

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-529313

(P2009-529313A)

(43) 公表日 平成21年8月13日(2009.8.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
HO2G 1/02 (2006.01) HO2G 1/02 301A
 HO2G 1/02 301L

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2008-558280 (P2008-558280)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月16日 (2007.2.16)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年9月8日 (2008.9.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/004016
 (87) 国際公開番号 W02007/102976
 (87) 国際公開日 平成19年9月13日 (2007.9.13)
 (31) 優先権主張番号 11/276,607
 (32) 優先日 平成18年3月7日 (2006.3.7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

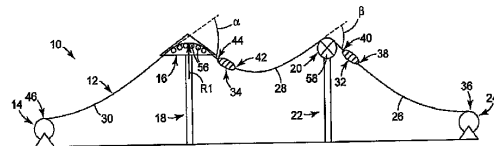
(71) 出願人 599056437
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国 55133-3427
 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム
 センター ポスト オフィス ボックス
 33427
 (74) 代理人 100084146
 弁理士 山崎 宏
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100118625
 弁理士 大島 康
 (74) 代理人 100065259
 弁理士 大森 忠孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スプライスされた送電ケーブルの設置

(57) 【要約】

送電ケーブルの設置方法は、第一端部から第二端部まで延びる送電ケーブルを提供する工程を含む。ケーブルは、第一端部と第二端部との間に柔軟なフルテンション型スプライスを含む。さらに、送電ケーブルは、少なくとも1つの複合ワイヤを含む。さらに、柔軟なフルテンション型スプライスは、第一滑車アセンブリを越えて引かれる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの複合ワイヤを含み、第一端部と第二端部とを有する第一ケーブルを提供する工程と、

少なくとも 1 つの複合ワイヤを含み、第一端部と第二端部とを有する第二ケーブルを提供する工程であって、前記第一及び第二ケーブルの前記複合ワイヤの各々が、マトリクス材料内に複数の実質的に連続する長手方向に延びる繊維を含む工程と、

柔軟なフルテンション型スプライスを使用して、前記第一ケーブルの前記第二端部を前記第二ケーブルの前記第一端部に接合する工程と、

前記第一ケーブルの前記第一端部を、第一滑車アセンブリを越えて誘導する工程と、

前記第一ケーブルを、前記第一滑車アセンブリを越えて前記第一ケーブルの前記第二端部に引く工程と、

前記柔軟なフルテンション型スプライスを、前記第一滑車アセンブリを越えて引く工程とを含む、送電ケーブルを設置する方法。

【請求項 2】

前記複数の実質的に連続する長手方向に延びる繊維が、セラミック繊維、炭素繊維、及びそれらの混合物の 1 つから選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記複合ワイヤの各々の前記マトリクス材料が、アルミニウム、チタン、亜鉛、スズ、マグネシウム、及びそれらの合金の 1 つから選択される金属である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記複合ワイヤの各々のマトリクス材料がポリマーである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記柔軟なフルテンション型スプライスが、螺旋棒のフルテンション型スプライスである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記柔軟なフルテンション型スプライスが、約 10 ~ 40 度の範囲のブレークオーバー角にて、前記第一滑車アセンブリを越えて引かれる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第一及び第二ケーブル各々が定格破壊強度を有し、さらに前記柔軟なフルテンション型スプライスが、前記第一及び第二ケーブルの各々の定格破壊強度の約 5 % ~ 約 20 % の範囲の張力で前記第一滑車アセンブリを越えて引かれる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第一及び第二ケーブルの各々が鋼心を含まない、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第一滑車アセンブリが、円弧に沿って配置された滑車のアレイを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記滑車上で前記第一ケーブルの前記第一端部を誘導する工程が、

前記第一及び第二ケーブルを維持するリールから直接経路に沿って前記第一滑車アセンブリを越えて前記第一及び第二ケーブルを引く工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第一ケーブルの前記第一端部を、前記第一滑車アセンブリから前記第二滑車アセンブリを越えて誘導する工程であって、前記第一滑車アセンブリ及び第二滑車アセンブリが、スパン距離を画定するように相隔たる工程と、

前記第一ケーブルを、前記第二滑車アセンブリを越えて前記第一ケーブルの前記第二端部に引く工程と、

前記柔軟なフルテンション型スプライスを、前記第二滑車アセンブリを越えて引く工程とをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記スパン距離が約 6 1 ~ 約 4 8 8 m (約 2 0 0 ~ 約 1 , 6 0 0 フィート) の範囲である、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第一滑車アセンブリが少なくとも約 9 1 c m (3 6 インチ) の全体的な曲率半径を画定する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

第一端部から第二端部まで延び、前記第一端部と前記第二端部との間に柔軟なフルテンション型スプライスを含み、実質的に連続する長手方向に位置づけされる繊維の少なくとも 1 つの紡績束をマトリクス材料内に含む送電ケーブルを提供する工程と、

前記柔軟なフルテンション型スプライスを、前記第一滑車アセンブリを越えて引く工程とを含む、送電ケーブルを設置する方法。

【請求項 1 5】

前記柔軟なフルテンション型スプライスを、少なくとも 1 つの後続の滑車アセンブリを越えて引く工程をさらに含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記送電ケーブルが、前記第一端部から第二端部まで少なくとも約 2 9 9 m (9 8 0 フィート) の長さ延びる、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記柔軟なフルテンション型スプライスが、複数の螺旋巻き棒を含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 8】

実質的に連続する長手方向に位置づけされる繊維の紡績束が、セラミック繊維、炭素繊維、及びそれらの混合物から成る群から選択され、さらに前記マトリクス材料が、アルミニウムとその合金、チタンとその合金、亜鉛とその合金、スズとその合金、マグネシウムとその合金、及びポリマーから成る群から選択される、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記送電ケーブルが、第一の高さに位置づけされたリール上に提供され、さらに前記第一滑車アセンブリが、前記リールの前記第一の高さより高い第二の高さに維持される、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記送電ケーブルが、関連する滑車の最小直径を有し、さらに第一滑車が滑車の公称直径より大きい直径を有する、請求項 1 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

複合ワイヤは、通常、実質的に連続する長手方向に延びる繊維で補強されたマトリクス材料を含む。複合ワイヤの例には、繊維（例えば、炭素繊維及びセラミック繊維）で補強された金属マトリクス材料又はポリマーマトリクス材料が含まれる。高架送電ケーブルにおいていくつかの複合ワイヤを使用することは、特に興味深い。そのようなワイヤの多くの実施形態は、従来の伝送ケーブルより大きい電力伝送を提供することができ、それによって、既存の送電基礎構造を用いた増大した電力伝送容量を可能にした。

【背景技術】

【0 0 0 2】

設置中、伝送ケーブルが通常供給リール上に提供され、懸垂型鉄塔から吊るされる一連の滑車を越えてリールから引かれる。例えば、ケーブルを曲げながら過剰な張力を加えると、ケーブルのコアに損傷をもたらし得るので、滑車アセンブリを越えてケーブルを引くか又は別の方法でケーブルに張力を加える場合には、最小曲げ半径より小さい半径にケーブルを曲げないように、注意が払われる。一般に、ケーブル張力が増大すると、許容曲げ量は減少する。しかしながら、複合ワイヤを含む伝送ケーブルの最小曲げ強度は、通常、

10

20

30

40

50

複合ワイヤを利用しない従来の伝送ケーブルより高い。

【 0 0 0 3 】

その上、送電ケーブルは無限の長さでは入手不可能であるので、十分長いスパンのケーブルを提供するために、一連の送電ケーブルが一定間隔を空けて端部同士で接続される（すなわち、スプライスされる）。設置された送電ケーブルのスプライスが、フルテンション型スプライスであることが望ましい。さらに、滑車アセンブリを越えて伝送ケーブルを引く前に、フルテンション型スプライスで一連のケーブルの端部を接続することが望ましい。

【 0 0 0 4 】

鋼心ワイヤを有する従来の送電ケーブルに使用するスプライスは、通常、アルミニウム及び鋼管で形成される剛性の圧縮スプライスである。そのような圧縮スプライスの剛性は、スプライス自体に対する回復不能な曲げ、変形、若しくは別の方法による応力損傷誘発のいずれかの高い危険性、又は例えば剛性のスプライスに移る箇所でのスプライスされたケーブルの損傷の危険性なしに、滑車を越えてスプライスを引くことを妨げる。特に、「挟み込み点」、又は他の小さい曲げ半径点が剛性のスプライスの端部に形成され、そのために伝送ケーブルに損傷を与える高い危険性が生じる。

【 0 0 0 5 】

そのような影響を低減するために、各端部にゴム製ブッシングを備えたアルミニウム管で形成されるスプライスカバーが、剛性のスプライス及びスプライスされた鋼心ケーブルの損傷を低減するのに役立つように、これらの剛性のスプライス上に配置されることがある。しかしながらこの方法は、損傷の危険性が残るため、鋼心ケーブルには殆ど実施されない。

【 特許文献 1 】 米国特許第 4 , 9 5 4 , 4 6 2 号

【 特許文献 2 】 米国特許第 5 , 1 8 5 , 2 9 9 号

【 特許文献 3 】 米国特許第 6 , 4 6 0 , 5 9 7 号

【 特許文献 4 】 米国特許第 4 , 0 4 7 , 9 6 5 号

【 特許文献 5 】 米国特許第 3 , 7 9 5 , 5 2 4 号

【 特許文献 6 】 米国特許第 3 , 7 0 9 , 7 0 6 号

【 特許文献 7 】 米国特許第 5 , 5 0 1 , 9 0 6 号

【 特許文献 8 】 米国特許第 6 , 1 8 0 , 2 3 2 号

【 特許文献 9 】 米国特許第 6 , 2 4 5 , 4 2 5 号

【 特許文献 1 0 】 米国特許第 6 , 3 3 6 , 4 9 5 号

【 特許文献 1 1 】 米国特許第 6 , 5 4 4 , 6 4 5 号

【 特許文献 1 2 】 米国特許第 6 , 4 4 7 , 9 2 7 号

【 特許文献 1 3 】 米国特許第 6 , 3 2 9 , 0 5 6 号

【 特許文献 1 4 】 米国特許第 6 , 3 4 4 , 2 7 0 号

【 特許文献 1 5 】 米国特許第 6 , 4 8 5 , 7 9 6 号

【 特許文献 1 6 】 米国特許第 6 , 5 5 9 , 3 8 5 号

【 特許文献 1 7 】 米国特許第 6 , 7 9 6 , 3 6 5 号

【 特許文献 1 8 】 米国特許第 6 , 7 2 3 , 4 5 1 号

【 特許文献 1 9 】 米国特許第 6 , 6 9 2 , 8 4 2 号

【 特許文献 2 0 】 米国特許第 6 , 9 1 3 , 8 3 8 号

【 特許文献 2 1 】 米国特許出願番号 1 0 / 4 0 3 , 6 4 3

【 特許文献 2 2 】 米国特許出願番号 1 0 / 7 7 8 , 4 8 8

【 特許文献 2 3 】 米国特許出願番号 1 0 / 7 7 9 , 4 3 8

【 特許文献 2 4 】 米国特許出願番号 1 1 / 3 1 7 , 6 0 8

【 特許文献 2 5 】 米国特許出願番号 1 1 / 3 1 8 , 3 6 8

【 特許文献 2 6 】 米国特許出願番号 1 0 / 8 7 0 , 2 6 2

【 特許文献 2 7 】 国際公開番号 W O 2 0 0 3 / 0 9 1 0 0 8 A

【 特許文献 2 8 】 国際公開番号 W O 2 0 0 5 / 0 4 0 0 1 7 A

10

20

30

40

50

- 【特許文献 29】米国特許第 5, 171, 942 号
- 【特許文献 30】米国特許第 5, 554, 826 号
- 【特許文献 31】米国特許第 7, 093, 416 号
- 【特許文献 32】米国特許第 7, 131, 308 号
- 【特許文献 33】米国公開番号 2005/0181228 - A1
- 【特許文献 34】米国公開番号 2006/0102377 - A1
- 【特許文献 35】米国公開番号 2006/0102378 - A1
- 【特許文献 36】国際公開番号 WO97/00976

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

成形ワイヤ型のスプライスのような、より柔軟なフルテンション型スプライスが、複合ワイヤケーブルを接続するために使用されている。しかしながら、そのような柔軟なフルテンション型スプライスを滑車アセンブリを越えて引く方法は、以前には認識も採用もされていなかった。具体的には、柔軟なフルテンション型スプライスを滑車を越えて引く代わりに、スプライスされていないケーブルが滑車を越えて引かれ、後にスプライスされる。伝送ケーブルを滑車アセンブリ上に張りながら送電ケーブルの長さの間に一時的な機械接続を提供するために、ソックス型スプライスとしても記述される一時的なワイヤメッシュグリップの使用など、設置時の複合ワイヤケーブルの他の接続方法が使用される。

【0007】

20

これらのワイヤメッシュグリップを使用して形成された接続部は、ケーブル自身の定格破壊強度と比べて比較的強度であり、電氣的接続を提供しない。さらに、この種のワイヤメッシュグリップ接続を使用しても、メッシュグリップ型接続部及びケーブルの接続された長さが効果的に滑車アセンブリを越えて所定の位置に引かれることが可能な角度、張力、及び滑車の直径に関しては限度がある。例えば、設置中、ワイヤメッシュグリップの縁部でケーブルに対して損傷を与える可能性がある。

【0008】

滑車を越えて伝送ケーブルを位置づけた後、ワイヤメッシュグリップは通常、ケーブルの長さを接合するのに使用される恒久的なフルテンション型スプライスと交換される。しかしながら、伝送ケーブルの位置づけに続いてスプライスを後に設置することは、設置工程を追加する（追加の装置、時間、及び他の経費を含む）が、例えば設置者がケーブルの長さ間のスプライスのミッドスパンの設置に必要な必須のフィールドアクセスを有していない場合に問題となり得る。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本明細書に記載の本発明の一態様は、送電ケーブルを設置する方法を提供する。本発明による一実施形態では、送電ケーブルを設置する方法は、少なくとも1つの複合ワイヤを含む第一ケーブルを提供する工程を含む。第一ケーブルは、第一端部と第二端部とを有する。第二ケーブルも提供される。第二ケーブルは、少なくとも1つの複合ワイヤを含む。第二ケーブルも、第一端部と第二端部とを有する。第一及び第二ケーブルの複合ワイヤの各々は、マトリクス材料内に複数の実質的に連続する長手方向に延びる繊維を含む。第一ケーブルの第二端部は、柔軟なフルテンション型スプライスを使用して、第二ケーブルの第一端部に接合される。第一ケーブルの第一端部は、第一滑車アセンブリを越えて誘導され、第一滑車アセンブリを越えて第一ケーブルの第二端部に引かれる。

40

【0010】

本発明による別の実施形態では、送電ケーブルを設置する方法は、第一端部から第二端部に延びる送電ケーブルを提供する工程を含む。ケーブルは、第一端部と第二端部との間に柔軟なフルテンション型スプライスを含む。送電ケーブルは、実質的に連続する長手方向に位置づけされる繊維の少なくとも1つの紡績束をマトリクス内に含む。その上、柔軟なフルテンション型スプライスは、第一滑車アセンブリを越えて引かれる。

50

【0011】

驚くべきことに、実質的に連続する長手方向に位置づけられる繊維の少なくとも1つの紡績束をマトリクス内に含む、柔軟なフルテンション型スプライスを有する送電ケーブルを、ケーブル及びスプライスに重大な損傷を与えることなく滑車アセンブリを介して設置できることを、出願人は発見した。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下の「発明を実施するための最良の形態」では、本明細書の一部を形成する添付図面が参照され、本発明が実行され得る特定の実施形態が実例として示される。その際、「上部」、「下部」、「前部」、「後部」、「先端」、「後端」などのような方向に関する用語が、記載されている図の配向に関して使われる。本発明の実施形態の構成要素は多くの異なる配向に位置づけられ得るので、方向に関する用語は、説明のために使われるものであって、決して限定するものではない。他の実施形態を利用することもでき、また、構造的又は論理的な変更を、本発明の範囲から逸脱することなく行うことができることを理解すべきである。したがって、以下の「発明を実施するための最良の形態」は、限定的な意味で解釈されるべきではなく、また、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定義される。

【0013】

図1を参照すると、高架構成の架線伝送ケーブル12の代表的なケーブル設置システム10が示されている。システム10は、引張状態で伝送ケーブル12を供給する引張機14、第一懸垂型鉄塔18により保持される第一滑車アセンブリ16、第二懸垂型鉄塔22により保持される第二滑車アセンブリ20、並びに伝送ケーブル12を引張機14から第一及び第二滑車アセンブリ16、20を越えて引く牽引機24を含む。2つの滑車アセンブリだけが示されているが、システム10は、対応する懸垂形鉄塔又はその他の適切な構造体により保持される任意の望ましい数の更なる滑車アセンブリを所望により含むことを理解すべきである。

【0014】

一実施形態では、伝送ケーブル12は、第一ケーブル26、第二ケーブル28、及び第三ケーブル30を含む。また、伝送ケーブル12は、第一及び第二ケーブル26、28を接合する第一スプライス32、並びに第二及び第三ケーブル28、30を接合する第二スプライス34を含む。第一ケーブル26は、牽引機24により保持される先端部36から第一スプライス32内に一部分が配置される後端部38まで延びる。第二ケーブル28は、第一スプライス32内に一部分が配置される先端部40から第二スプライス34に一部分が配置される後端部42まで延びる。第三ケーブルも同様に、第二スプライス34に一部分が配置される先端部44から引張機14により保持される後端部46まで延びる。1つの代表的な実施例では、第一、第二、及び第三ケーブル26、28、30のそれぞれは、長さが少なくとも約300m(約980フィート)であるが、他の寸法も検討される。いくつかの実施形態では、第一、第二、及び第三ケーブル26、28、30のそれぞれは、長さが少なくとも約305、610、914、1219、1524、1829、2164、2438、2743m(1000、2000、3000、4000、5000、6000、7000、8000、9000フィート)、又はさらには少なくとも約3048m(10,000フィート)である。

【0015】

さらに、以下でより詳細に図3~6を参照して説明するように、第一、第二、及び第三ケーブルそれぞれを含む伝送ケーブルは、マトリクス材料内に複数の実質的に連続する長手方向に延びる強化繊維を含む少なくとも1つの複合ワイヤを含む。

【0016】

通常、コアの割合(すなわち、ケーブル全体に対するコアの面積比としてケーブル断面積に関して記述したように、ケーブル全体に対するコアの割合)は約5%~30%の範囲である。いくつかの実施形態において、ケーブル全体に対するコアの割合は、少なくとも

10

20

30

40

50

2%、少なくとも5%、8%、10%、12%、15%、18%、20%、22%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、又はさらには少なくとも60%である。

【0017】

代表的なマトリクス材料には、アルミニウム、チタン、亜鉛、スズ、マグネシウム、及びそれらの合金（例えば、アルミニウム及び銅の合金）などの金属マトリクス材料、並びにエポキシ、エステル、ビニルエステル、ポリイミド、ポリエステル、シアン酸エステル、フェノール樹脂、ビスマレイミド樹脂、及び熱可塑性プラスチックなどのポリマーマトリクスの材料が挙げられる。

【0018】

複合ワイヤを作製するための好適な連続する（すなわち、平均の繊維直径と比較すると相対的に無限の長さを有する）繊維の例には、アラミド繊維、ホウ素繊維、炭素繊維、セラミック繊維、グラファイト繊維、ポリ（P-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール）、タングステン繊維、及び形状記憶合金（すなわち、変態温度未満で双晶形成作用により変形可能な、マルテンサイト変態を受ける金属合金であって、かかる変形は、変態温度を超えて加熱すると双晶構造が元の状態に戻る場合、可逆性である）繊維が挙げられる。セラミック繊維には、ガラス、炭化ケイ素繊維、及びセラミック酸化物繊維が含まれる。通常、セラミック繊維は、結晶性セラミック（すなわち、認識可能なX線粉末回折パターンを示す）及び/又は結晶性セラミックとガラスとの混合物（すなわち、繊維は結晶性セラミック及びガラス相の両方を含有し得る）であるが、ガラスであってもよい。いくつかの実施形態では、繊維は、少なくとも50（実施形態によっては、少なくとも55、60、65、70、75、80、85、90、95、96、97、98、99又はさらには100）重量%結晶性である。好適な結晶性セラミック酸化物繊維の例には、アルミナ繊維、アルミノシリケート繊維、アルミノボレート繊維、アルミノポロシリケート繊維、ジルコニア-シリカ繊維、及びそれらの組み合わせなどの耐火繊維が挙げられる。

【0019】

いくつかの実施形態では、繊維が、繊維の総体積を基準として、少なくとも40（実施形態によっては、少なくとも50、60、65、70、75、80、85、90、95、96、97、98、99又はさらには100）体積パーセントの Al_2O_3 を含むことが望ましい。いくつかの実施形態では、繊維が、繊維の総体積を基準として、40~70（実施形態によっては、55~70、又はさらには55~65）体積パーセントの範囲の Al_2O_3 を含むことが望ましい。

【0020】

さらに、代表的なガラス繊維が、例えば、ニューヨーク州コーニングのコーニング・ガラス（Corning Glass）から入手可能である。典型的には、連続ガラス繊維は、約 $3\mu m$ ~約 $19\mu m$ の範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、ガラス繊維は、少なくとも3GPa、4GPa、及び又はさらには少なくとも5GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、ガラス繊維は、約60GPa~95GPa、又は約60GPa~約90GPaの範囲の弾性率を有する。

【0021】

アルミナ繊維は、例えば、米国特許第4,954,462号（ウッド（Wood）ら）及び第5,185,299号（ウッドら）に記載されている。いくつかの実施形態では、アルミナ繊維は多結晶性アルファアルミナ繊維であり、理論上のオキシドベースで、アルミナ繊維の総重量を基準として、99重量%を超える Al_2O_3 及び0.2~0.5重量%の SiO_2 を含む。別の態様では、いくつかの望ましい多結晶性アルファアルミナ繊維は、平均粒径 $1\mu m$ 未満（又は、いくつかの実施形態においては、さらには $0.5\mu m$ 未満）のアルファアルミナを含む。別の態様では、いくつかの実施形態では、米国特許第6,460,597号（マッカロー（McCullough）ら）に記載された引張強度試験に従って測定した場合、多結晶性アルファアルミナ繊維の平均引張強度は、少なくとも1.6GPa（いくつかの実施形態では、少なくとも2.1GPa、又はさらには少なくとも2.8GPa）である。代表的なアルファアルミナ繊維は、ミネソタ州セントポール（St. Paul）の

10

20

30

40

50

3 M社によって、商品名「ネクステル (NEXTEL) 6 1 0」として販売されている。

【 0 0 2 2 】

アルミノシリケート繊維は、例えば、米国特許第 4 , 0 4 7 , 9 6 5 号 (カルスト (Karrst) ら) に記載されている。代表的なアルミノシリケート繊維は、ミネソタ州セントポールの 3 M社によって、商品名「ネクステル 4 4 0」、「ネクステル 5 5 0」、及び「ネクステル 7 2 0」として販売されている。

【 0 0 2 3 】

例えば、アルミニウムボレート及びアルミノボロシリケート繊維は、米国特許第 3 , 7 9 5 , 5 2 4 号 (ソウマン (Sowman) に記載されている。代表的なアルミノボロシリケート繊維は、3 M社によって、商品名「ネクステル 3 1 2」として販売されている。

10

【 0 0 2 4 】

ジルコニア - シリカ繊維は、例えば、米国特許第 3 , 7 0 9 , 7 0 6 号 (ソウマン (Sowman)) に記載されている。

【 0 0 2 5 】

典型的には、連続セラミック繊維は、少なくとも約 5 μm 、より典型的には、約 5 μm ~ 約 2 0 μm の範囲の平均繊維直径を有し、いくつかの実施形態では、約 5 μm ~ 約 1 5 μm の範囲の平均繊維直径を有する。

【 0 0 2 6 】

通常、セラミック繊維は、紡績束である。紡績束は、繊維分野において既知であり、通常、複数の (個別の) 一般によじれていない繊維 (通常少なくとも 1 0 0 の繊維、より典型的には少なくとも 4 0 0 の繊維) を含む。いくつかの実施形態では、紡績束は、紡績束当たり少なくとも 7 8 0 の個別繊維を含み、場合によっては、紡績束当たり少なくとも 2 6 0 0 の個別繊維、又は紡績束当たり少なくとも 5 2 0 0 の個別繊維を含む。様々なセラミック繊維の紡績束は、3 0 0 m、5 0 0 m、7 5 0 m、1 0 0 0 m、1 5 0 0 m、及びそれ以上を含む、様々な長さで入手可能である。繊維は、円形、楕円形又は犬用骨形である断面形状を有してよい。

20

【 0 0 2 7 】

代表的なホウ素繊維が、例えば、マサチューセッツ州ローウエルのテキストロン・スペシャルティ・ファイバーズ社 (Textron Specialty Fibers, Inc.) から市販されている。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも 5 0 m の長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続ホウ素繊維は、約 8 0 μm ~ 約 2 0 0 μm の範囲の平均繊維直径を有する。より典型的には、平均繊維直径は、1 5 0 μm 以下、最も典型的には、9 5 μm ~ 1 4 5 μm の範囲である。いくつかの実施形態において、ホウ素繊維は、少なくとも 3 G P a、及び又はさらには少なくとも 3 . 5 G P a の平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、ホウ素繊維は、約 3 5 0 G P a ~ 約 4 5 0 G P a の範囲、又はさらには約 3 5 0 G P a ~ 約 4 0 0 G P a の範囲の弾性率を有する。

30

【 0 0 2 8 】

さらに、代表的な炭化ケイ素繊維は、例えば、カリフォルニア州サンディエゴの COI セラミックス社 (COI Ceramics) によって、5 0 0 繊維の紡績束の商品名「ニカロン (NICALON)」が、日本の宇部興産 (Ube Industries) から商品名「ティラノ (TYRANNO)」が、及びミシガン州ミッドランドのダウコーニング社 (Dow Corning) から商品名「シルラミック (SYLRAMIC)」が市販されている。

40

【 0 0 2 9 】

代表的な炭化ケイ素単フィラメント繊維は、例えば、マサチューセッツ州ローウエルのスペシャルティ・マテリアルズ社 (Specialty Materials, Inc.) から商品名「SCS - 9」、「SCS - 6」、及び「Ultra - SCS」で市販されている。

【 0 0 3 0 】

炭素繊維は、例えば、ジョージア州アルファレッタのアモコ・ケミカルズ社から 2 0 0 0、4 0 0 0、5 0 0 0 及び 1 2 0 0 0 繊維の紡績束の商品名「ソーネルカーボン (THOR

50

NEL CARBON) 」として、コネチカット州スタンフォードのヘクセル社から、カリフォルニア州サクラメントのグラフィル社(三菱レーヨン社の子会社)から商品名「ピロフィル(PYROFIL) 」として、日本、東京の東レ社(Toray)から商品名「トーレイカ(TORAYCA) 」として、日本の東邦レーヨン社から商品名「ベスファイト(BESFIGHT) 」として、ミズーリ州セントルイスのゾルテック社から商品名「パネックス(PANEX) 」及び「パイロン(PYRON) 」として、並びにニュージャージー州ワイコフのインコ・スペシャル・プロダクツ社(Inco Special Products)(ニッケルコーティングされた炭素繊維)から商品名「12K20」及び「12K50」として入手可能である。典型的には、連続炭素繊維は、約4 μ m~約12 μ m、約4.5 μ m~約12 μ m、又はさらには約5 μ m~約10 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。

10

【0031】

代表的な黒鉛繊維が、例えば、ジョージア州アルファレッタのBPアモコ(BP Amoco)によって、商品名「T-300」で、1000、3000、及び6000の繊維の紡績束で、販売されている。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも50mの長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続黒鉛繊維は、約4 μ m~約12 μ m、約4.5 μ m~約12 μ m、又はさらには約5 μ m~約10 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、黒鉛繊維は、少なくとも1.5GPa、2GPa、3GPa、又はさらには少なくとも4GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、黒鉛繊維は、約200GPa~約1200GPa、又はさらには約200GPa~約1000GPaの範囲の弾性率を有する。

20

【0032】

代表的なタングステン繊維が、例えば、カリフォルニア州グローバービーチのカリフォルニア・ファイン・ワイヤ・カンパニー(California Fine Wire Company)から入手可能である。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも50mの長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続タングステン繊維は、約100 μ m~約500 μ m、約150 μ m~約500 μ m、又はさらには約200 μ m~約400 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、タングステン繊維は、少なくとも0.7GPa、1GPa、1.5GPa、2GPa、又はさらには少なくとも2.3GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、タングステン繊維は、400GPaを超えて約420GPa以下、又はさらには415GPa以下の弾性率を有する。

30

【0033】

代表的な形状記憶合金繊維が、例えば、ペンシルバニア州ウェストホワイトランドのジョンソン・マッセイ(Johnson Matthey)から入手可能である。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも50mの長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続形状記憶合金繊維は、約50 μ m~約400 μ m、約50~約350 μ m、又はさらには約100 μ m~300 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、形状記憶合金繊維は、少なくとも0.5GPa、及び又はさらには少なくとも1GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、形状記憶合金繊維は、約20GPa~約100GPa、又はさらには約20GPa~約90GPaの範囲の弾性率を有する。

40

【0034】

代表的なアラミド繊維が、例えば、デラウェア州ウィルミントンのデュポン(DuPont)から、商品名「ケブラー(KEVLAR)」で入手可能である。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも50mの長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続アラミド繊維は、約10 μ m~約15 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、アラミド繊維は、少なくとも2.5GPa、3GPa、3.5GPa、4GPa、又はさらには少なくとも4.5GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、アラミド繊維は、約80GPa~約

50

200 GPa、又はさらには約80 GPa～約180 GPaの範囲の弾性率を有する。

【0035】

代表的なポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)繊維が、例えば、日本、大阪の東洋紡(Toyobo Co.)から、商品名「ザイロン(ZYLON)」で入手可能である。典型的には、そのような繊維は、およそ少なくとも50mの長さを有し、キロメートル程度又はそれ以上の長さを有することさえできる。典型的には、連続ポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)繊維は、約8 μ m～約15 μ mの範囲の平均繊維直径を有する。いくつかの実施形態において、ポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)繊維は、少なくとも3 GPa、4 GPa、5 GPa、6 GPa、又はさらには少なくとも7 GPaの平均引張強度を有する。いくつかの実施形態において、ポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)繊維は、約150 GPa～約300 GPa、又はさらには約150 GPa～約275 GPaの範囲の弾性率を有する。

10

【0036】

アラミド、炭素、黒鉛、セラミック、ポリ(p-フェニレン-2,6-ベンゾビスオキサゾール)繊維(繊維の紡績束を含む)は、通常、少なくともいくつかのセラミック酸化物繊維の少なくとも一部の外部表面に有機サイジング材料を含む。通常、サイジング材料は、0.5～10重量%の範囲のアドオン重量をもたらす。サイジング材料が、潤滑性を与え、且つ、処理中に繊維のストランドを保護することが観察された。サイジングは、繊維の破損を低減する傾向があり、静電気を低減し、例えば、布地への加工中に塵の量を低減すると考えられている。サイジングは、例えば、溶解処理又は燃焼処理を行うことによって、取り除くことができる。好ましくは、本発明によるマトリクス複合ワイヤを形成する前に、サイジングを取り除く。このように、複合ワイヤを形成する前に、繊維はその上に少しのサイジングもない。

20

【0037】

マトリクス材料の代表的な金属は、極めて高い純度(例えば、99.95%超)の元素アルミニウム、又は銅などの他の元素との純粋なアルミニウムの合金がある。通常、例えば繊維外面に保護コーティングを提供する必要性を除去するために、金属マトリクス材料が繊維と著しく化学反応しない(すなわち、繊維材料に関して比較的化学的に不活性である)ように、金属マトリクス材料が選択される。代表的な金属マトリクス材料には、アルミニウム、亜鉛、スズ、マグネシウム、及びそれらの合金(例えば、アルミニウム及び銅の合金)が挙げられる。いくつかの実施形態において、マトリクス材料としては、望ましくは、アルミニウム及びその合金が挙げられる。

30

【0038】

通常、金属マトリクス複合物の繊維には、ホウ素繊維、炭素繊維、結晶性セラミック含有繊維、黒鉛繊維、タンゲステン繊維、及び形状記憶合金繊維が含まれる。

【0039】

いくつかの実施形態において、金属マトリクスは、少なくとも98重量パーセントのアルミニウム、少なくとも99重量パーセントのアルミニウム、99.9重量パーセントを超えるアルミニウム、又はさらには99.95重量パーセントを超えるアルミニウムを含む。代表的なアルミニウム及び銅のアルミニウム合金は、少なくとも98重量パーセントのAlと、2重量パーセントまでのCuとを含む。いくつかの実施形態において、有用な合金は、1000、2000、3000、4000、5000、6000、7000、及び/又は8000系のアルミニウム合金(アルミニウム協会指定)である。より高い純度の金属が、より高い引張強度のワイヤを製造するのに望ましい傾向があるが、純度のより低い形態の金属も有用である。

40

【0040】

適切な金属が市販されている。例えば、アルミニウムは、ペンシルバニア州ピッツバーグのアルコア(Alcoa)から、商品名「スーパーピュアアルミニウム(SUPRE PURE ALUMINUM); 99.99% Al」で入手可能である。アルミニウム合金(例えば、Al-2重量%のCu(0.03重量%不純物))をニューヨーク州ニューヨークのベルモント・メタル

50

ス社 (Belmont Metals) から得ることができる。亜鉛及びスズが、例えば、ミネソタ州セントポールのメタル・サービシズ (Metal Services) から入手可能である (「純亜鉛」; 99.999%の純度及び「純スズ」; 99.95%の純度)。例えば、マグネシウムが、英国マンチェスターのマグネシウム・エレクトロン (Magnesium Elektron) から、商品名「ピュア (PURE)」で入手可能である。マグネシウム合金 (例えば、WE43A、EZ33A、AZ81A、及びZE41A)、チタン、及びチタン合金は、例えば、コロラド州デンバーのティメット (TIMET) から得ることができる。

【0041】

複合コア及びワイヤは、典型的には、繊維及びマトリクス材料の組合された総体積を基準にして、少なくとも15体積パーセント (実施形態によっては、少なくとも20、25、30、35、40、45、又はさらには50体積パーセント) の繊維を含む。より典型的には、複合コア及びワイヤは、繊維及びマトリクス材料の組合された総体積を基準にして、40~75 (実施形態によっては、45~70) 体積パーセントの範囲の繊維を含む。

10

【0042】

通常、コアの平均直径は、約5mm~約15mmの範囲である。いくつかの実施形態において、望ましいコアの平均直径は、少なくとも1mm、少なくとも2mm、又はさらには約3mmまでである。典型的には、複合ワイヤの平均直径は、約1mm~12mm、1mm~10mm、1~8mm、又はさらには1mm~4mmの範囲である。いくつかの実施形態において、望ましい複合ワイヤの平均直径は、少なくとも1mm、少なくとも1.5mm、2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、11mm、又はさらには少なくとも12mmである。

20

【0043】

金属及びポリマーマトリクス複合ワイヤの作製技術は、当技術分野では既知である。例えば、連続する金属マトリクス浸潤プロセスで、連続する金属マトリクス複合ワイヤを作製することができる。1つの好適なプロセスが、例えば、米国特許第6,485,796号 (カーペンター (Carpenter) ら) に記載されている。連続する繊維強化金属マトリクス複合物の他の加工手段については、例えば、2001年出版のASMハンドブック、第21巻、複合物、584~588頁 (ASMインターナショナル、オハイオ州メタルズパーク (Metals Park)) で検討されている。

30

【0044】

さらに、例えば金属マトリクス複合ワイヤの作製技術には、例えば、米国特許第5,501,906号 (ディーブ (Deve))、第6,180,232号 (マッカロー (McCullough) ら)、第6,245,425号 (マッカロー) ら)、第6,336,495号 (マッカロー) ら)、第6,544,645号 (マッカロー) ら)、第6,447,927号 (マッカロー) ら)、第6,460,597号 (マッカロー) ら)、第6,329,056号 (ディーブ) ら)、第6,344,270号 (マッカロー) ら)、第6,485,796号 (カーペンター (Carpenter) ら)、第6,559,385号 (ジョンソン (Johnson) ら)、第6,796,365号 (マッカロー) ら)、第6,723,451号 (マッカロー) ら)、第6,692,842号 (マッカロー) ら)、及び第6,913,838号 (マッカロー) ら)、並びに2003年3月31日に出願された米国特許出願番号10/403,643、2004年2月13日に出願された米国特許出願番号10/778,488、2004年2月13日に出願された米国特許出願番号10/779,438、2005年12月23日に出願された米国特許出願番号11/317,608、2005年12月23日に出願された米国特許出願番号11/318,368、及び2004年6月17日に出願された米国特許出願番号10/870,262で検討されるものが挙げられる。

40

【0045】

例えば、当技術分野で既知の引抜成形プロセスによって、ポリマー及び繊維を含むワイヤが作製され得る。繊維強化ポリマーの1つの例が、例えば、2003年11月6日に公開されたPCT国際特許出願WO2003/091008A及び2005年5月6日に公

50

開された P C T 国際特許出願 W O 2 0 0 5 / 0 4 0 0 1 7 A に提供されている。引抜成形法については、例えば、2001年出版の A S M ハンドブック、第 2 1 巻、複合物、5 5 0 ~ 5 6 4 頁 (A S M インターナショナル、オハイオ州メタルズパーク (Metals Park)) にさらに記載されている。

【 0 0 4 6 】

通常、ポリマーマトリクス複合物用繊維には、アラミド繊維、ホウ素繊維、炭素繊維、セラミック繊維、黒鉛繊維、ポリ (P - フェニレン - 2 , 6 - ベンゾビスオキサゾール) 、タングステン繊維、及び形状記憶合金繊維が挙げられる。

【 0 0 4 7 】

いくつかの実施形態において、コア内の繊維の数の少なくとも 8 5 % (実施形態によっては、少なくとも 9 0 % 、又はさらには少なくとも 9 5 %) が連続している。

10

【 0 0 4 8 】

図 1 を再び参照すると、第一、第二、及び第ケーブル 2 6 、 2 8 、 3 0 各々は定格破壊強度を有し、ケーブル 2 6 、 2 8 、 3 0 の最大引張強度は定格破壊強度以上である。一般的に、定格破壊強度は、ケーブルの最小許容強度を規定するための計算によって測定される (2 0 0 5 年出版の標準参考文献 A S T M B 2 3 2 参照) 。

【 0 0 4 9 】

1 つの代表的な実施形態では、スプライス 3 2 、 3 4 、及び伝送ケーブル 1 2 を形成する複合ワイヤ (単数及び複数) を含む伝送ケーブル 1 2 は、以下により、複合ワイヤの長手方向の強化繊維の破損を含む損傷を受けやすい：伝送ケーブル 1 2 に及ぼされる張力の量、伝送ケーブル 1 2 の直径、滑車周囲での伝送ケーブル 1 2 の曲げ半径、マトリクス材料の種類、繊維材料、繊維材料の相対量及びその他を含むケーブル 1 2 の組成、並びに滑車を越える伝送ケーブル 1 2 のブレークオーバー角 (以下により詳細に記載) 。

20

【 0 0 5 0 】

これらの線に沿って、1つの代表的な実施形態では、第一、第二、及び第三ケーブル 2 6 、 2 8 、 3 0 各々を含む送電ケーブル 1 2 は、関連する滑車の最小直径を有する。特に、伝送ケーブル 1 2 に付与される可能性がある機械的荷重がない状態では、伝送ケーブル 1 2 への重大な損傷なしに、関連する滑車の最小直径が伝送ケーブル 1 2 の最小曲げ半径に対応する。機械的荷重がかかる状態では、伝送ケーブル 1 2 の最小曲げ半径は、滑車を越える伝送ケーブル 1 2 の張力及び実際のブレークオーバー角の関数である。張力及びブレークオーバー角が増大すると、伝送ケーブル 1 2 の最小曲げ半径が増大する。そこで、滑車直径は所望により、この点を考慮して十分大きく、及び最小滑車直径よりも大きく選択される。また、滑車直径が、通常、設置時に滑車を持ち上げる人的な力又はその他の設置条件などの物理的制約により拘束されることに留意すべきである。

30

【 0 0 5 1 】

1 つの代表的な実施形態では、第一及び第二スプライス 3 2 、 3 4 各々は、柔軟なフルテンション型スプライスである。一般的に、「柔軟な」スプライスは、スプライス 3 2 、 3 4 を含む伝送ケーブル 1 2 に重大な損傷を与えることはなく、例えば、1 つ以上の滑車アセンブリを越えて引かれることに伴う曲げなど、曲げられる又は湾曲されることができ。この柔軟なスプライスは、鋼製スリーブを伝送ケーブルの長さのコア上に圧縮して、次にアルミニウムスリーブを鋼製スリーブ及びアルミニウムスリーブに隣接する伝送ケーブルの一部の上に圧縮することにより形成される圧縮スプライスのような、剛性のスプライスと対比される。一般的に、そのような剛性のスプライスは、剛性のスプライスに対して曲げによる重大な損傷を、及び又は剛性のスプライスに接合した伝送ケーブルに対して損傷を与えることなく、1 つ以上の滑車アセンブリを越えて引かれることはできない。特に、滑車アセンブリを越えて引かれた剛性のスプライスは、滑車アセンブリを越えて引かれた後、回復不能に変形するか、又は曲げられる。さらなる参考として、「フルテンション型」スプライスは、一般に伝送ケーブル 1 2 の定格破壊強度に相当する張力に耐えることができるスプライスである。

40

【 0 0 5 2 】

50

図 2 A ~ 2 C を参照すると、1 つの代表的な実施形態では、第一スプライス 3 2 はフルテンション型の柔軟なスプライスである。例えば、第一スプライス 3 2 は、所望により成形ワイヤ型スプライスである。特に、第一スプライス 3 2 は、第一ケーブル 2 6 の後端部 3 8 及び第二ケーブル 2 8 の先端部 4 0 に巻きついた複数の螺旋巻きの内部棒 5 0、並びに複数の内部棒 5 0 に巻きついた複数の螺旋巻きの外部棒 5 2 を含む。図 2 B を参照すると、3 つ、4 つ、又は所望数の内部棒 5 0 のグループは、所望数の内部棒 5 0 が第一及び第二ケーブル 2 6、2 8 の周りに配置されるまで、第一及び第二ケーブル 2 6、2 8 に順次適用される。図 2 C を参照すると、3 つ、4 つ、又は所望数の外部棒 5 2 のグループは、所望数の外部棒 5 2 が複数の内部棒 5 0 の周りに配置されるまで、複数の内部棒 5 0 上に順次適用される。複数の内部棒及び外部棒 5 0、5 2 は、所望によりアルミニウム合金

10

【 0 0 5 3 】

上で参照したように、好適なスプライスには、オハイオ州クリーブランドのプリフォームド・ライン・プロダクツ社 (Preformed Line Products) から商品名「サーモライン (THERMOLIGN)」(部品番号 T L S P - 7 9 5) として入手可能なものを含む、成形ワイヤ型のスプライスのような、柔軟なフルテンション型スプライスが挙げられる。1 つの代表的な実施形態では、スプライス 3 2 は、効率的に熱を放散するのに十分なほど大きい。複合ワイヤで形成された伝送ケーブルは、通常、鋼心ワイヤを有するケーブル (例えば、約 1 0 0 超) と比較して、高温 (例えば、約 2 0 0 超) で動作するように設計されている。より大きなスプライスは、スプライスの温度を比較的低温に維持するのに役立つ。したがって、スプライス 3 2 は所望により、スプライス 3 2 にさらなる放熱能力を追加する二層の螺旋棒で構成される。安全に滑車を越えて通過するための伝送ケーブル 1 2 の柔軟なフルテンション型スプライスの能力は、ヒートシンクとして適しているが、これは他の型式のスプライス (例えば、ワイヤメッシュコネクタ) に対する損傷の過去の経験に起因する意外な結果である。その上、二層スプライス構成は他にスプライスの縁部において集中した曲げ力を示すので、二層構成の成功使用はさらに驚くべきものであり、もたらされた成功結果をさらに意外なものにする。

20

【 0 0 5 4 】

再び図 2 A ~ 2 C を参照すると、1 つの代表的な実施形態では、第一及び第二スプライス 3 2、3 4 は所望により実質的に異なる形態であるが、第二スプライス 3 4 は、第一スプライス 3 2 とほぼ同様の方法で形成される。

30

【 0 0 5 5 】

図 1 を参照すると、引張機 1 4 は所望により、当該技術分野において既知の型式のものであり、一般に、ケーブルのリール長さとしても記述される伝送ケーブル 1 2 のリールを保持する役割を果たす。特に、引張機 1 4 は、例えば、伝送ケーブルをリールから過度に急速に巻き戻さないようにブレーキ機構を使用して、引張状態のもとで伝送ケーブル 1 2 を繰出すように適合される。また、伝送ケーブル 1 2 が障害物を取り除く、又は所要の空間距離レベル (例えば、幹線道路の上) を維持するように、ケーブルの垂下を低減するために、引いている間、張力を増大させる必要がある場合がある。参考として、1 つの代表的な実施形態では、第一、第二、及び第三ケーブル 2 6、2 8、3 0 各々は所望により、送電ケーブル 1 2 のリール長さに対応するが、他の長さも検討される。

40

【 0 0 5 6 】

第一滑車アセンブリ 1 6 は、第一懸垂型鉄塔 1 8 によって保持、例えば第一懸垂型鉄塔 1 8 から吊るされ、一般的に、伝送ケーブル 1 2 を支持するように適合されかつ滑車 5 6 のアレイ上に全体的な曲率半径 R_1 を画定するように円弧 (例えば、4 5 度円弧) に沿って配置された滑車 5 6 のアレイを含む。このように、単一の比較的大きい直径の滑車を提供する必要なしに伝送ケーブル 1 2 が上を移動するように、滑車 5 6 のアレイが、比較的大きい半径を提供するために所望により使用される。1 つの代表的な実施形態では、滑車 5 6 のそれぞれは約 1 8 c m (7 インチ) の直径を有し、滑車 5 6 のアレイは約 1 5 2 c m (6 0 インチ) の全体的な曲率半径 R_1 を画定する。以下にさらに詳細に説明するよう

50

に、第一滑車アセンブリ 16 全体が第一滑車アセンブリ 16 からの伝送ケーブル 12 の種々のケーブルの出入線を提供するために旋回することができる方法で、第一滑車アセンブリ 16 が第一懸垂型鉄塔 18 に又はその他の適当な構造物に所望により取り付けられることに留意すべきである。1つの代表的な実施形態では、第一懸垂型鉄塔 18 は、当技術分野において既知の型式のもの（例えば、金属製枠組構造の塔）である。

【0057】

第二滑車アセンブリ 20 は、第二懸垂型鉄塔 22 によって保持、例えば、第二懸垂型鉄塔 22 から吊るされ、一般に滑車 58 を含む。1つの代表的な実施形態では、滑車 58 は約 91 cm（36 インチ）の直径を有するが、他の寸法が検討される。このことから、結果として、滑車 58 が、例えば約 46 cm（18 インチ）の全体的な曲率半径を任意に画定することになる。以下にさらに詳細に説明するように、第二滑車アセンブリ 20 全体が第二滑車アセンブリ 20 からの伝送ケーブル 12 の種々のケーブルの出入線を提供するために旋回することができる方法で、第二滑車アセンブリ 20 が第二懸垂型鉄塔 22 に又はその他の適当な構造物に任意に取り付けられることに留意すべきである。1つの代表的な実施形態では、第二懸垂型鉄塔 22 は、当技術分野において既知の型式のもの（例えば、金属製枠組構造の塔）である。また、第一及び第二滑車アセンブリ 16、20 に対する後続の滑車アセンブリ（図示せず）も検討されることに留意すべきである。

10

【0058】

牽引機 24 は所望により、当該技術分野において既知の型式のものであり、一般的に引張機 14 から伝送ケーブル 12 を引く役割を果たす。特に、牽引機 24 は、伝送ケーブル 12 を第一及び第二滑車アセンブリ 16、20 を越えて、又は望まれる場合は追加の滑車アセンブリを越えて引くために、伝送ケーブル 12 に張力を及ぼすように適合される。

20

【0059】

相対的な位置に関しては、牽引機 14 は所望により、第一滑車アセンブリ 16 から第一滑車アセンブリ 16 が保持される高さの 3 倍の距離だけ横方向に相隔たる。同様に、1つの代表的な実施形態では、第一及び第二滑車アセンブリ 16、20 は、約 61 m（200 フィート）～約 488 m（1,600 フィート）の範囲で横方向のスパン又はスパン距離を画定するように相隔たるが、他の寸法が検討され、それには、約 61 m（200 フィート）～約 183 m（600 フィート）、約 183 m～約 457 m（1,500 フィート）、又はさらには約 366 m（1,200 フィート）～約 488 m（1,600 フィート）までが含まれる。さらに、追加の後続の滑車アセンブリ/塔は、同様なスパン距離、又は特定の用途に所要の他のスパン距離を任意に画定する。また、牽引機 24 は所望により、第二滑車アセンブリ 20 から第二滑車アセンブリ 20 が保持される高さの約 3 倍の距離だけ横方向に相隔たるが、他の寸法も検討される。

30

【0060】

図 1 を参照すると共に上記を考慮すると、伝送ケーブル 12 の設置方法は、第一ケーブル 26 の先端部 36 を第一滑車アセンブリ 16 を越えて誘導する工程と、第一ケーブル 26 を第一滑車アセンブリ 16 を越えて引く工程とを含む。1つの代表的な実施形態では、好適なリーダー（図示せず）を第一ケーブル 26 の先端部 36 に取り付け、次に引張機 14 によって保持されているリールから直接第一ケーブル 26 を第一滑車アセンブリ 16 を越えて引くために、リーダーを牽引機 24 によって引く。

40

【0061】

破線によって図示されるように、伝送ケーブル 12 は、伝送ケーブル 12 に対する接線において第一滑車アセンブリ 16 で入線を画定するが、そこでは伝送ケーブル 12 が最初に入る、又は最初に第一滑車アセンブリ 16 を越えて移動する。同様に、伝送ケーブル 12 は、伝送ケーブル 12 に対する接線において第一滑車アセンブリ 16 で出線を画定するが、そこでは伝送ケーブル 12 が出る、又は第一滑車アセンブリ 16 を越えてもはや移動しない。第一滑車アセンブリ 16 における入線と出線との間の角度は、第一滑車アセンブリ 16 を越えた伝送ケーブル 12 の第一ブレークオーバー角として記載している。1つの代表的な実施形態では、第一ブレークオーバー角が比較的高いので、より大きい全体

50

的な曲率半径 R_1 が有利である。特に、伝送ケーブル 12 を第一滑車アセンブリ 16 に直接供給する引張機 14 は、多くの場合、第一滑車アセンブリ 16 よりはるかに低い高さにあり、また、例えば、第一及び第二滑車アセンブリ 16、20 の間のスパン距離と比較して、第一滑車アセンブリ 16 から比較的短い距離だけ横方向に相隔たる。その結果、第一滑車アセンブリ 16 に対する比較的高い入線角が、頻繁に起こる。

【0062】

引張機 14 が第一ケーブル 26 を後端部 38 に繰出すと、第二ケーブル 28 は所望により、上記の柔軟なフルテンション型スプライスである第一スプライス 32 を有する第一ケーブル 26 にスプライス又は接合される。1つの代表的な実施形態では、第二ケーブル 28 は第一ケーブル 26 から別個のリール上に任意に保持され、第一ケーブル 26 が後端部 38 に繰出されると、第二ケーブル 28 の先端部 40 は第一ケーブル 26 の後端部 38 に接合される。

10

【0063】

1つの代表的な実施形態では、第一スプライス 32 が最終的に第一滑車アセンブリ 16 を越えて、例えば、第二スプライス 34 が図 1 に示されている位置まで引かれるまで、第一ケーブル 26 は、第一滑車アセンブリ 16 を越えて第一ケーブル 26 の後端部 38 まで引かれる。第一スプライス 32 は、第一ブレークオーバー角 で、並びに第一スプライス 32 と第一及び第二ケーブル 26、28 とに及ぼされる関連する張力で、第一滑車アセンブリ 16 を越えて引かれる。1つの代表的な実施形態では、第一スプライス 32 は、約 10 度～約 40 度の範囲の第一ブレークオーバー角 で、並びに第一及び第二ケーブル 26、28 各々の定格破壊強度 (RBS) の約 5%～約 20% の範囲の張力で、第一滑車アセンブリ 16 を越えて引かれる。他の第一ブレークオーバー角 及び張力も検討されることに留意すべきである。第一スプライス 32 は柔軟であるが、第一スプライス 32 の曲げ量を低減するように全体的な曲率半径 R_1 を増大させることによって、損傷の多少の危険をさらに回避することができる。例えば、曲率半径 R_1 は、伝送ケーブル 12 の最小滑車直径の半分より実質的に大きくなるように、任意に選択される。

20

【0064】

また、その方法は、第一ケーブル 26 の先端部 36 を、第二滑車アセンブリ 20 を越えて第一滑車アセンブリ 16 から誘導する工程と、第一ケーブル 26 を、第二滑車アセンブリ 20 を越えて第一ケーブル 26 の後端部 38 に向かって第一スプライス 32 に引く工程を含む。破線によって図示されるように、伝送ケーブル 12 は、伝送ケーブルに対する接線において第二滑車アセンブリ 20 で入線を画定するが、そこでは伝送ケーブル 12 が最初に入る、又は最初に第二滑車アセンブリ 20 を越えて移動する。伝送ケーブル 12 が第二滑車アセンブリ 20 を越えると、伝送ケーブル 12 は、伝送ケーブル 12 に対する接線において第二滑車アセンブリ 20 で出線を画定するが、そこでは、伝送ケーブル 12 が出る、又はもはや第二滑車アセンブリ 20 を越えて移動しない。

30

【0065】

第二滑車アセンブリ 20 における伝送ケーブル 12 の入線と出線との間の角度は、第二滑車アセンブリ 20 を越える伝送ケーブル 12 の第二ブレークオーバー角 として記載している。1つの代表的な実施形態では、第一スプライス 32 が小さすぎる半径を経て湾曲しないことを保証するために、滑車 58 の全体的な曲率半径 R_1 が、滑車 56 のアレイの全体的な曲率半径 R_1 ほどに大きい必要はない。特に、第二滑車アセンブリ 20 が第一滑車アセンブリ 16 と後続の第三滑車アセンブリ (図示せず) との間に位置する場合には、伝送ケーブル 12 は、引張機 14 の相対的な高さと比較して多くの場合第二滑車アセンブリ 20 とより同程度の高さである第一滑車アセンブリ 16 から第二滑車アセンブリ 20 に供給され、これも第二滑車アセンブリ 20 とより同程度の高さである第三滑車アセンブリに送り出すので、第二ブレークオーバー角 は、多くの場合第一ブレークオーバー角 より低い。言い換えれば、「塔から塔」、又は「滑車から滑車」の角度は、通常、最初の「地面から塔」、又は「地面から滑車」の角度、及び最後の「塔から地面」、又は「滑車から地面」の角度よりはるかに小さい。

40

50

【 0 0 6 6 】

第一ケーブル 26 は、第一滑車アセンブリ 16 を越えて後端部 38 まで任意に引かれ、第一スプライス 32 は、第二滑車アセンブリ 20 を越えて、例えば図 1 に概して示される位置まで引かれる。第一スプライス 32 は、第二ブレークオーバー角 で、並びに第一及び第二ケーブル 26、28 上に及ぼされる関連した張力で、第二滑車アセンブリ 20 を越えて引かれる。1つの代表的な実施形態では、第一スプライス 32 は、約 10 度～約 40 度の範囲の第二ブレークオーバー角 で、並びに第一及び第二ケーブル 26、28 各々の定格破壊強度 (RBS) の約 5%～約 20% の範囲の張力で、第二滑車アセンブリ 20 を越えて引かれる。他の第二ブレークオーバー角 及び張力も検討されることに留意すべきである。第一スプライス 32 は柔軟であるが、第一スプライス 32 の曲げ量を低減するよう滑車 58 の全体的な直径を増大することによって、損傷の多少の危険をさらに回避することができる。1つの代表的な実施形態では、第二滑車アセンブリ 20 の滑車 58 の直径は、伝送ケーブル 12 の最小滑車直径より実質的に大きくなるように選択される。

10

【 0 0 6 7 】

第一スプライス 32 が 2 つの滑車アセンブリを越えて引かれるように示されているが、1つの代表的な実施形態では、第一スプライス 32 は、追加の滑車アセンブリ、例えば第一又は第二滑車アセンブリ 18、20 と実質的に同様な滑車アセンブリを越えて引かれる。さらに、1つの代表的な実施形態では、第二スプライス 34 が、第一スプライス 32 に関連して記載する方法と実質的に同様な方法で、第二及び第三ケーブル 28、30 の間に形成される。さらに、第二スプライス 34 は、第一スプライス 32 に関連して記載する方法と実質的に同様な方法で、第一滑車アセンブリ 16、第二滑車アセンブリ 20、又は任意数の後続の滑車アセンブリを越えて任意に引かれる。

20

【 0 0 6 8 】

上述のシステム及び方法は、種々の利点を提供する。例えば、ソックス型スプライスとしても記載されている、ワイヤメッシュグリップのような一時的な機械的コネクタを用いて伝送ケーブル 12 を引くよりも、恒久的な、柔軟なフルテンション型のスプライスがケーブルの長さ間に使用される。このように、恒久的なスプライスを後に設置する必要がなく、設置工程が減少し効率が向上する。さらに、例えば、伝送ケーブル 12 の設置者が滑車アセンブリ間のスプライスのミッドスパンの設置に必要な必須のフィールドアクセスを有していない場合に、ケーブルの位置決めが続く恒久的なスプライスの設置に関連する問題が低減される。

30

【 0 0 6 9 】

上で参照したように、複合ワイヤを含むケーブルは、高架送電ケーブルにおいて特に有用である。本発明の伝送ケーブル 12 は、均質 (すなわち、1種類の複合ワイヤのみを含む) 又は非均質 (すなわち、金属線のような複数の二次線を含む) であってよい。非均質なケーブルの一例として、伝送ケーブル 12 のコアは、複数の二次線 (例えば、アルミニウムワイヤ) を含む外殻を有する長手方向に位置づけされる強化繊維を含む複数の複合ワイヤを含むことができる。本発明によるケーブルは、例えば、金属マトリクス材料の、又はポリマーマトリクス材料の複合ワイヤを含むことができる。

40

【 0 0 7 0 】

さらに、本発明のケーブルは、撚られることができる。撚られたケーブルは、通常、中心ワイヤ及び中心ワイヤの周りを螺旋状に撚られたワイヤの第一層を含む。ケーブルの撚り加工は、個々のストランドのワイヤが螺旋配置で組合わされて完成ケーブルを製造する処理である (例えば、米国特許第 5,171,942 号 (パワー (Power)) 及び第 5,554,826 号 (ジェントリ (Gentry)) を参照)。結果として得られた螺旋状に撚られたワイヤロープは、同等な断面積の中実棒から得られるよりも遙かに高い柔軟性をもたらす。また、ケーブルが取扱、設置、及び使用中に曲げる力を受けた場合に、撚られたケーブルは全体的な円形の断面形状を維持するので、螺旋配置は有益である。螺旋巻きのケーブルは、僅か 7 つの個々のストランドから、50 以上のストランドを有するより一般的な構造まで含んでよい。

50

【 0 0 7 1 】

本発明の1つの代表的な送電ケーブル、又は伝送ケーブルが、図3に示されるが、本発明の送電ケーブル130は、30の個々の金属線（例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金線）138の外被136によって囲繞された19の個々の複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ134のコア132であってよい。同様に、図4に示されるように、多くの代替案の1つとして、本発明の高架送電ケーブル140は、21の個々の金属（例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金）線148の外被146によって囲繞された37の個々の複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ144のコア142であってよい。

【 0 0 7 2 】

図5は、撚られたケーブル80のさらに別の代表的な実施形態を示す。この実施形態では、撚られたケーブルは、中心複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ81A及び中心複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ81Aの周りに螺旋巻きされた複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤの第一層82Aを含む。この実施形態は、第一層82Aの周りに螺旋巻きされた複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ81の第二層82Bをさらに含む。任意の適切な数の複合（例えば、金属マトリクス複合）ワイヤ81が、どの層に含まれてもよい。さらに、必要に応じて二層より多くの層が、撚られたケーブル80に含まれてもよい。

【 0 0 7 3 】

本発明のケーブルを、裸ケーブルとして、又はより大きな直径のケーブルのコアとして使用することができる。また、本発明のケーブルは、周りに保持手段を有する複数のワイヤの撚られたケーブルであってよい。その保持手段は、接着剤若しくは結合剤を有する、又はそれらのないテープオーバーラップ（例えば、図5に示すテープオーバーラップ83を参照）でもよい。

【 0 0 7 4 】

本発明の撚られたケーブルは、多くの用途で有用である。低重量、高強度、良好な電気伝導度、低熱膨張率、高い使用温度、及び耐食性の組み合わせにより、そのような撚られたケーブルは、高架送電ケーブルでの使用が特に望ましい。

【 0 0 7 5 】

そのような伝送ケーブルの1つの代表的な実施形態の端面図が、伝送ケーブル90として図6に示される。伝送ケーブル90は、本明細書に記載される撚られたコアのいずれであってよいコア91を含む。また、送電ケーブル90は、撚られたコア91の周りに少なくとも1つの導体層を含む。図示されるように、送電ケーブルは、2つの導体層93A及び93Bを含む。より多くの導体層を必要に応じて使用してもよい。いくつかの実施形態では、各々の導体層は複数の導線を含む。導線の好適な材料には、アルミニウム及びアルミニウム合金が挙げられる。当該技術分野において既知の好適なケーブル撚り装置によって、導線は、撚られたコア91の周りで撚られることができる。

【 0 0 7 6 】

撚られたケーブルが、それ自身が最終物品として使用される、又は種々のその後の物品において中間物品若しくは構成要素として使用される他の用途では、撚られたケーブルが、複数の金属マトリクス複合ワイヤ81の周りに電力導体層を有さないことが望ましい。

【 0 0 7 7 】

さらに、複合ワイヤから作製されるケーブルに関する追加詳細については、例えば、米国特許第6,180,232号（マッカローら）、第6,245,425号（マッカローら）、第6,329,056号（ディーブラ）、第6,336,495号（マッカローら）、第6,344,270号（マッカローら）、第6,447,927号（マッカローら）、第6,460,597号（マッカローら）、第6,485,796号（カーペンターら）、第6,544,645号（マッカローら）、第6,559,385号（ジョンソンら）、第6,692,842号（マッカローら）、第6,723,451号（マッカローら）、第6,796,365号（マッカローら）、第6,913,838号（マッカロー

10

20

30

40

50

ら)、第7,093,416号(ジョンソンら)、及び第7,131,308号(マッカローら);2005年8月18日に公開された米国公報番号2005/0181228-A1、2006年5月18日に公開された米国公報番号2006/0102377-A1、及び2006年5月18日に公開された米国公報番号2006/0102378-A1;2003年3月31日出願された米国特許出願番号10/403,643、2005年12月23日出願された米国特許出願番号11/317,608、2005年12月23日出願された米国特許出願番号11/318,368、及び2004年6月17日出願された米国特許出願番号10/870,262;並びに1996年5月21日に公開されたPCT国際特許出願WO97/00976、2003年11月6日に公開されたWO2003/091008A、及び2005年5月6日に公開されたWO2005/040017Aに開示されている。また、アルミニウムマトリクス複合物含有ケーブルも、例えば、3M社から商品名「795kcmilACCR」として入手可能である。

10

【0078】

本発明の利点及び実施形態を以下の実施例によってさらに説明するが、これら実施例において列挙される特定の材料及びそれらの量、並びにその他の条件及び詳細は、本発明を不当に制限するものと解釈されるべきではない。全ての部及び割合は、特に指定のない限り、重量によるものである。

【実施例】

【0079】

(実施例1)

実施例1のケーブル用のワイヤは、以下のように作製された。ワイヤは、図7に示される装置60を使用して作製された。10,000デニールのアルミナ繊維(ミネソタ州セントポールの3M社から商品名「ネクステル(NEXTEL)610」として市販)の7つの紡績束を供給スプール62から供給して、円形束に平行に入れ、549cm/分(216インチ/分)で1100まで加熱された3m(9.8フィート)の長さのアルミナ管63を通過させることによって熱洗浄を行った。熱洗浄された繊維61は次に真空室64内で真空状態にされ、その後金属アルミニウム(99.99%A1)マトリクス材料(ペンシルベニア州ピッツバーグのベック・アルミニウム社(Beck Aluminium Co.)から入手)の溶解物(溶融金属)75が入ったるつぼ65に入った。繊維は、ケータブラー70によって供給スプール62から引かれた。溶解物75を繊維61の紡績束に湿潤させるのを助けるために、超音波プローブ66、66Aが溶解物75内の繊維付近に位置づけられた。溶融金属のワイヤ71は、出口ダイを通るつぼ65を出た後に冷却され凝固されたが、るつぼ65を完全に出る前にいくらかの冷却が起こったと思われる。さらに、ワイヤ71の冷却は冷却装置69によって送出される空気流によって増強されたが、空気流は160リットル/分の流量でワイヤ71に当たった。ワイヤ71は、スプール72上に集められた。

20

30

【0080】

繊維61が真空にされてから、溶解物75に入った。真空室内の圧力を、約27Pa(200ミリトル)にした。真空システム64は、繊維61の束の直径と一致するサイズの、長さ25cmのアルミナ入口管を有した。真空チャンバ64は、長さ21cm、直径10cmであった。真空ポンプの容量は、0.37m³/分であった。真空繊維61は、金属槽を突き抜く真空システム64にある管を通して溶解物75に挿入された(すなわち、真空繊維61が溶解物75に導入されたとき、真空繊維61は真空下にあった)。出口管の内径は、繊維束61の直径と一致した。出口管の一部を、3mm(0.125インチ)の深さまで溶融金属に浸した。

40

【0081】

繊維61への溶融金属75の湿潤は、19.8cm(7.8インチ)離れ、繊維61に極めて接近しているように溶解金属75内へ3.2cm(1.25インチ)入った場所に位置づけられた振動ホーン66、66Aの使用により高められた。ホーン66、66Aは、19.7kHzの周波数、及び0.018mm(0.0007インチ)の空気中におけ

50

る振幅で振動するように駆動された。ホーン 6 6、6 6 A は、もう 1 つのチタン導波管への熱収縮嵌合具を介してチタン導波管（イリノイ州シカゴのチタニウム・インダストリーズ（Titanium Industries）からの直径 3 1 . 8 mm（1 . 2 5 インチ）のチタン Ti 6 - 4 棒材から機械加工された）に接続され（すなわち、4 つのチタン導波管が使用された）、チタン導波管（すなわち、後の 2 つのチタン導波管）は、それぞれ順に超音波ブースター（すなわち、2 つの超音波ブースター）に接続され、超音波ブースターは順に変換器（すなわち、2 つの変換器；超音波ブースター及び超音波変換器は、コネチカット州ダンベリーのソニックス・アンド・マテリアルズ社（Sonics & Materials）から入手した）に接続された。

【 0 0 8 2 】

繊維 6 1 は、繊維の中心線に関してホーンチップの 1 . 3 mm 内にあった。ホーンチップは、シリコン窒化物とアルミナとの混合物（オハイオ州ブランチェスターのコンソリデイテッド・セラミクス（Consolidated Ceramics）から入手される「シヤロン（SIALON）」）で作製された。セラミックホーンチップは、長さ 3 0 . 5 cm（1 2 インチ）、直径 2 . 5 cm（1 インチ）の円筒に作られた。セラミックホーンチップを、斜交平行型 9 0 度「V」溝（深さ 0 . 5 mm（0 . 0 2 0 インチ）、中心間の距離 0 . 2 5 cm（0 . 1 インチ））でワッフル状にした。円筒は、その長さを変更することによって、所望の 1 9 . 7 k H z の振動周波数に調整された。

【 0 0 8 3 】

湿潤前に、溶融金属 7 5 のガス抜きを行った（例えば、溶融金属内に溶解しているガス量（例えば、水素）を低減する）。携帯型回転ガス抜き装置（イリノイ州シカゴのブルムンド・ファウンドリ社（Brumund Foundry, Inc）から入手した）を使用した。使用したガスはアルゴンであり、アルゴンの流量は 1 . 0 5 リットル / 分であり、速度は 5 0 リットル / 分に設定されたモーターへの気流速度によって供給され、継続時間は 6 0 分であった。

【 0 0 8 4 】

シリコン窒化物の出口ダイ 6 8 は、所要のワイヤ直径を提供するように構成された。出口ダイの内径は、2 . 0 8 mm（0 . 0 8 2 インチ）であった。

【 0 0 8 5 】

燃られたコアは、カナダ、モントリオールのワイヤ・ロープ・カンパニー（Wire Rope Company）における燃り装置で燃られた。ケーブルは、中心に 1 つのワイヤ、第一層内に左巻きの燃りで 6 つのワイヤ、そして第二（外側）層内に右巻きの燃りで 1 2 のワイヤを有した。共に螺旋巻きにされる前に、個々のワイヤが別個のポビンに供給され、ポビンは燃り装置の 2 つのモーター駆動の台車に設置された。第一台車は、完成した燃られたケーブルの第一層の 6 つのポビンを保持し、第二台車は、該燃られたケーブルの第二層の 1 2 のポビンを保持した。各層のワイヤは台車の出口でまとめられ、先行するワイヤ又は層の上に配置された。ケーブルの燃り加工中に、中心のワイヤが台車の中心を通過して引かれて、各台車は 1 つの層を燃られたケーブルに追加した。各層に追加された個々のワイヤは、それぞれのポビンから同時に引かれると共に、モーター駆動の台車によってケーブルの中心軸の周りを回転された。結果は、螺旋状に燃られたコアであった。

【 0 0 8 6 】

燃られたコアは、従来のテーピング設備（ニュージャージー州パターソンのワトソン・マシン・インターナショナル（Watson Machine International）からのモデル 3 0 0 コンセントリックテーピングヘッド（Concentric Taping Head））を使用して、接着テープで巻付けられた。テープバックングは、ガラス繊維を有するアルミホイルテープであり、感圧シリコン接着剤を有した（ミネソタ州セントポールの 3 M 社から、商品名「フォイル / ガラス・クロス・テープ 3 6 3」で得られた）。テープ 1 8 の総厚さは 0 . 1 8 mm（0 . 0 0 7 2 インチ）であった。テープは幅 1 . 9 0 cm（0 . 7 5 インチ）であった。

【 0 0 8 7 】

完成コアの直径は、公称 1 0 . 4 ± 0 . 2 5 mm（0 . 4 1 0 ± 0 . 0 1 インチ）であ

10

20

30

40

50

り、撚られた層の撚りの長さは、第一層の左巻きの撚りで公称 41.1 cm (16.2 インチ) 及び第二 (外側) 層の右巻きの撚りで 68.8 cm (27.1 インチ) であった。

【0088】

アルミニウム合金ワイヤは、アルミニウム/ジルコニウム棒 (直径 9.8 mm (0.386 インチ)、ベルギー、ヘミクセム (Hemiksem) のラミフィル N.V. 社 (Lamifil N.V.) から商品名「ZTAL」として入手した) から作製された。最小特性要件は、引張強度 120.0 MPa (17,400 psi)、伸長 10.0%、及び電気伝導度 60.5% IACS である。棒は、当該技術分野で既知のように、室温で 5 つのダイを使用して縮小された。延伸ダイ (イリノイ州パーリッジのブロンソン・アンド・ブラットン社 (Bronson & Bratton) から入手した) は、炭化タングステンで作製され、受け取られたままの状態の高度に研磨されたダイ表面を有した。炭化カーバイドダイの形状については、入射角が 60°、減面角が 16~18°、ベアリング長さがダイ直径の 30%、及びバックリリーフ角が 60° であった。ダイは、引抜油を使用して潤滑化され冷却された。延伸システムは、60~100 リットル/分/ダイの範囲に設定された速度で、40~50 の範囲に設定された温度にて、引抜油を送出した。

10

【0089】

次に、このワイヤはポピン上に巻付けられた。それぞれ 6 つの原料棒から作製された、結果として得られたワイヤの種々の特性が、以下の表 2 に記載される。

【0090】

表 2

20

ワイヤが作製された原料棒	直径、mm (インチ)	引張強度、 MPa (psi)	伸長、 %	電気伝導度、 IACS%
内部層				
1	4.44 (0.1748)	166.6 (24,168)	4.9	60.4
2	4.43 (0.1744)	170.1 (24,670)	4.9	60.6
3	4.43 (0.1744)	169.5 (24,586)	5.5	60.3
4	4.43 (0.1744)	168.4 (24,418)	4.9	60.7
5	4.43 (0.1744)	171.3 (24,849)	4.9	60.4
6	4.43 (0.1744)	174.5 (25,309)	4.9	60.0

【0091】

上の表 2 に参照される 6 つの異なるワイヤからのワイヤを使用して、滑車テストに使用されるケーブルが、8 つのケーブルのバッチとして作製された。26 のポピン、すなわち、第一内部層を撚るための 10 のワイヤ、第二外部層を撚るための 16 のワイヤが撚り装置に装填され、ワイヤがテスト用にこれらのサブセットから取られたが、これらは「サンプルポピン」であった。

30

【0092】

ケーブルは、従来の遊星型撚り機とコアと (内部及び外部) ワイヤとを使用して、カナダ、サスカチュワン州ウェーパンのネサンス社 (Nexans) により作製された。ケーブルを作製するための装置 180 の概略図については、図 8、8A、及び 8B に示される。

【0093】

コアのスプール 181 は、従来の遊星型撚り機 180 の頭部に提供され、スプール 181 は自由に回転でき、張力はブレーキシステムにより適用されることができる。繰出し (pay off) 中にコアに適用された張力は、45 kg (100 lb.) であった。コアは、室温 (約 23 (73 °F)) で投入された。コアは、ポピン台車 182、183 の中心に通され、閉鎖ダイ 184、185 を通過し、巻上げホイール 186 の周囲を經由して、従来の巻き取りスプール (直径 152 cm (60 インチ)) 187 に取り付けられた。

40

【0094】

外部撚り層 189 を適用する前に、個々のワイヤは別個のポピン 188 に送られたが、これらのポピンは撚り装置の多くのモーター駆動の台車 182、183 内に設置されていた。ポピン 188 からワイヤ 89 を引くのに必要な張力の範囲を、11~14 kg (25~30 lbs) の範囲に設定した。撚りステーションは、台車と、閉鎖ダイとから成る。

50

各撚りステーションにおいて、各層のワイヤ 189 は、それぞれ閉鎖ダイ 184、185 における各台車の出口でまとめられ、それぞれ中心ワイヤ又は先行の層の上に配置された。そのように、コアは、2つの撚りステーションを通過した。第一ステーション 10 では、ワイヤはコア上に左巻きで撚られた。第二ステーション 16 では、ワイヤは前の層の上に右巻きで撚られた。

【0095】

適用される場合、所与の層のコア材料及びワイヤは、閉鎖ダイ 184、185 によって接触させた。閉鎖ダイは円筒であり（図 8 A 及び図 8 B を参照）、ボルトを使用して適所に保持された。ダイはナイロンで作られ、完全に閉じることができた。

【0096】

完成ケーブルは、巻上げホイール 186 を通過し、最後に巻き取りスプール 187（直径 107 cm（42 インチ））上に巻付けられた。

【0097】

内部層は、10のワイヤから構成され、外側層の直径は 19.3 mm（0.760 インチ）、内部層の質量/単位長さは 422 kg/km（283.2 lbs/ft）で、左巻きの撚りは 27.4 cm（10.8 インチ）であった。内部層の閉鎖ブロック（ナイロンで作製された）は、内径 19.3 mm（0.760 インチ）で設定された。したがって、閉鎖ブロックは、ケーブル直径と全く同じ直径に設定された。

【0098】

外部層は、16のワイヤで構成され、外側層の直径は 28.1 mm（1.106 インチ）、外部アルミニウム層の質量/単位長さは 691.0 kg/km（463.1 lbs/ft）で、右巻きの撚りは 30 cm（11.8 インチ）であった。アルミニウム合金ワイヤの総質量/単位長さは、1109 kg/km（743.6 lbs/ft）であり、コアの総質量/単位長さは、229.0 kg/km（153.5 lbs/ft）であり、導体の総質量/単位長さは、1342 kg/km（899.8 lbs/ft）であった。外部層の閉鎖ブロック（ナイロンで作製された）は、内径 28 mm（1.1 インチ）で設定された。したがって、閉鎖ブロックは、最終ケーブル直径と全く同じ直径に設定された。

【0099】

内部ワイヤ及び外部ワイヤの張力（繰出し（pay-off）ポピンとして）が、携帯型力ゲージ（イリノイ州シカゴのマックマスター・カード社から入手した）を使用して測定され、13.5 ~ 15 kg（29 ~ 33 lbs）の範囲内になるように設定され、コア繰出し（pay-off）張力は、ポピンと同じ測定方法を使用してブレーキにより約 90 kg（198 lbs）で設定された。さらに、修正機（straightener）が使用されずに、ケーブルが巻き上げられた。コアは、室温（約 23（73 °F））で投入された。

【0100】

図 9 を参照すると、以下の試験方法を用いて、得られた導体ケーブル 202 を試験するために、試験装置 200 が使用された。12.2 m（40 フィート）の区分の導体ケーブル 202 が、床の上に水平に配置された。単一の 49 m（160 フィート）片の低伸縮性ロープ 204（サウスカロライナ州スペンサーのウォール・インダストリーズ（Wall Industries）から商品名「ユニライン（UNILINE）」を入手した）が導体ケーブル 202 の各端部にプルグリッパ（図示せず）を使用して取り付けられて、61 m（200 フィート）のループが形成された。特に、低伸縮性ロープの各端部にワイヤメッシュグリッパが設置され、導体ケーブル部の各端部にワイヤメッシュグリッパが取り付けられた。ロープ 204 の端部のワイヤメッシュグリッパのループ及び導体線 202 は一緒にされて、スイベル連結器（図示せず）を使用して共に取り付けられた。次にループの導体ケーブルの区分は半分に切断されて、柔軟なフルテンション型スプライス 206（オハイオ州クリーブランドのプリフォームド・ライン・プロダクツ社（Preformed Line Products）から商品名「サーモライン」（THERMOLIGN）、部品番号 T L S P - 795 で入手した）で再接続された。スプライス 206 の端部は、スプライス 206 の棒が滑車 214 に引っかかるのを防ぐ

10

20

30

40

50

ようにテープが貼られた。

【0101】

次に、結果としてもたらず低伸縮性ロープ204、導体ケーブル202、及びスプライス206のループが、試験装置200に設置された。試験装置200は3つの滑車、すなわち、ロープ204、導体ケーブル202、及びスプライス206のループを矢印で示される方向に駆動するための第一の固定駆動滑車210、ループ上に力(F)を付与するための第二の可変張力滑車212、並びにロードセル216が取り付けられた第三の滑車214から成る。第一の固定駆動滑車210は、直径140cm(55インチ)、第二の可変張力滑車212は、直径140cm(55インチ)、及び第三の滑車214は、直径92cm(36インチ)であった。導体ケーブル202及びスプライス206は、16.3%~17.3%の範囲のRBS張力%にて18.7度のブレークオーバー角で、第三の滑車214を越えて引かれた。

10

【0102】

ブレークオーバー角は、第二の滑車212の位置を変更するか、ロープ204、導体ケーブル202、及びスプライス206のループの長さを調整するかのいずれかによって設定された。予想ブレークオーバー角は現場で設定され、後に実際のブレークオーバー角が試験装置200のデジタル写真の画像処理によって精確に測定された。ループ上のRBS張力%(T)は、式 $T = R / 2 \sin(\theta / 2)$ を用いて、ロードセル216により測定された合成力(R)を使用して監視された。試験中、RBS張力%は、ループの伸縮のために変動し、第二の滑車212で試験中に調整された。

20

【0103】

導体ケーブル202及びスプライス206を第三の滑車を越えて引き、第一又は第二滑車210、212を通過する前に導体ケーブル202及びスプライス206を停止し、次にロープ204、導体ケーブル202、及びスプライス206のループ上の張力を除去し、ループをリセットすることによって、導体ケーブル202及びスプライス206は、第三の滑車を越えて循環した。循環中、試験オペレータは、複合線コアの破損を示すであろう「クリック音」など、いかなる音響ノイズも聞こうとしていた。導体ケーブル202及びスプライス206が第三の滑車を20サイクル越えた後、導体ケーブル202及びスプライス206を分解し、導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。ワイヤの目視検査では、重大な損傷はなかった。さらに、スプライス206には、歪み又は恒久的な変形の兆候は何も見られなかった。クリック音又は他の可聴的兆候も、観察されなかった。したがって、ケーブル又はスプライスに対する重大な損傷はなかったという結論を得た。

30

【0104】

(実施例2)

第三の滑車214が、152cm(60インチ)の効果的な全体的半径を画定するように45度の円弧に沿って配置された直径18cm(7インチ)の6つの滑車のローラーアレイであり、試験が、29.6度のブレークオーバー角及び9.7%~11%の範囲のRBS張力%で行われたことを除いて、実施例2は実施例1に記載の手順に従った。第三の滑車214を3サイクル越えた後、導体ケーブル202及びスプライス206を分解し、導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。クリック音又は他の可聴的兆候は、観察されなかった。ワイヤの目視検査では、重大な損傷はなかった。さらに、スプライス206には、歪み又は恒久的な変形の兆候は何も見られなかった。したがって、ケーブル又はスプライスに対する重大な損傷はなかったという結論を得た。

40

【0105】

(実施例3)

第三の滑車214が、直径18cm(7インチ)の6つの滑車の同じローラーアレイであり、試験が、33.8度のブレークオーバー角及び16.6%~17.4%の範囲のRBS張力%で行われたことを除いて、実施例3は実施例2に記載の手順に従った。第三の滑車214を3サイクル越えた後、導体ケーブル202及びスプライス206を分解し、

50

導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。クリック音又は他の可聴的兆候は、観察されなかった。ワイヤの目視検査では、重大な損傷はなかった。さらに、スプライス 206 には、歪み又は恒久的な変形の兆候は何も見られなかった。したがって、ケーブル又はスプライスに対する重大な損傷はなかったという結論を得た。

【0106】

(実施例 4)

第三の滑車 214 が、直径 18 cm (7 インチ) の 6 つの滑車の同じローラーアレイであり、試験が、39 度のブレークオーバー角及び 10.1% ~ 10.6% の範囲の RBS 張力%で行われたことを除いて、実施例 4 は実施例 2 に記載の手順に従った。試験滑車を 3 サイクル越えた後、導体ケーブル 202 及びスプライス 206 を分解し、導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。クリック音又は他の可聴的兆候は、観察されなかった。ワイヤの目視検査では、重大な損傷はなかった。さらに、スプライス 206 には、歪み又は恒久的な変形の兆候は何も見られなかった。したがって、ケーブル又はスプライスに対する重大な損傷はなかったという結論を得た。

10

【0107】

比較例 A

第三の滑車 214 が直径 71 cm (28 インチ) であり、試験が、33 度のブレークオーバー角及び 8.7% ~ 10.1% の範囲の RBS 張力%で行われたことを除いて、比較例 A は実施例 1 に記載の手順に従った。さらに、スプライスは適用されず、導線ケーブル区分は連続していた。また、各サイクル後、ループを取り外さずに逆転させたが、試験張力が適用されている間、ループ全体の周りを連続して走行させた。第一サイクル後、導体ケーブル 202 が第三の滑車 214 を過ぎた際に、可聴的な「クリック音」が、導体ケーブル 202 の後端部のワイヤメッシュグリップの領域で聞こえた。5 サイクル後に試験を停止した。第三の滑車 214 を 5 サイクル越えた後、導体ケーブル 202 を分解し、導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。ワイヤの目視検査では、導体ケーブル 202 の後端部側上において導体ケーブル 202 からワイヤメッシュグリップへの移行部に、破損した 1 つのコアワイヤがあった。残存するワイヤは完全な状態であり、他の重大な損傷は観察されなかった。したがって、ワイヤメッシュグリップの存在による導体ケーブル 202 に対する重大な損傷があったという結論を得た。

20

【0108】

比較例 B

第三の滑車 214 は同じ直径 71 cm (28 インチ) であるが、試験が、33 度のブレークオーバー角及び 7.3% ~ 7.9% の範囲の RBS 張力%で行われたことを除いて、比較例 B は比較例 A に記載の手順に従った。第三の滑車 214 を 20 サイクル越えた後、導体ケーブル 202 を分解し、導体ケーブルワイヤが損傷について目視検査された。クリック音又は他の可聴的兆候は、観察されなかった。ワイヤの目視検査では、重大な損傷はなかった。したがって、導体ケーブル 202 に対する重大な損傷はなかったという結論を得た。

30

【0109】

本明細書において特定の実施形態が例示及び説明されてきたが、多様な代替及び/又は同等の施行が、本発明の範囲から逸脱することなく、図示され説明された特定の実施形態と置き換えられ得ることは、当業者には理解されるであろう。本出願は、本明細書で説明された特定の実施形態のいかなる翻案又は変形をも包含すべく意図されている。したがって、本発明が請求項及びその同等物によってのみ限定されることを、意図するものである。

40

【0110】

添付の図面を参照しながら本発明をさらに説明するが、いくつかの図面における類似の参照番号は類似の部分を表している。

【図面の簡単な説明】

【0111】

50

- 【図 1】本発明の 1 つの代表的な実施形態による送電ケーブルの設置方法の概略図。
- 【図 2 A】正面から見た代表的な柔軟なフルテンション型スプライス。
- 【図 2 B】正面から見た代表的な柔軟なフルテンション型スプライス。
- 【図 2 C】正面から見た代表的な柔軟なフルテンション型スプライス。
- 【図 3】複合ワイヤのコアを有する高架送電ケーブルの代表的な実施形態の概略断面図。
- 【図 4】複合ワイヤのコアを有する高架送電ケーブルの代表的な実施形態の概略断面図。
- 【図 5】複数のストランドの周りで保持手段を有する燃られたケーブルの代表的な実施形態の端面図。
- 【図 6】送電ケーブルの代表的な実施形態の端面図。
- 【図 7】本発明による溶融金属を繊維に湿潤させるために使用される代表的な超音波湿潤装置の概略図。
- 【図 8】本発明によるケーブルを作製するために使用される代表的な撚り装置の概略図。
- 【図 8 A】本発明によるケーブルを作製するために使用される代表的な撚り装置の概略図。
- 【図 8 B】本発明によるケーブルを作製するために使用される代表的な撚り装置の概略図。
- 【図 9】本発明による試験滑車を越えて引かれるスプライスを試験するための代表的な試験装置の概略図。

【 図 1 】

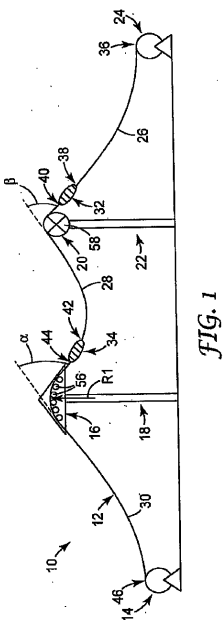


FIG. 1

【 図 2 A 】

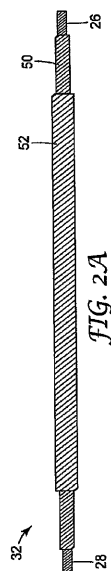
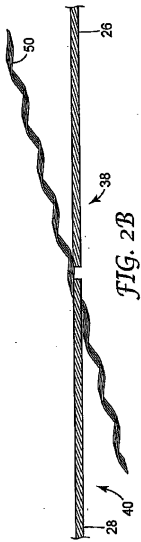
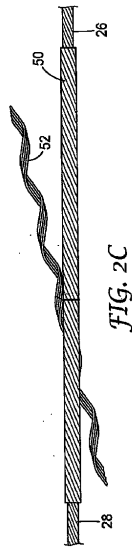


FIG. 2A

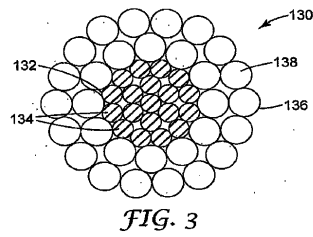
【 図 2 B 】



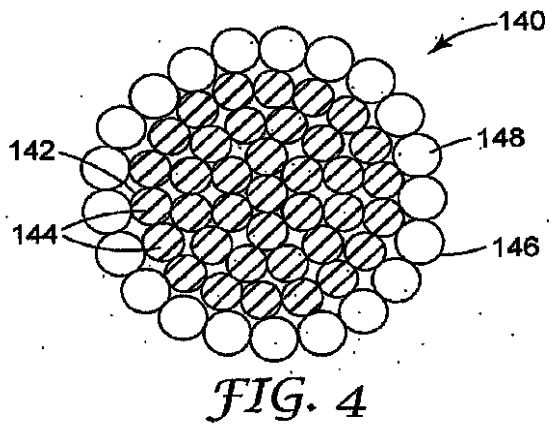
【 図 2 C 】



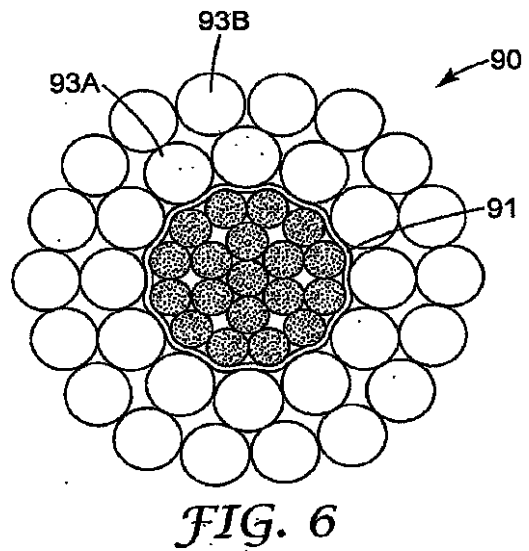
【 図 3 】



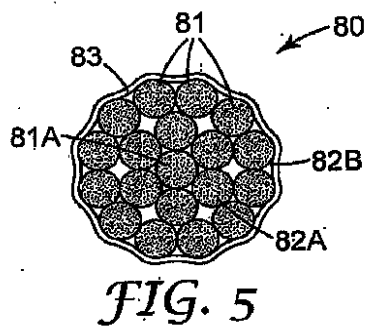
【 図 4 】



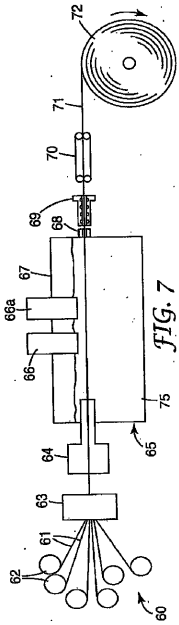
【 図 6 】



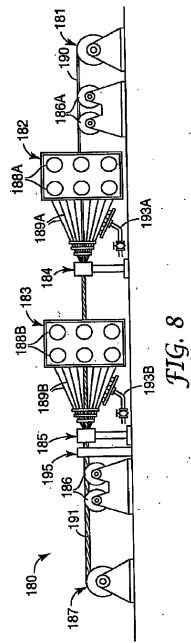
【 図 5 】



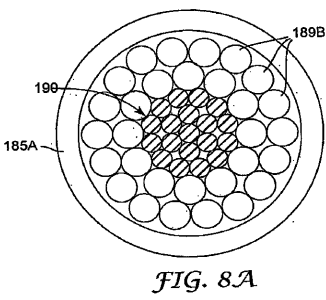
【 図 7 】



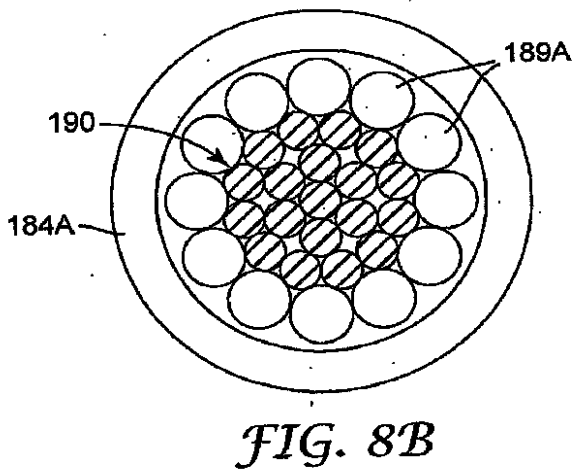
【 図 8 】



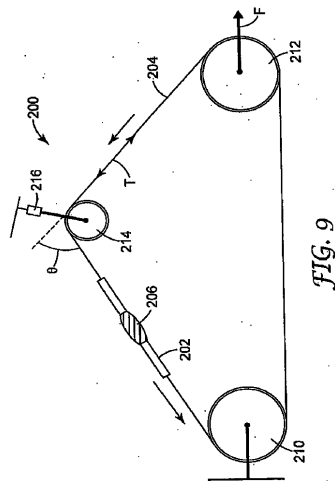
【 図 8 A 】





【 図 8 B 】



【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/004016
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02G 1/02(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8: H02G 1/02, 1/04, 1/14, 15/08, B21F 15/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility Models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility Models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) "transmission", "cable", "splice", "join"		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3934397 A (BLACK, BOYD C.) 27 January 1976 See the abstract; figures 5-7	1-20
A	US 4504695 A (FONTAINE, GREGORY N. et al.) 12 March 1985 See the abstract; figure 1	1-20
A	KR 10-2001-0091852 A (DAIMEI TELECOM CORP. et al.) 23 October 2001 See the abstract; figures 2-6	1-20
A	JP 13-103649 A (MITSUBISHI CABLE IND LTD.) 13 April 2001 See the abstract; figure 1-3	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 JULY 2007 (24.07.2007)		Date of mailing of the international search report 25 JULY 2007 (25.07.2007)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer HAN, SANG IL Telephone No. 82-42-481-8185 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2007/004016

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US3934397A	27.01.1976	None	
US04504695A	12.03.1985	None	
KR1020010091852A	23.10.2001	AU200127987A1	20.09.2001
		AU200127987B2	20.09.2001
		AU200127987A5	20.09.2001
		AU773882B2	10.06.2004
		CN1293686C	03.01.2007
		CN1319926	31.10.2001
		CN1319926A	31.10.2001
		ID29641A	13.09.2001
		JP13258140	21.09.2001
		JP2001258140A2	21.09.2001
		JP3791891B2	28.06.2006
		KR2001091852A	23.10.2001
		TW474891B	01.02.2002
		TW474891A	01.02.2002
		US6505818	14.01.2003
		US2003066991A1	10.04.2003
		US2003066991AA	10.04.2003
		US6505818B1	14.01.2003
		US6505818BA	14.01.2003
		US6913822BB	05.07.2005
JP13103649A	13.04.2001	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 コリン・マクロウ

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター
ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 ハーブ・イー・デブ

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター
ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 トッド・エヌ・スタッフアローニ

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター
ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7