を高くするために、ファイバ被覆層がシリコーン樹脂からなる層とフッ素樹脂からなる層との2層により構成されていたり、ファイバ被覆層がポリイミド樹脂により構成されていたりしていた。また、光心線における素線被覆層が耐熱温度の高いフッ素系樹脂により構成されていた。このような高耐熱性を有する光心線は、OPGWの用途に限定され、それ以外の分野ではほとんど使われていなかったため、高価なものとなっていた。

【0080】

これに対して、本実施形態によれば、地線部30を構成する第1素線320の導電率が50%IACS以上であることにより、第1素線320において、電力線(50)から誘起される誘導電流、または地絡時の電流によるジュール熱の発生が抑制される。これにより、OPGW10の温度上昇が抑制される。具体的には、第2素線420が、溶融エネルギーが550J/cm以上を満たす例として、直径が4.0mmの40ACであるとき、第1素線320の導電率が50%IACS以上であることにより、OPGW10全体としての等価導電率を44%IACS以上とすることができ、OPGW10の常時温度を100℃以下、瞬時温度を200℃以下とすることができる。したがって、OPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を、これまでのOPGWに組み込まれていた光心線の耐熱温度よりも低下させることができる。

【0081】

また、地線部30を構成する第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーは、550J/cmより大きい。すなわち、第2素線420の単位長さ当たりの溶融エネルギーは、冬季雷による素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーより大きい。これにより、第2素線420が耐雷性を有するようになる。したがって、落雷時にも、第2素線420は、溶融することが抑制され、OPGW10の張力を負担し続けることができる。

【0082】

このように、OPGW10の地線部30に第1素線320が設けられることによってOPGW10の導電率が高くなることでOPGW10の温度上昇が抑制され、第2素線420が設けられることによってOPGW10の耐雷性が確保される。これにより、OPGW10に耐熱温度が低い光心線200を組み込むことができる。したがって、本実施形態では、耐熱温度が高い高価な光心線を使用することを回避することができ、OPGW10の製造コストが増大することを抑制することができる。

【0083】

(b) 本実施形態によれば、OPGW10に併設される電力線50の公称電圧は、187kV以上である。このとき、OPGW10の地線部30は、2層以上で構成される。

【0084】

ここで、比較例として、OPGWに併設される電力線の公称電圧が66kV以上154kV以下である場合について考える。この比較例の場合では、電力線の電流が小さく、OPGWに誘起される誘導電流が小さい。また、比較例のOPGWは、いわゆる抵抗接地される。すなわち、3相交流の中性点と大地との間には大きな電気抵抗が挿入され、地絡時のOPGWの電流が抑制される。したがって、比較例のOPGWでは、地線部を電気抵抗の高い1層のみで構成することができ、OPGWの耐熱温度は、連続90℃、瞬時120

10

20

30

40

50

℃程度とされる。このように、電力線の公称電圧の違いや接地方式の違いにより、OPGWの耐熱温度を低くすることができる場合がある。

【0085】

これに対して、OPGW10に併設される電力線50の公称電圧が187kV以上である場合では、上述したように、電力線50の電流が大きく、OPGW10に誘起される誘導電流が大きい。また、この場合では、OPGW10は、いわゆる直接接地される。すなわち、3相交流の中性点と大地との間は直接接続されており、地絡時にはOPGWに大きな地絡電流が流れる。したがって、電力線50の公称電圧が187kV以上である場合では、OPGW10に誘起される誘導電流によってOPGW10の常時温度が上昇しやすく、大きな地絡電流が流れることによってOPGW10の瞬時温度が上昇しやすい可能性がある。

10

【0086】

そこで、本実施形態によれば、OPGW10の地線部30が2層以上で構成され、上述のように地線部30に導電率が高い第1素線320が設けられることにより、OPGW10全体としての電気抵抗を低下させることができる。これにより、電力線50の公称電圧が187kV以上である場合であっても、誘導電流による常時温度の上昇や、大きな地絡電流による瞬時温度の上昇を抑制することができる。したがって、本実施形態は、電力線50の公称電圧が187kV以上である場合に特に有効である。

【0087】

(c) 本実施形態によれば、地線部30は、光ユニット部20の外側に第1素線320が複数撚り合わせられて設けられる第1地線層300と、第1地線層300の外側に第2素線420が複数撚り合わせられて設けられる第2地線層400と、を有する。

20

【0088】

ここで、比較例として、本実施形態とは反対に、地線部の外側に位置する第2地線層に、導電率が高い第1素線が設けられ、地線部の内側に位置する第1地線層に耐雷性を有する第2素線が設けられる場合について考える。OPGWが雷撃を受けたとき、雷撃のアーチ電流は真っ先に地線部の外側の層（第2地線層）に及ぶ。第2地線層に設けられた導電率が高い第1素線は、十分な耐雷性を有していないため、第2地線層の第1素線が溶断してしまう可能性がある。

【0089】

これに対して、本実施形態によれば、導電率が高い第1素線320により構成される第1地線層300が、耐雷性を有する第2素線420により構成される第2地線層400によって覆われる。OPGW10が雷撃を受けたとき、耐雷性が低い第1素線320からなる第1地線層300は、第2地線層400によって保護される。したがって、第1地線層300の第1素線320が溶断することを抑制することができる。

30

【0090】

(d) 本実施形態によれば、具体的には、OPGW10の（全体としての）単位長さ当たりの電気抵抗は、 $0.140\Omega/\text{km}$ 以下である。これにより、OPGW10の常時温度を 100°C 以下、瞬時温度を 200°C 以下とすることができる。したがって、OPGW10に組み込まれる光心線200の耐熱温度を低下させることができる。

40

【0091】

<本実施形態の変形例>

上述の第1実施形態では、光心線200がいわゆる固定型3心一括光心線である場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、以下の変形例のような光心線および光ユニット部の構成が考えられる。なお、光ファイバ素線100の構成は第1実施形態と同様である。以下の変形例では、第1実施形態と異なる要素についてのみ説明し、第1実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、その説明を省略する。

【0092】

(変形例1)

図3(b)は、本実施形態に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。図3

50

(b)に示されているように、変形例1の光心線202は、いわゆる固定型6心一括光心線である。

【0093】

光心線202の中心には、中心介在物222が設けられる。中心介在物222は、例えばFRPからなる。中心介在物222の外側には、例えば6本の光ファイバ素線100が撚り合わせられる。また、光ファイバ素線100の外周を覆うように、素線被覆テープ232が設けられる。素線被覆テープ232は、例えばフッ素系樹脂を含む。

【0094】

また、変形例1の光ユニット部22のスペーサ282には、例えば5つの溝部が設けられる。スペーサ282の溝部のそれぞれに、光心線202が挿通される。

10

【0095】

変形例1のように、光ユニット部22は、第1実施形態の光ユニット部20よりも多くの光ファイバ素線100を有していても良い。

【0096】

(変形例2)

図4(a)は、変形例2に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。図4(a)に示されているように、変形例2の光心線204は、いわゆる非固定型一括光心線である。

【0097】

光心線204の中心には、テンションメンバ224が設けられる。テンションメンバ224は、例えばFRPからなる。テンションメンバ224の外側には、例えば12本の光ファイバ素線100が撚り合わせられる。また、光ファイバ素線100の外周を覆うように、素線被覆層214が設けられる。素線被覆層214は、例えばフッ素系樹脂を含む。

20

【0098】

また、変形例2の光ユニット部24では、保護管290内に空隙をあけて光心線204が挿通される。なお、変形例2の場合では、保護管290は、アルミニウムからなる場合のほか、ステンレス、鋼からなってもよい。また、保護管290は、アルミニウムが被覆されたステンレス管であってもよい。

【0099】

変形例2によれば、光心線204が保護管290内を移動することができるため、光心線204の引き換えが可能である。

30

【0100】

(変形例3)

図4(b)は、変形例3に係る光ユニット部の軸方向と直交する断面図である。図4(b)に示されているように、変形例3の光心線206も、変形例2と同様に、いわゆる非固定型一括光心線である。

【0101】

光心線206の中心には、中心介在物226が設けられる。中心介在物226は、例えばFRPからなる。中心介在物226の外側には、例えば6本の光ファイバ素線100が撚り合わせられる。また、光ファイバ素線100の外周を覆うように、テンションメンバとして機能する素線被覆層216が設けられる。素線被覆層216は、例えばFRPからなる。

40

【0102】

また、変形例3の光ユニット部26では、変形例2と同様に、保護管290内に空隙をあけて光心線204が挿通される。

【0103】

変形例3の光ユニット部26のように、光ファイバ素線100の外側にテンションメンバが設けられていても良い。

【0104】

<本発明の第2実施形態>

50

図6を用い、本発明の第2実施形態について説明する。図6は、本実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

【0105】

本実施形態は、第1地線層302の構成が第1実施形態と異なる。以下、第1実施形態と異なる要素についてのみ説明し、第1実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0106】

(1) 光ファイバ複合架空地線の構造

図6に示されているように、本実施形態のOPGW12において、光ユニット部20の外側に設けられる第1地線層302は、例えば断面が扇形である第1素線322を有する。第1素線322は、径方向に沿った側面を有する。なお、「径方向に沿った」とは、「径方向の成分を有する方向に設けられた」と言い換えることができる。第1地線層302に撚り合わせられる複数の第1素線322は、互いに側面で接する（面接触する）。これにより、第1地線層302において、第1素線322が密に充填される。

【0107】

複数の第1素線322が周方向に並んで設けられることによって形成される第1地線層302の内周面は、光ユニット部20の保護管290の外周面に沿った曲面を形成する。第1地線層302の内周面は、光ユニット部20の保護管290に接する（面接触する）。

【0108】

(2) 本実施形態に係る効果

本実施形態によれば、第1地線層302に撚り合わせられる複数の第1素線322は、互いに側面で接する（面接触する）。第1地線層302において、第1素線322が密に充填される。第1地線層302における第1素線322の断面積を大きくすることができ、第1地線層302の電気抵抗を低くすることができる。第1地線層302において、電力線(50)から誘起される誘導電流、または地絡時の電流によるジュール熱の発生がさらに抑制される。したがって、OPGW10の温度上昇を安定的に抑制することができる。

【0109】

<本発明の第3実施形態>

図7を用い、本発明の第3実施形態について説明する。図7は、本実施形態に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。

【0110】

本実施形態は、第2地線層404の構成が第1実施形態と異なる。以下、第1実施形態と異なる要素についてのみ説明し、第1実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0111】

図7に示されているように、本実施形態のOPGW14において、第2地線層404における第2素線424の本数は、第1実施形態の第2素線の本数よりも少なく、例えば10本である。また、第2素線424の直径は、第1実施形態の第2素線の直径よりも大きく、例えば5.3mmである。

【0112】

本実施形態によれば、上述のように、第2素線424の本数が少なく、第2素線424の直径が大きい場合であっても、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0113】

<本発明の他の実施形態>

以上、本発明の実施形態および変形例について具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態および変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

【0114】

上述の実施形態では、OPGW10の地線部30が2層（第1地線層300および第2地線層400）により構成される場合について説明したが、OPGWの地線部は3層以上の地線層を有していても良い。

【0115】

また、上述の実施形態では、OPGW10の第2素線420がAC線からなる場合について説明したが、第2素線の単位長さ当たりの溶融エネルギーが 550 J/cm より大きければ、第2素線はAC線以外であってもよい。例えば、第2素線はアルミニウム被覆インバ線であってもよい。この場合、アルミニウム被覆インバ線の溶解エネルギーを求めるには、式(2)において、 C_{Fe} をインバの比熱、 T_2 をインバの融点、 δ_{Fe} をインバの融解熱、 W_{Fe} をインバからなる鋼線部の単位長さ当たりの重量に置き換えればよい。

10

【0116】

また、上述の実施形態では、第1素線320が耐熱アルミニウム合金からなる場合について説明したが、第1素線は、導電率が $50\% \text{ IACS}$ 以上であれば、アルミニウム被覆鋼線からなってもよい。

【0117】

また、上述の実施形態では、第2地線層400を構成する第2素線420の断面は円形である場合について説明したが、第2地線層を構成する第2素線の断面は扇形など異形形状であってもよい。

【0118】

また、上述の実施形態では、光ユニット部20は保護管290を有する場合について説明したが、光ユニット部は保護管を有していなくても良い。

20

【0119】

また、上述の実施形態では、光ファイバ素線100のファイバ被覆層は2層（140, 150）設けられる場合について説明したが、光ファイバ素線のファイバ被覆層は1層のみであってもよい。

【0120】

また、上述の実施形態では、光心線200の光ファイバ素線100の外周を覆うように素線被覆層210が設けられる場合について説明したが、光ファイバ素線は、素線被覆層によって覆われていない状態で、スペーサの溝部に収容されていてもよい。変形例3および4においても、光ファイバ素線は、素線被覆層によって覆われていない状態で、保護管内に収容されていてもよい。

30

【実施例】

【0121】

(1) OPGWの構成

以下の表1に示されているように、図1に示された第1実施形態に相当するサンプル1のOPGWを設計し、 500 kV 、 $\text{TACSR } 410\text{ mm}^2$ の1相当たり4導体、2回線同相配列された電力線に併設した場合の温度、弛度特性等を検討（評価）した。

【0122】

【表 1】

項目	区分	単位	サンプル1
構成	第2地線層	本/mm	40AC 12/4.5
	第1地線層	本/mm	TAL 6/4.5
	光ユニット部	本/mm	1/4.5
外径		mm	22.5
断面積		mm ²	286.2
質量		kg/km	1195
引張荷重		kgf	13410
電気抵抗		Ω/km	0.131
抵抗温度係数		1/°C	0.004
弾性係数		kgf/mm ²	9500
線膨張係数		×10 ⁻⁶ /°C	17.2
交直抵抗比		-	1.2
熱容量			7.76
等価導電率		%IACS	45.99

10

電力線			サイズ	T410x4 130℃
			配列	2cct同相
			A/相	4824
最大使用張力		電力線	kgf	5000
		OPGW	kgf	4790(S.f=2.8)
常時	地線部誘導電流		比率	10%
			A	482.4
	OPGW温度		℃	96
地絡時	地絡条件		-	32kAx0.34s
	到達温度		℃	184
弛度	-15℃	電力線	m	10.4
		OPGW	m	7.89
		比率	%	76%
	電力線	130℃	m	16.02
	OPGW	地絡時	℃	184
			m	15.33
	S=400m	弛度差	m	0.69

20

【0 1 2 3】

また、以下の表 2 に示されているように、図 2 に示された第 2 実施形態に相当するサンプル 2 の O P G W を設計し特性検討をした。

【0 1 2 4】

【表 2】

項目	区分	単位	サンプル2
構成	第2地線層	本/mm	40AC 12/4.5
	第1地線層	本/mm	SBTAL 6/(4.93)
	光ユニット部	本/mm	1/4.5
外径		mm	22.5
断面積		mm ²	305.3
質量		kg/km	1248
引張荷重		kgf	13690
電気抵抗		Ω /km	0.121
抵抗温度係数		1/°C	0.004
弾性係数		kgf/mm ²	9300
線膨張係数		×10 ⁻⁶ /°C	17.4
交直抵抗比		-	1.2
熱容量			8.3
等価導電率		%IACS	46.75

電力線		サイズ	T410x4 130°C
		配列	2cct同相
		A/相	4824
最大使用張力	電力線	kgf	5000
	OPGW	kgf	4890(S.f=2.8)
常時	地線部誘導電流	比率	10%
		A	482.4
	OPGW温度	°C	92
地絡時	地絡条件	-	32kAx0.34s
	到達温度	°C	167
弛度	-15°C	電力線	m
		OPGW	m
		比率	%
	電力線	130°C	m
	OPGW	地絡時	°C
			m
	S=400m	弛度差	m

【0 1 2 5】

また、以下の表3に示されているように、図3に示された第3実施形態に相当するサンプル3のOPGWを設計し特性検討をした。

【0 1 2 6】

【表 3】

項目	区分	単位	サンプル3
構成	第2地線層	本/mm	40AC 10/5.3
	第1地線層	本/mm	TAL 6/4.1
	光ユニット部	本/mm	1/4.2
外径		mm	23.0
断面積		mm ²	299.8
質量		kg/km	1288
引張荷重		kgf	15050
電気抵抗		Ω /km	0.129
抵抗温度係数		1/°C	0.004
弾性係数		kgf/mm ²	9830
線膨張係数		x10 ⁻⁶ /°C	16.8
交直抵抗比		-	1.2
熱容量			8.21
等価導電率		%IACS	44.58

10

電力線		サイズ	T410x4 130°C
		配列	2cct同相
		A/相	4824
最大使用張力	電力線	kgf	5000
	OPGW	kgf	5380(S.f=2.8)
常時	地線部誘導電流	比率	10%
		A	482.4
	OPGW温度	°C	95
地絡時	地絡条件	-	32kAx0.34s
	到達温度	°C	176
弛度	-15°C	電力線	m
		OPGW	m
		比率	%
	電力線	130°C	m
		°C	176
	OPGW	地絡時	m
			14.34
	S=400m	弛度差	m

20

【0127】

また、以下のように、これまで用いられてきたOPGWの一例として、比較例のOPGWについて検討した。

【0128】

ここで、図8は、比較例に係る光ファイバ複合架空地線の軸方向と直交する断面図である。図8に示されているように、比較例のOPGW90は、光ユニット部92と、地線部93と、を有する。地線部93の構成が、第1実施形態と異なり、地線部93における全ての素線(932, 942)は、AC線により構成される。例えば、第1地線層930は、断面が扇形のAC線からなる第1素線932を有し、第2地線層940は、断面が円形のAC線からなる第2素線942を有する。

30

【0129】

以下の表4に示されているように、図8に示された比較例のOPGWについて、サンプル1と同条件での温度、弛度特性等を検討した。

【0130】

【表 4】

項目	区分	単位	比較例
構成	第2地線層	本/mm	40AC 12/4.2
	第1地線層	本/mm	40AC 9/(3.41)
	光ユニット部	本/mm	1/6.5
外径		mm	21.0
断面積		mm ²	248.4
質量		kg/km	1243
引張荷重		kgf	15640
電気抵抗		Ω /km	0.176
抵抗温度係数		1/°C	0.004
弾性係数		kgf/mm ²	11100
線膨張係数		×10 ⁻⁶ /°C	15.5
交直抵抗比		-	1.2
熱容量			7.18
等価導電率		%IACS	39.44

10

電力線		サイズ	T410x4 130°C
		配列	2cct同相
		A/相	4824
最大使用張力	電力線	kgf	5000
	OPGW	kgf	5586(S.f=2.8)
常時	地線部誘導電流	比率	10%
		A	482.4
	OPGW温度	°C	114
地絡時	地絡条件	-	32kAx0.34s
	到達温度	°C	259
弛度	-15°C	電力線	m
		OPGW	m
		比率	%
	電力線	130°C	m
	OPGW	地絡時	°C
	S=400m	弛度差	m
			0.69

20

【0131】

また、以下の表5に示されているように、上記したサンプル1および2に加え、光ユニット部および地線部の構成はサンプル1および2と同じで、断面積が異なる（すなわち、電気抵抗の異なる）サンプル4，5，6のOPGWを設計し、サンプル1と同条件での常時および瞬時の到達温度を検討した。

30

【0132】

【表 5】

実施例		サンプル4	サンプル5	サンプル6	サンプル1	サンプル2
外径	mm	20	21	21	22.5	22.5
断面積	mm ²	226.2	250.3	265.3	286.2	305.3
電気抵抗	Ω /km	0.166	0.153	0.141	0.131	0.121
温度	常時	°C	112	105	101	96
	瞬時	°C	272	230	207	184

【0133】

(2) 評価内容の詳細

上記したサンプルおよび比較例のOPGWにおいて、以下のような評価を行った。

40

【0134】

併設した電力線に1相当たり4824Aの電流を流したときの、サンプルおよび比較例のそれぞれのOPGWの常時温度を評価した。このとき、それぞれの地線部には、電力線1相当たりに流れる電流の10%に相当する誘導電流（482.4A）が誘起されるものとした。

【0135】

また、電力線50に地絡が生じ、電流を32kA、OPGW10への通電時間を0.34秒としたときの、サンプルおよび比較例のそれぞれのOPGWの瞬時（到達）温度を評価した。

【0136】

50

(3) 評価結果

表4に示されているように、比較例のOPGWでは、常時温度が114℃であり、瞬時温度が259℃だった。このため、比較例のOPGWに組み込まれる光心線の耐熱温度は、常時150℃、瞬時300℃であることが必要となることが分かる。

【0137】

これに対して、表1～3に示されているように、サンプル1～3では、それぞれ、OPGWの常時温度が96℃、92℃、95℃であり、OPGWの瞬時温度が184℃、167℃、176℃であった。すなわち、サンプル1～3のいずれにおいても、OPGWの温度が常時100℃以下、瞬時200℃以下であった。したがって、サンプル1～3のOPGWに組み込まれる光心線の耐熱温度を、比較例のこれまでのOPGWに組み込まれていた光心線の耐熱温度よりも低下させることができることが分かる。

10

【0138】

なお、サンプル2のOPGWの常時温度および瞬時温度が最も低かった。サンプル2のOPGWでは、第1地線層における第1素線の断面が扇形に形成され、第1素線の断面積が大きかった。したがって、サンプル2のOPGWでは、第1地線層の導電率（OPGWの等価導電率）を高くすることができ、第1地線層において、電力線から誘起される誘導電流、地絡時の電流によるジュール熱の発生がさらに抑制されたことにより、サンプル2のOPGWの常時温度および瞬時温度を低くすることができたと考えられる。

【0139】

表5に示されているように、OPGWの断面積が大きくなるにつれて（すなわち、OPGWの単位長さ当たりの電気抵抗が小さくなるにつれて）、OPGWの常時温度および瞬時温度が低くなっていた。特にOPGWの単位長さ当たりの電気抵抗が0.140Ω/km以下であるサンプル1、2では、いずれもOPGWの温度が常時100℃以下、瞬時200℃以下となった。したがって、OPGWの単位長さ当たりの電気抵抗は、0.140Ω/km以下であることが好ましいと考えられる。

20

【0140】

以上のように、本発明によれば、耐熱温度が低い光心線を組み込むことができるOPGWを提供することができる。

【符号の説明】

【0141】

- 10 光ファイバ複合架空地線（OPGW）
- 20, 22, 24, 26 光ユニット部
- 30 地線部
- 50 電力線（送電本線）
- 51a, 51b, 51c 1号線
- 52a, 52b, 52c 2号線
- 80 鉄塔
- 100 光ファイバ素線
- 110 光ファイバ
- 120 コア
- 130 クラッド
- 140 第1ファイバ被覆層
- 150 第2ファイバ被覆層
- 200, 202, 204, 206 光心線
- 210, 214, 216 素線被覆層
- 222, 226 中心介在物
- 224 テンションメンバ
- 232 素線被覆テープ
- 280, 282 スペーサ
- 290 保護管

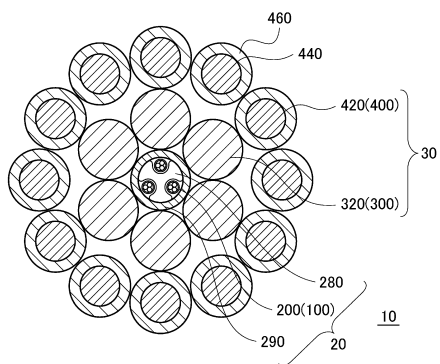
30

40

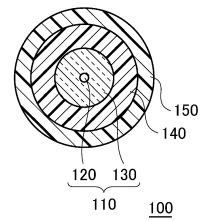
50

3 0 0 第 1 地線層
 3 2 0, 3 2 2 第 1 素線
 4 0 0, 4 0 4 第 2 地線層
 4 2 0, 4 2 4 第 2 素線
 4 4 0 銅線
 4 6 0 被覆層
 5 0 0 導体

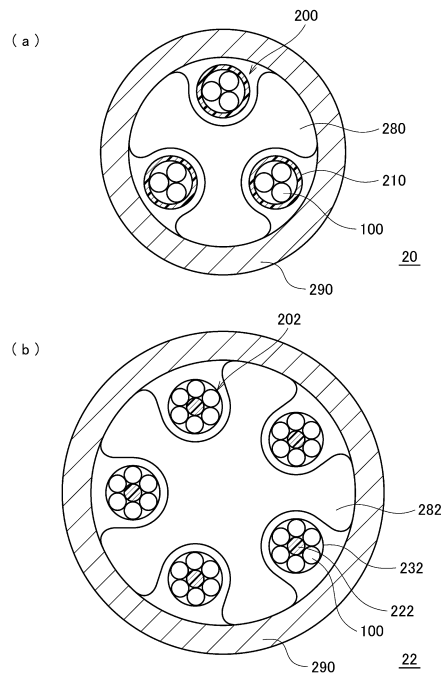
【図 1】



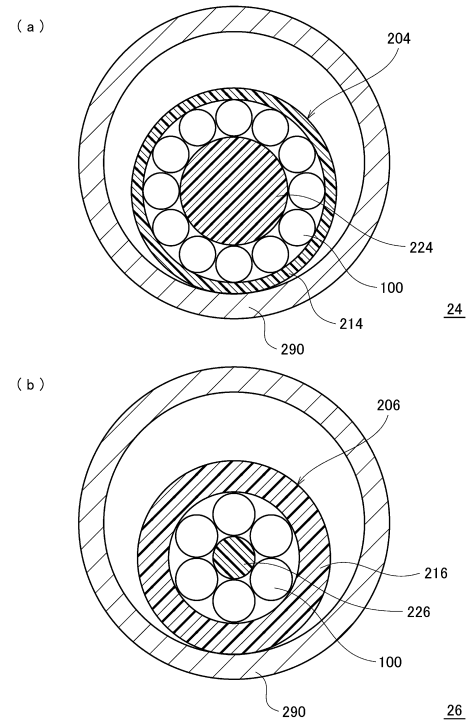
【図 2】



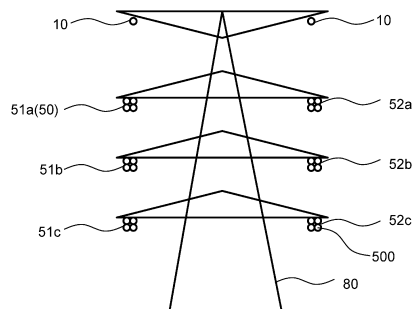
【図 3】



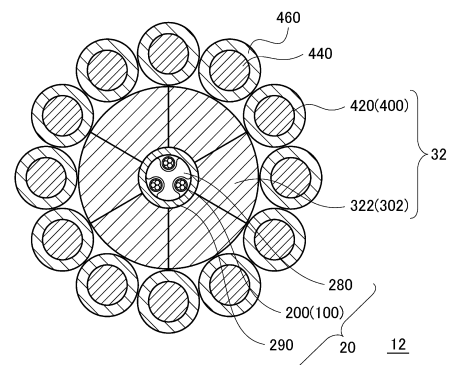
【図 4】



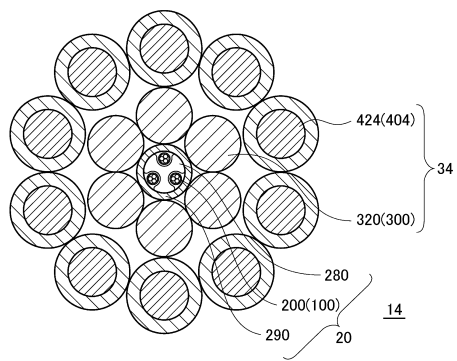
【図 5】



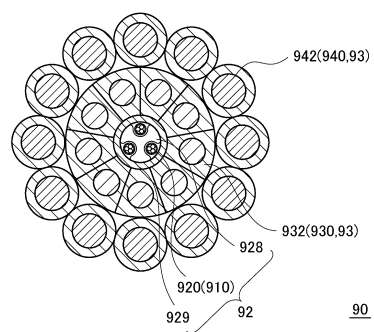
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 渡部 雅人

東京都港区三田三丁目13番16号 株式会社ジェイ・パワーシステムズ内

審査官 和田 財太

(56)参考文献 特開昭61-252513 (JP, A)

特開平05-062522 (JP, A)

特開2008-251267 (JP, A)

特開平09-073029 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 7/00

H01B 11/22