

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5371958号

(P5371958)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

|                        |              |   |
|------------------------|--------------|---|
| (51) Int.Cl.           | F I          |   |
| HO 1 B 11/04 (2006.01) | HO 1 B 11/04 |   |
| HO 1 B 11/00 (2006.01) | HO 1 B 11/00 | J |
| HO 1 B 7/02 (2006.01)  | HO 1 B 7/02  | G |

請求項の数 2 (全 16 頁)

|               |                               |           |                       |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2010-506220 (P2010-506220)  | (73) 特許権者 | 390023674             |
| (86) (22) 出願日 | 平成20年4月18日(2008.4.18)         |           | イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・   |
| (65) 公表番号     | 特表2010-525545 (P2010-525545A) |           | アンド・カンパニー             |
| (43) 公表日      | 平成22年7月22日(2010.7.22)         |           | E. I. DU PONT DE NEMO |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2008/005012             |           | URS AND COMPANY       |
| (87) 国際公開番号   | W02008/133846                 |           | アメリカ合衆国、デラウェア州、ウイルミ   |
| (87) 国際公開日    | 平成20年11月6日(2008.11.6)         |           | ントン、マーケット・ストリート 100   |
| 審査請求日         | 平成23年3月24日(2011.3.24)         |           | 7                     |
| (31) 優先権主張番号  | 60/926, 361                   | (74) 代理人  | 100077481             |
| (32) 優先日      | 平成19年4月25日(2007.4.25)         |           | 弁理士 谷 義一              |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       | (74) 代理人  | 100088915             |
|               |                               |           | 弁理士 阿部 和夫             |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐圧潰性ツイストペア通信ケーブル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体をポリマー絶縁体で被覆したポリマー絶縁導体のツイストペアであって、  
前記ツイストペアを形成するための撚りによって、前記ポリマー絶縁導体の各ポリマー  
絶縁導体のポリマー絶縁体の表面が互いに接触し、

各前記ポリマー絶縁導体のポリマー絶縁体が、

( i ) 前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の前記表面を互いに接触させること  
によって圧潰し得る発泡ポリマー部分、および

( i i ) 前記絶縁体内で、前記絶縁体の表面から前記導体まで半径方向に全部または部  
分的に延び、前記ポリマー絶縁導体の前記表面が互いに接触しているところに存在し、そ  
れによって、前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の前記表面を互いに接触させる  
ことによって起こる圧潰から前記発泡ポリマー部分を保護する耐圧潰性ポリマー部分、  
を含み、

前記部分 ( i ) および ( i i ) がそれぞれ少なくとも3つの領域に細分されており、そ  
れらが互いに交互になっており、各前記ポリマー絶縁導体の長さに沿って延びる、  
ポリマー絶縁導体のツイストペア。

【請求項 2】

前記耐圧潰性部分が本質的に発泡していないポリマーである、請求項 1 に記載のポリマ  
ー絶縁導体のツイストペア。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ツイストペア通信ケーブルに関し、より詳細には、各ポリマー絶縁導体のポリマー絶縁体が発泡しているケーブルに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ツイストペア通信ケーブルは、典型的にはビルのプレナム領域における、高周波数信号伝送に使用される。ケーブルは、ポリマー絶縁導体のツイストペアをポリマー外被で被覆した構成である。通常、ケーブルは、十字形の断面を有するスプラインによって互いに分離された複数のツイストペアを含み、これらは全て共通のポリマー外被内に収容されている。ビル火災が起こった場合、難燃性および耐煙性のため、ポリマー絶縁体はフルオロポリマーである。単一のケーブル内に複数のツイストペアがある場合、少数のポリマー絶縁体は、それ自体可燃性であり且つ燃焼時に発煙するポリオレフィンであってもよい。主絶縁体としてのフルオロポリマー絶縁体をポリオレフィン絶縁体と一緒に組み合わせることは、ビルの状況によっては許容可能である。

## 【0003】

ツイストペアポリマー絶縁導体の1つの要件は、信号損失がほとんど又は全くない電気信号の伝送である。信号損失の1つの機構は、ポリマー絶縁体による信号エネルギーの吸収である。この吸収は、ポリマー絶縁体の質量が増加するにつれ、増加する。従って、薄い、典型的には約20ミル(500  $\mu\text{m}$ )以下の、通常は約12ミル(300  $\mu\text{m}$ )以下の絶縁体厚さを使用することが一般的である。絶縁体中のポリマーの質量を減少させるために発泡絶縁体を使用されてきたが、確かに、これによってポリマー絶縁体のエネルギー吸収(静電容量)は減少する。しかし、発泡絶縁体に関する問題は、発泡絶縁体が、2つのポリマー絶縁導体を一緒に組み合わせる(対にする(twins))撚り操作によって圧縮され得ることである。撚り合わせられる過程で、ポリマー絶縁体の表面は押し合わせられる。力の大きさは、撚線装置および撚りの緊密さ、即ち、単位長さ当たりの回転数、例えば、/ft又は/mで変わる。この力が発泡絶縁体の表面を圧縮する結果、厚さが減少し、その結果、絶縁体が圧縮された位置にあるツイストペアの2つの絶縁導体間の誘電特性が低下する(インピーダンスが低下する)。この望ましくない絶縁体厚さの損失を補償するために、ポリマー絶縁電線の製造業者は、導体に絶縁体を被覆する押出發泡プロセスで発泡ポリマー絶縁体の厚さを増加させなければならなかった。これによって、中実の(非発泡)絶縁体の代わりに発泡絶縁体を使用する利点が損なわれ、発泡絶縁ツイストペアケーブルを小さい空間に嵌め込むことが困難になり、既存のコネクタサイズを使用できなくなる。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

課題は、どのようにして、撚りプロセスに起因して発泡絶縁体がより大きく圧縮され得るという欠点を生じることなく中実の絶縁体に代わる発泡絶縁体の代替を製造するかである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、耐圧潰性(crush resistant)発泡絶縁体を提供することによってこの課題を解決する。より詳細には、本発明は、ポリマー絶縁導体のツイストペアであり、絶縁導体のツイストペアを形成する撚りプロセスによって、ポリマー絶縁導体の各ポリマー絶縁導体のポリマー絶縁体の露出面は互いに接触する。本発明によれば、ポリマー絶縁導体のそれぞれのポリマー絶縁体は、(i)前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の表面をこのように互いに接触させることによって圧潰し得る発泡ポリマー部分、および(ii)前記絶縁体内で発泡部分の中に半径方向に延び、ポリマー絶縁導体の露出面が互いに接触するところに存在する耐圧潰性ポリマー部分を含む。各ポリマー絶縁体

の露出面が押し合わされている部分 ( i i ) が存在することによって圧縮に抵抗し、それによって、前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体のこれらの露出面を互いに接触させることによって起こる圧潰から発泡部分を保護する。一実施形態では、耐圧潰性部分 ( i i ) は、絶縁体内で絶縁体の外面から導体の方に又は導体まで半径方向に延びる。

【 0 0 0 6 】

従って、本発明は、発泡ポリマーと非発泡ポリマーの組み合わせであるポリマー絶縁体を提供し、非発泡ポリマーは、1組の絶縁導体を撚り合わせる操作によりポリマー絶縁体の表面に加えられる力によって発泡部分が圧潰されないように、ポリマー絶縁体内に配置される。撚り操作は、一般に、ツイニング ( t w i n n i n g ) と称される。2つの絶縁導体の表面が互いに接触する部分 ( i i ) が存在すると共に、部分 ( i i ) が部分 ( i ) の厚さの中に延びることによって、ポリマー絶縁体に耐圧潰性が付与される。更に後述されるように、絶縁体の発泡部分の中に延びる部分 ( i i ) の形状もまた、部分 ( i i ) がポリマー絶縁体に付与する耐圧潰性に寄与する。ツイニング力は、ポリマー絶縁体の交差点で中実のポリマー絶縁体さえ変形するほど大きくてもよいが、中実のポリマー絶縁体の耐変形性は発泡絶縁体の耐変形性 (耐圧潰性) よりはるかに大きい。その結果、ツイニング力が十分大きいときは、部分 ( i i ) さえ比較的少量変形し得る。好ましくは、耐圧潰性部分は、前記ツイストペアの2つの直径の幅が、前記撚りの前の各ポリマー絶縁導体の直径の合計の少なくとも約90%となる耐圧潰性を有する。

【 0 0 0 7 】

ポリマー絶縁体の部分 ( i i ) が、発泡していないことによってその耐圧潰性を得る時、および、ポリマー絶縁体の非発泡部分がポリマー絶縁体全体の静電容量を増加させると思われる時、絶縁体のこのポリマー質量の増加は、絶縁体の部分 ( i ) に空孔率を増加させる発泡条件を使用し、それによって非発泡部分に使用するポリマーの質量を小さくすることによって補償される。従って、本発明は、絶縁体の静電容量を低減させ、それによって信号伝送速度を増加させることができる。

【 0 0 0 8 】

好ましい実施形態では、ポリマー絶縁体部分 ( i ) および ( i i ) は、それぞれ、互いに交互になっている少なくとも3つの領域に細分されており、それぞれ絶縁体の中に半径方向に延び、それぞれ各前記ポリマー絶縁導体の長さに沿って延びる。絶縁導体の断面で見たとき、これらの領域は、好ましくは、導体を中心にして対称である。部分 ( i i ) の複数の領域が存在することによって、ツイニング操作で特別な措置をすることなく、ツイストペアの絶縁導体の表面が互いに接触しているところにこれらの領域が存在する可能性が高まる。

【 0 0 0 9 】

ケーブル内の隣接するツイストペアが一緒に入れ子になる可能性を減殺する、より緊密な撚りを有する要求が増加するにつれ、耐圧潰性発泡ポリマー絶縁体の重要性が増加している。入れ子構成は、隣接するツイストペア間の漏話を促進する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】本発明のポリマー絶縁導体のツイストペアの拡大等角図であり、ポリマー絶縁体の構成の詳細は示していない。

【図2】断面2 - 2に沿った図1の絶縁導体のツイストペアの絶縁導体の1つの拡大断面図であり、本発明のポリマー絶縁体の断面の一実施形態の詳細を示している。

【図3】ツイストペアの1つのポリマー絶縁導体の絶縁体の別の実施形態の拡大断面図である。

【図4】ツイストペアの1つのポリマー絶縁導体の絶縁体の更に別の実施形態の拡大断面図である。

【図5】絶縁導体のツイストペアの1つの絶縁導体の更に別の実施形態の拡大断面図である。

【図6】本発明に使用されるポリマー絶縁体を得るための押出機クロスヘッドの一実施形

10

20

30

40

50

態の部分断面図である。

【図 7】本発明に使用されるポリマー絶縁体を得るための押出機クロスヘッドの別の実施形態の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 は、銅などの中心導体各 8 および 10、並びにポリマー絶縁体各 12 および 14 からそれぞれなるポリマー絶縁導体 4 および 6 のツイストペア 2 を示す。ツイストペア 2 を形成するツイニングプロセスは従来の操作であり、絶縁体 12 および 14 の露出面が接触点 16 および 18 など押し合わせられる。接触点 16 および 18 は、概ね、2 つの絶縁導体間の正弦曲線接触を描く螺旋接触線又は接触面の部分である。ツイストペアの絶縁導体間のインピーダンスの均一性のために、接触線が連続していることが好ましい。絶縁体が全部発泡している場合、発泡絶縁体の圧潰を引き起こす力は、ツイニング操作に起因し、絶縁導体のツイストペア中に残存する。ポリマー絶縁体の耐圧潰性部分は発泡性部分を保護する。

【0012】

図 2 は、導体 8 および絶縁体 12 を含む絶縁導体 4 の断面を示し、耐圧潰性部分は 5 つの非発泡領域 20 に細分され、これらは 5 つの発泡領域 22 と交互になっている。領域 20 は、本質的に発泡していないことによってその耐圧潰性を得る。図示されている実施形態では、領域 20 は、発泡絶縁体領域 22 の厚さ全体を通して半径方向に延び、導体 8 に付着しており、それによって絶縁体の露出面 24 に加えられるツイニング力は導体 8 に支持され、領域 20 の耐圧潰性を増加させる。好ましくは、非発泡領域は、ポリマー絶縁体の外面から測定して、絶縁体の厚さの少なくとも 40%、より好ましくは少なくとも 60% を通って延びる。領域 20 が発泡領域 22 の厚さの中に半径方向に延びるため、たとえ領域 20 の下に発泡体構造があっても、これらの領域の内側に先細りになる断面によって、これ自体が耐圧潰性を付与する。この点に関して、領域 20 は台形に類似している。領域 20 のこの台形の形状（断面）の辺 26 および 28 は、接触する発泡体領域 22 によって支持される。それらの領域は、好ましくは中心導体 8 を中心にして対称である。好ましくは、これらの領域の対称分布は、互いに均一なサイズである発泡領域と、互いに均一なサイズである耐圧潰性領域を含み、発泡領域と耐圧潰性領域は絶縁体の断面に均一に分布している（均一な間隔で配置されている）。

【0013】

図 3 では、耐圧潰性領域 30 と発泡領域 32 は、互いに交互になっており、導体 31 を中心にして対称である。この実施形態では、層 34 は、絶縁体の最内面に存在し、即ち、導体に接触しており、この層は本質的に発泡していない。この点に関して、この層の組成物は、発泡セル造核剤の存在を含む発泡領域 32 の組成物と同じであるが、押出プロセス条件は、導体に隣接する領域で発泡が起こったとしても非常に僅かであるようにする、即ち、層 34 が本質的に発泡しないようにする。このプロセス条件は、発泡領域 32 を形成する発泡性ポリマー組成物が導体と接触する時に、導体が比較的「低温」であるようにすることを含み、それによって、この導体隣接領域は、熔融ポリマー中に気泡（発泡セル）が形成できるより速く冷却され、その結果、この領域と発泡領域の間に発泡構造の差が生じる。得られる層 34 は、概ね、空孔率が約 10% 未満、好ましくは約 5% 未満であり、概ね空孔率が少なくとも約 20%、好ましくは少なくとも 30% である発泡領域とは幾らか視覚的に異なる。

【0014】

図 3 の実施形態では、耐圧潰性領域 30 は層 34 の中に延び、本質的に発泡していない層 36 もまたポリマー絶縁体の外（露出）面に存在する。層 34 および 36 は、領域 30 を相互接続し、ポリマー絶縁体全体の耐圧潰性を増加させる。層 34 の場合のように、層 36 も本質的に発泡していない。発泡性組成物の幾らかは、押出ポリマー形成層 36 のポリマーを貫通し、幾らか気泡を形成する可能性がある。本質的に発泡していない層 36 の状態は、層 36 とそれに隣接する発泡領域の間の境界面の不規則性に鑑みて、前述の層 3

10

20

30

40

50

4と同様に特徴付けることができる。それにも関わらず、層34および/又は36が存在するとき、それらがそれぞれ、ポリマー絶縁体の全厚の少なくとも約10%を構成することが好ましい。

#### 【0015】

図4の実施形態は、耐圧潰性領域38が発泡領域40の中に延びるが、ポリマー絶縁体の外面から測定した時、ポリマー絶縁体の全厚の約60%にしか延びないということが、図3のものとは異なる。図3の実施形態のように、露出した表面層42は領域38を相互接続して存在するが、導体41の表面に隣接する領域は図3の層34よりはるかに多く発泡している。それにも関わらず、この実施形態は、依然として、図4に示すように耐圧潰性領域の間に交互にあり且つそれらの下に延びる発泡領域と同じ空孔率を有する発泡組成物で全部構成された絶縁体と比較して、顕著な耐圧潰性を示す。

10

#### 【0016】

図5の実施形態では、発泡体/耐圧潰性部分(スプライン(spline))絶縁体構造の断面構造は、導体46を中心にして対称に配置され、それぞれ導体の表面と絶縁体の表面にある非発泡層48および49で相互接続された9つのスプライン44を備える。スプラインは発泡領域50と交互になっている。

#### 【0017】

図2~5に示されているポリマー絶縁体の全ての実施形態で、ポリマー絶縁体の細分され、交互になっている領域、即ち、耐圧潰性領域と発泡領域を形成する構造は、導体の長さに沿って連続的に延びる。これらの領域はまた互いに補完し、ポリマー絶縁体の厚さ全体を構成し得る。図3および4の絶縁体構造の断面図は、耐圧潰性領域を、発泡領域の中に半径方向に全部延びることもあれば、部分的に延びることもある台形の形状のアーム(arms)として示すが、それらは、実際、絶縁導体の長さに沿って延びるスプラインであり、発泡領域は、このようなスプラインの間の空間、および、場合によってはこのようなスプラインの下を占める。図1から、ツイストペアの絶縁導体は互いに交差し(crossover)、それによってスプラインがポリマー絶縁体の露出面間の接触部に存在するようになることが分かる。スプラインの幅および頻度は、外側の本質的に発泡していない層と共に、接触するポリマー絶縁体間に耐圧潰性境界面を提供する。絶縁体中に存在するポリマーの量を最小限にし、それによって静電容量が最小限になるように、発泡していないスプラインの幅は、好ましくは、所望の耐圧潰性と整合するように最小限にされる。絶縁体の断面中の非発泡領域の面積は、総断面積の約50%以下、より好ましくは約40%以下である。燃られた絶縁導体が互いに連続的に接触するため、幾つかの接触点はスプライン間ではなく、スプラインと外側非発泡層(例えば、図3の非発泡層36)又は発泡絶縁体(例えば、図2の発泡領域22)の間となる可能性があり、その場合、ツイストペアの直径の合計の損失は、耐圧潰性領域が存在しない場合の約半分になる。いずれにしても、これらがツイストペアのポリマー絶縁体間の接触点となる場合、隣接するスプライン間の接触は、各発泡絶縁体領域を支持する(各発泡絶縁体領域の圧潰を制限する)傾向がある。このような圧潰は、一方の絶縁導体がツイストペアの他方の絶縁導体の絶縁体中に存在する隣接するスプラインに接触するまでしか進行しない。スプラインの数および/又は幅を増加させることによって、スプライン間の接触の可能性を増加させることができる。従って、好ましくは、少なくとも5つの耐圧潰性領域、より好ましくは少なくとも7つの耐圧潰性領域、更により好ましくは少なくとも9つの耐圧潰性領域がポリマー絶縁体中に存在する。これらの耐圧潰性領域は、好ましくは断面積がほぼ等しく、好ましくは発泡領域と交互に対称になっている。これらの数のスプラインのそれぞれについて、絶縁体の厚さへのスプラインの貫入(半径方向の延び)は前述の通りであってもよい。同様に、本質的に発泡していないポリマーからなる表面層は、絶縁体内の導体に隣接する表面に、又は絶縁体の露出(外)面に、又はその両方の位置に配置されていてもよく、それらの厚さは前述の通りであってもよい。

20

30

40

#### 【0018】

図6は、図2、図3、および図5の絶縁体構造を得ることができる押出機クロスヘッド

50

設計 5 4 の一実施形態の部分図を示す。クロスヘッド 5 4 の本体 5 2 内に同心状に嵌合しているのは、ダイ 5 6 とダイ先端 5 8 である。不活性ガスで加圧された（不活性ガスが注入された）熔融ポリマー組成物が、ポート 6 4 によって押出機（図示せず）からダイの中に供給され、クロスヘッド本体 5 2 には周囲チャンネル 5 7 があり、ダイ先端 5 8 に関して、この熔融ポリマー組成物がダイ先端の周囲全体に流れ、ダイ 5 6 とダイ先端 5 8 の間の狭い環状の間隙 5 9 に流入し、流通することを可能にする。ダイ先端 5 8 は、軸方向のワイヤ（導体）ガイド 6 0 を有し、ダイ 5 6 とダイ先端 5 8 の間の環状オリフィス 6 2 は、押し出された熔融ポリマー組成物の管状の形状の寸法を画定するが、熔融ポリマー組成物は真空によってドロウダウンされ、ワイヤガイド 6 0 を通して電線に付けられ、ポリマー絶縁体を形成する。熔融ポリマー絶縁体の発泡性部分の発泡は、ポリマー組成物が電線上にドロウダウンされるまで遅延され、その時、発泡が起こり、このようにして絶縁された電線は冷却され、発泡体構造を凍結する。

#### 【 0 0 1 9 】

クロスヘッドおよび押出プロセスの前述の記載は従来のものである。本発明の実施を可能にする構造および条件は後述する。ポリマー絶縁体の耐圧潰性領域は、サイド押出機（図示せず）からポート 7 0 を通して熔融ポリマーを注入することによって得られる。この熔融ポリマーは不活性ガスで加圧されなかったが、それによって、この熔融ポリマーは非発泡性である。クロスヘッド本体 5 2 とダイ 5 6 の間に環状チャンネル 7 2 が形成され、熔融ポリマーがダイ 5 6 を包囲することを可能にする。チャンネル 7 2 と環状の間隙 5 9 の間を連通する複数の追加のポート 7 4 がダイに設けられる。追加のポート 7 4 の数と半径方向の分布は、ポリマー絶縁体中に形成される耐圧潰性領域（スプライン）の数と半径方向の分布に対応する。これらの追加のポートを流通する熔融ポリマーは、ポリマー絶縁体の耐圧潰性領域を形成する。操作中、熔融した発泡性ポリマー組成物は、環状の間隙 5 9 に沿って流動し（移動し）、熔融ポリマーは追加のポート 7 4 を通って流動し（移動し）、熔融した発泡性ポリマー組成物の流れを貫通し、細分し得る。追加のポート 7 4 を流通する熔融ポリマーは発泡用ではない。環状の間隙 5 9 に供給される発泡性熔融ポリマー組成物の中に熔融ポリマーが追加のポート 7 4 から貫通配置されるが、これは、環状のオリフィス 6 2 を通って移動し、電線上にドロウダウンして電線上に発泡耐圧潰性ポリマー絶縁体を形成する間、維持される。追加のポートから熔融ポリマーが貫通する程度は、それぞれポート 7 0 とポート 6 4 を通るポリマーとポリマー組成物の相対的流量によって制御される。耐圧潰性領域の台形の断面形状の形成は自然に起こる。導体の表面に層 3 4（図 3）などの本質的に発泡していない層を形成することは、発泡性ポリマー組成物が、環状オリフィス 6 2 からの押し出しに伴う熔融ポリマー組成物にかかる圧力の解放の結果として発泡できる前に、ダイ先端 5 8 を通る電線で発泡性ポリマー組成物が冷却されることによって達成される。この冷却を達成するために、電線は加熱されるが、比較的低温に、好ましくは約 240 ° F（116 ° C）以下に加熱される。

#### 【 0 0 2 0 】

図 7 のクロスヘッド 7 6 は、それが、ポリマー絶縁体の外面で耐圧潰性領域を相互接続する図 5 の本質的に発泡していない層 4 9 を作り出すように変更されていることを除いて、図 6 と同じ要素からなる。この点に関して、クロスヘッド本体は、ダイ 5 6 を取り囲む環状の間隙 8 2 を形成するように変更されており、環状のチャンネル 8 0 は環状の開口部 8 4 を含む。この変更は、ポート 7 0 を流通する熔融ポリマーが追加のポート 7 4 と環状の間隙 8 2 の両方に流入すること可能にし、間隙 8 2 は、熔融ポリマーが追加のポート 7 4 の上流にある環状の間隙 5 9 に入ることを可能にする。この上流で入るものは、流動する熔融した発泡性ポリマー組成物を十分貫通して表面層を形成し、それはまた追加のポート 7 4 から流入する熔融ポリマーによって貫通され、耐圧潰性領域を形成する。図 3 の層 3 6 のような表面層の厚さは、ポート 7 0 を流通する熔融ポリマーとポート 6 4 を流通する熔融した発泡性ポリマー組成物の相対的流量によって制御される、即ち、所望の厚さの非発泡外側絶縁体層と所望の貫通度のスプラインのためのポリマーを供給するのに十分な熔融ポリマーがポート 7 0 を通して供給される。従って、図 2 に示すようにスプラインは導

10

20

30

40

50

体に到達することができるか、又は内側非発泡層 3 4 ( 図 3 ) 又は 4 8 ( 図 5 ) に到達することができる。図 3 および図 5 はそれぞれこれらの層 3 4 および 4 8 を、それらの各スプラインに対して一体であるものとして示し、実際、これらの内層と各スプラインの間の相互接続が層とスプラインの間の接触線又は溶接線であるとき、それにも関わらずスプラインをしっかりと支持する。好ましくは、耐圧潰性領域は、図 2 の導体 8 又はそれぞれ図 3 および図 5 の内側非発泡層 3 4 および 4 8 である中実の材料で少なくとも支持されるように、絶縁体の厚さを本質的に全部通って延びる。非発泡表面層はまた、米国特許第 5 , 7 8 3 , 2 1 9 号明細書に開示されているダイ設計を使用することによって得られてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

本発明に使用されるフルオロポリマーは、好ましくは、テトラフルオロエチレン ( T F E ) とヘキサフルオロプロピレン ( H F P ) のコポリマーである。これらのコポリマー中、H F P 含有量は典型的には約 6 ~ 1 7 重量%、好ましくは 9 ~ 1 7 重量% ( H F P I x 3 . 2 から計算される ) である。H F P I ( H F P インデックス ) は、U . S . S t a t u t o r y I n v e n t i o n R e g i s t r a t i o n H 1 3 0 に開示されているように、特定の I R 波長における赤外線 ( I R ) 吸光度の比である。好ましくは、T F E / H F P コポリマーは、特性を改善するため、少量の追加のコモノマーを含む。好ましい T F E / H F P コポリマーは、T F E / H F P / パーフルオロ ( アルキルビニルエーテル ) ( P A V E ) であり、ここでアルキル基の炭素数は 1 ~ 4 である。好ましい P A V E モノマーは、パーフルオロ ( エチルビニルエーテル ) ( P E V E ) およびパーフルオロ ( プロピルビニルエーテル ) ( P P V E ) である。追加のコモノマーを含有する好ましい T F E / H F P コポリマーは、H F P 含有率約 6 ~ 1 7 重量%、好ましくは 9 ~ 1 7 重量% であり、P A V E 含有率 ( 好ましくは P E V E ) 約 0 . 2 ~ 3 重量% であり、コポリマーの残部は T F E であり、コポリマーは合計 1 0 0 重量% になる。F E P 組成物の例としては、米国特許第 4 , 0 2 9 , 8 6 8 号明細書 ( C a r l s o n ) 、同第 5 , 6 7 7 , 4 0 4 号明細書 ( B l a i r ) 、および同第 6 , 5 4 1 , 5 8 8 号明細書 ( K a u l b a c h r a ) および U . S . S t a t u t o r y I n v e n t i o n R e g i s t r a t i o n H 1 3 0 に開示されているものがある。F E P は部分的に結晶性である、即ち、エラストマーではない。部分的に結晶性とは、ポリマーが幾らかの結晶性を有し、A S T M D 3 4 1 8 に従って測定される検出可能な融点と少なくとも約 3 J / g の融解吸熱を特徴とすることを意味する。

#### 【 0 0 2 2 】

溶融押出可能となるように溶融加工可能である、他のフルオロポリマー、即ち、少なくとも 3 5 重量% のフッ素を含有するポリマーを使用することができるが、高速押出可能でありコストが比較的低いため、F E P が好ましい。特定の用途では、エチレン / テトラフルオロエチレン ( E T F E ) ポリマーが好適であるが、パーフルオロポリマーが好ましく、これらには、テトラフルオロエチレン ( T F E ) と一般に P F A として知られているパーフルオロ ( アルキルビニルエーテル ) ( P A V E ) のコポリマー、およびある特定の場合には M F A が挙げられる。P A V E モノマーとしては、パーフルオロ ( エチルビニルエーテル ) ( P E V E ) 、パーフルオロ ( メチルビニルエーテル ) ( P M V E ) 、およびパーフルオロ ( プロピルビニルエーテル ) ( P P V E ) が挙げられる。T F E / P E V E および T F E / P P V E は、好ましい P F A である。M F A は、T F E / P P V E / P M V E コポリマーである。しかし、前述のように、F E P が最も好ましいポリマーである。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明に使用されるフルオロポリマーはまた溶融加工可能である、即ち、ポリマーは、押出などの溶融加工によって加工され、有用であるように十分な強度を有する電線絶縁体を製造できるほど、溶融状態で十分な流動性がある。本発明に使用されるパーフルオロポリマーのメルトフローレート ( M F R ) は、好ましくは約 5 g / 1 0 分 ~ 約 5 0 g / 1 0 分の範囲、好ましくは少なくとも約 2 0 g / 1 0 分、より好ましくは少なくとも約 2 5 g / 1 0 分である。

## 【 0 0 2 4 】

MFRは、典型的には、米国特許第7,122,609号明細書(Chapman)に開示されているように、重合中の開始剤供給を変化させることによって制御される。所与の重合条件のための重合媒体およびコポリマー組成物中での開始剤濃度が高いほど、分子量は低くなり、MFRは高くなる。MFRはまた連鎖移動剤(CTA)を使用することによって制御されてもよい。MFRは、ASTM D-1238に従って、溶融ポリマーに5kgの荷重を使用し、372の溶融温度で、ASTM D2116-91a(FEPに関して)、ASTM D3307-93(PFA)、およびASTM D3159-91a(ETFEに関して)に記載のように測定される。

## 【 0 0 2 5 】

水系重合で製造されたフルオロポリマーは、重合した時、炭素原子 $10^6$ 個当たり少なくとも約400個の末端基を含有する。これらの末端基のほとんどは、押出中に受けるような熱に曝されると、分解などの化学反応を受け、押し出されたポリマーを変色させるか、又は押し出されたポリマーに不均一な泡を充満させるか、又はその両方であるという意味で不安定である。これらの不安定な末端基の例としては、 $-COF$ 、 $-CONH_2$ 、 $-COOH$ 、 $-CF=CF_2$ 、および/又は、 $-CH_2OH$ が挙げられ、重合媒体、開始剤、連鎖移動剤(使用する場合)、緩衝剤(使用する場合)の選択などの重合態様によって決定される。好ましくは、フルオロポリマーは、不安定な末端基を実質的に全て、安定な末端基で置換するように安定化される。安定化の好ましい方法は、フルオロポリマーを蒸気又はフッ素に曝すことであり、これらはパーフルオロポリマーに高温で適用可能である。フルオロポリマーを蒸気に曝すことは、米国特許第3,085,083号明細書(Schreyer)に開示されている。フルオロポリマーをフッ素に曝すことは、米国特許第4,742,122号明細書(Buckmasterら)および米国特許第4,743,658号明細書(Imbalzanoら)に開示されている。これらのプロセスを本発明に使用することができる。末端基の分析はこれらの特許に記載されている。安定な $-CF_3$ 末端基(フッ素化の生成物)の存在は、フッ素処理後に存在する不安定な末端基がないことから推論され、これは、好ましい安定な末端基であり、 $-CF_2H$ 末端基で安定化された(蒸気処理の生成物)フルオロポリマーと比較して低い損失係数(dissipation factor)が得られる。好ましくは、不安定な末端基の総数は、炭素原子 $10^6$ 個当たり、このような末端基約80個以下、好ましくは炭素原子 $10^6$ 個当たり、このような末端基約40個以下、最も好ましくは炭素原子 $10^6$ 個当たりこのような末端基約20個以下である。

## 【 0 0 2 6 】

耐圧潰性領域および発泡領域に存在するフルオロポリマーは、好ましくは、絶縁体のツイストペアの通常の使用で、これらの領域が分離不可能であるという意味で、相溶性があるほど十分類似しており、同一であってもよい。

## 【 0 0 2 7 】

また、ポリオレフィンによる本発明による絶縁体として使用してもよい。ポリオレフィンの例としては、ポリプロピレン(例えば、アイソタクチックポリプロピレン)、高密度ポリエチレン(HDPE)、直鎖低密度ポリエチレン(LLDPE)(例えば、比重0.89~0.92を有する)などの直鎖ポリエチレンが挙げられる。Dow Chemical CompanyのINSITE(登録商標)触媒技術によって製造された直鎖低密度ポリエチレン、およびExxon Chemical Companyから入手可能なEXACT(登録商標)ポリエチレンを本発明に使用することができる;これらの樹脂は(mLLDPE)と総称されている。これらの直鎖低密度ポリエチレンは、エチレンと少量のより高級なモノオレフィン、例えば、炭素数4~8のもの、典型的にはブテン又はオクテンとのコポリマーである。これらの熱可塑性ポリマーのいずれも、単一のポリマーであっても又はポリマーのブレンドであってもよい。従って、EXACT(登録商標)ポリエチレンは、分子量の異なるポリエチレンのブレンドであることが多い。

## 【 0 0 2 8 】



存在する場合、図3の層34および36などの、外面および内面の本質的に発泡していない層を含むポリマー絶縁体の全厚は、一般に約4~20ミル(100~500 $\mu$ m)、好ましくは約6~14ミル(150~350 $\mu$ m)である。この厚さは、図5のオリフィス52などの環状のオリフィス、並びに、ドロダウンス比および発泡領域の空孔率によって決定される(established)。ポリマー絶縁体の発泡領域を形成するポリマーを発泡させる任意の方法を使用することができる。しかし、低い反射減衰量(return loss)および高い信号伝送速度などの電気特性の最良の組み合わせが得られるように、使用する方法により、小さく且つ均一なセル(空孔)が得られることが好ましい。この点に関して、セルは好ましくは直径約50マイクロメートル以下であり、空孔率は約10~70%、好ましくは約20~50%、より好ましくは約20~35%である。空孔率は、実施例の項目で記載するように、絶縁導体の静電容量測定により求められる。これは、絶縁体の発泡部分と非発泡部分の平均空孔率である。絶縁体の発泡領域でこの発泡体結果を得るのに好ましい方法は、ポート64(図5)を通して供給する押出機内の溶融ポリマーへの高圧不活性ガス注入の使用、および溶融ポリマーに発泡セル造核剤を含有させることであり、発泡セル造核剤は、押出ダイの下流で発泡が起こるとき、小さく均一なサイズのセルの形成を開始させる。高圧不活性ガス注入によって起こる発泡は、押し出されるポリマー組成物のチューブが発泡の開始前に導体にドロダウンされるのに十分長い時間、遅延される。

#### 【0029】

所望の耐圧潰性結果を得るため、非発泡耐圧潰性領域、並びに非発泡内層および外層の割合を変える時、溶融ポリマーに注入される不活性ガスの圧力を変えることによって発泡領域の空孔率を変え、ポリマー絶縁体の静電容量を一定不変にすることができる。従って、絶縁体中の非発泡ポリマーの割合を増加させる時、非発泡ポリマーの割合を増加させることによって絶縁体構造を変える前の発泡/非発泡絶縁体構造とほぼ同じ静電容量が得られるように、空孔率も増加させる。

#### 【0030】

好ましくは、本発明に使用されるポリマーに添加される発泡セル造核剤は、押出機加工条件下で熱的に安定である。このような造核剤の例としては、米国特許第4,877,815号明細書(Buckmasterら)に開示されているもの、即ち、熱的に安定な有機酸、およびスルホン酸又はホスホン酸の塩、好ましくは窒化ホウ素と組み合わせたもの、並びに、米国特許第4,764,538号明細書に開示されている熱的に安定な無機塩が挙げられる。好ましい有機酸又は塩は、式 $F(CF_2)_nCH_2CH_2$ -スルホン又はホスホン酸又はその塩を有し、式中、 $n$ は6、8、10又は12又はこれらの混合である。

#### 【0031】

図5の層48などの本質的に発泡していない層は、発泡領域と同じ組成物からなるが、導体と接触する冷却効果により発泡を回避する。耐圧潰性領域44などのスプライン、および図5の外層49は、両方とも本質的に発泡していないが、その理由は異なる。これらの領域を形成するポリマーは、高圧不活性ガス注入の下流で絶縁体の発泡性領域を形成する溶融ポリマーに注入され、それによって、この発泡の原因は、ポート70を流通するポリマーには存在しない。本質的に発泡していない領域のいずれかに少数の発泡セルが形成されてもよいが、これらの領域に発泡性組成物が貫入することのみによる。更に、発泡領域と非発泡領域の間の境界線は、発泡量域内の空孔(セル)を観察するのに必要な微視的スケールで、さほど鮮明でなくてもよい、即ち、幾分不規則であってもよい。

#### 【0032】

絶縁体を形成する耐圧潰性領域と発泡領域は、絶縁体を形成する押出發泡プロセスの結果として絶縁導体の長さに沿って延びるが、これらの領域の長手方向の配置はまた、ピッチの長い(long-layer)螺旋の形態である、即ち、これらの領域を形成する溶融ポリマーに押出機スクリュによって加えられる回転運動によって、ピッチの長い螺旋が形成され、螺旋の1回転は絶縁導体の長さ少なくとも1メートル毎に起こり得る。押出發泡プロセスの別の属性は、導体を被覆した後、発泡中に発泡領域の直径が増加するにつれ、非

10

20

30

40

50

発泡領域の直径も対応して拡大することである。意外にも、とりわけ耐圧潰性領域（スプライン）が絶縁体の厚さを通して延びるとき、発泡領域の発泡膨張の力により、スプラインもそれに対応して半径方向に延び、そのため、ポリマー絶縁体は実質的に均一な直径を有する、即ち、断面が実質的に円形のままである。外層がスプラインを相互接続して存在する場合、この外層は、ポリマー絶縁体の表面が冷却されているということにもかかわらず、ポリマー押出物が導体に最初に接触するときよりも大きい発泡後のポリマー絶縁体の直径に適応するように伸長する。

#### 【 0 0 3 3 】

本発明のポリマー絶縁導体のツイストペアを、既存のツイストペアと同様に使用することができる、即ち、他のツイストペアと、好ましくはまた本発明のツイストペアと組み合わせ、所望の通信ケーブルを製造することができる。特に、本発明のツイストペアは、中実のポリマー絶縁体より細い（直径が小さい）ポリマー絶縁電線を提供し、本発明のツイストペアが、10 GB/sの信号周波数での伝送のような高性能に必要なケーブルを小型化することを可能にする。この小型化は、設備コネクタおよび搬送波を変更することなく高性能を満たすことを可能にする。

#### 【 実施例 】

#### 【 0 0 3 4 】

ポリマー絶縁導体の耐圧潰性は、5 mm四方の対向するプラテン間で5 mm/分の速度で絶縁導体の長さを圧潰することを含むUL-444の手順によって決定され、各プラテンは、試験される絶縁導体の導体に電氣的に接続されている。導体とプラテンの1つ又は両方の間に電気回路が形成されることによって示される絶縁の失敗は、短絡の前のピーク荷重又は単にピーク荷重である。好ましくは、本発明の1つの絶縁導体、好ましくはツイストペアの両方の絶縁導体によって提供されるピーク荷重は、絶縁体が発泡体であり、耐圧潰性領域を有していない対応する絶縁導体のピーク荷重より少なくとも約10%大きく、好ましくは少なくとも約20%大きい。非発泡フルオロポリマーの外層（例えば、約1ミル（25 μm）までの厚さを有する）が存在する場合、これは耐圧潰性領域と見なされない。対応する絶縁導体とは、寸法（絶縁体の厚さおよび導体の直径）および静電容量が同じであり、フルオロポリマーが同じであることを意味する。耐圧潰性の別の尺度は、ツイニング操作で起こるような絶縁体の初期変形に対する耐性である。この耐圧潰性は、荷重の増加に伴う移動（ポリマー絶縁体の全径の減少）の曲線を記録すること、および、1~4ミル（25~100 μm）移動（変形）した領域のこの曲線の傾きを求めることによって決定される。この移動量は、比較例および実施例で使用される絶縁体厚さ（10ミル（250 μm））を基準にして、ポリマー絶縁体が元の厚さの80%に圧潰することに対応する。曲線の傾きは、ポリマー絶縁体の圧潰弾性率である。好ましくは、絶縁導体、好ましくはツイストペアの各絶縁導体の圧潰弾性率は、対応する絶縁導体の圧潰弾性率より、少なくとも約10%大きく、より好ましくは少なくとも約20%大きい。絶縁導体のピーク荷重および圧潰弾性率特性は、3つの測定値の平均値として求められる。プラテンに対して絶縁体の向きを定める手間は無い。とりわけ圧潰弾性率測定値は、3つの測定で僅かしか変化しないことが分かった。

#### 【 0 0 3 5 】

ポリマー絶縁電線の静電容量は、一般に、電線絶縁体押出ラインで測定される。この測定から、空孔率が次の関係から求められる：

$$\text{静電容量} = 7.354 \text{ K} / \log_{10} (D/d)$$

式中、Kはポリマー絶縁体の誘電率であり、Dはポリマー絶縁導体の直径であり、dは導体の直径である。この式に静電容量の測定値（単位、pF/ft）を入れると、Kの値が求められる。Kは表1に示されている空孔率と関係がある。

#### 【 0 0 3 6 】

【表 1】

表 1

| 誘電率 | 空孔率% |
|-----|------|
| 2.1 | 0    |
| 2.0 | 6    |
| 1.9 | 13   |
| 1.8 | 21   |
| 1.7 | 28   |
| 1.6 | 36   |
| 1.5 | 45   |
| 1.4 | 55   |
| 1.3 | 66   |
| 1.2 | 78   |
| 1.1 | 88   |
| 1.0 | 100  |

10

## 【0037】

静電容量の式の誘電率 (K) の計算から、上記に列挙した空孔率の補間法により、絶縁体の全体としての平均空孔率を求めることができる。絶縁体の発泡領域の断面積を絶縁体の全面積のパーセンテージとして測定し、絶縁体の全体としての空孔率をこのパーセンテージで割ることにより、絶縁体の発泡領域の実際の空孔率を求める。この表は、一般にパーフルオロポリマーに適用可能である。他のフルオロポリマーおよびポリオレフィンでは、誘電率と空孔率との関係を実験的に求めることができる。

20

## 【0038】

これらの実施例に使用されるフルオロポリマーは、10～11重量%のHFPおよび1～1.5重量%のPEVEを含有し、残部がTFEである市販の(DuPont製)フルオロポリマーである。このFEPは、MFR30g/10分であり、フッ素濃度を米国特許第6,838,545号明細書の実施例の2500ppmから1200ppmに減少させることを除いて、米国特許第6,838,545号明細書(Chapman)の実施例2の押出機フッ素化手順を使用してフッ素に曝すことにより安定化されたものである。発泡セル造核剤は、米国特許第4,877,815号明細書(Buckmasterら)に開示されているように、窒化ホウ素91.1重量%、四ホウ酸カルシウム2.5重量%、およびテロマーBスルホン酸のバリウム塩6.4重量%の混合物であり、これらの成分の組み合わせは合計100%である。発泡性フルオロポリマー組成物を形成するために、フルオロポリマーを発泡セル造核剤とドライブレンドし、フルオロポリマーと発泡セル造核剤の合計重量を基準にして0.4重量%の発泡セル造核剤濃度にした後、得られた混合物を押出機内でコンパウンドし、ペレットとして押し出し、次いでそれを押出ワイヤコーティング/発泡プロセスに使用する。ポリマー絶縁体の非発泡領域を形成するのに使用されるフルオロポリマーはそれ自体同じフルオロポリマーである。

30

40

## 【0039】

## 比較例

この実施例では、厚さ10ミル(250 $\mu$ m)の発泡フルオロポリマー絶縁体は、直径0.0226in(575 $\mu$ m)の銅線上に押出成形される。この絶縁体は48pF/ft(157pF/m)の静電容量を示し、これは空孔率約24%に対応する。同じ寸法の中実のフルオロポリマー絶縁体では、静電容量は54pF/ft(177pF/m)になる。空孔のセルサイズは均一であり、顕微鏡下に絶縁体の薄い断面を配置し、無作為に選択された20～30個のセルの直径を測定し、結果を平均することによって求められる直径が50 $\mu$ m未満である。平均(mean)は平均セル直径であり、セル直径の変動係数(標準偏差を平均で割ったもの)が約50%未満、好ましくは約25%未満、より好まし

50

くは約15%未満である場合、セルサイズは均一であると称される。絶縁体の発泡領域に加えて、絶縁体はまた、図3の層34および36に類似の内側および外側非発泡層も含むがスプラインはない。これらの層はそれぞれ、厚さ約1ミル(25 $\mu$ m)である。

#### 【0040】

このポリマー絶縁電線を製造する押出条件は、次の通りである：45mmの穴と30：1のL/D比を有する押出機を使用する。窒素を押出機内の熔融フルオロポリマー組成物に2800psig(19MPa)の圧力で注入する。押出環状オリフィスは、0.110in(2.8mm)のダイ先端外径と0.180in(4.6mm)のダイ内径によって画定される。ダイはまた、絶縁体の外層を作り出すため、幅0.011in(0.28mm)の環状の間隙(図7の58)を有するように変更されている。発泡セル造核剤を含むフルオロポリマーの熔融温度は680°F(360°C)であり、銅線は230°F(110°C)に加熱され、これは非発泡内層を形成するのに十分熔融フルオロポリマー組成物を冷却する。ドローダウン比(DDR)は約2.0であり、ライン速度は740ft/分(226m/分)である。

#### 【0041】

得られる発泡フルオロポリマー絶縁体の圧潰弾性率は、13.9lb/in(2.43N/mm)である。

#### 【0042】

##### 実施例1

この実施例のフルオロポリマー絶縁体は、図3のものに類似しており、比較例の発泡絶縁体のものより空孔率が高いこと、即ち、発泡領域のセル数が多いことに対応して、約48pF/ftの静電容量を示し、セルサイズは均一であり、比較例の発泡絶縁体中のセルとほぼ同じサイズである。この実施例のフルオロポリマー絶縁体の平均空孔率は、同一の静電容量によって示されるように、比較例のものと同じである。この絶縁体の圧潰弾性率は15.7lb/in(2.75N/mm)である。

#### 【0043】

このフルオロポリマー絶縁体は、5つの対称的に配置されたスプラインを提供するために、それぞれが環状の間隙59(図7)への開口部に狭窄部を有する5つのポート(図7の74)をダイ先端が含むことを除いて、前記に開示された押出機条件を使用して製造される。この狭窄部の直径は0.050in(1.27mm)である。窒素圧力は3100psig(21.4MPa)である。5つのポートを通して供給され、スプラインと外側非発泡層を形成するフルオロポリマーは、フルオロポリマーを690°F(366°C)の熔融温度に加熱するサイド押出機から得られる。サイド押出機は、38mmの穴と24：1のL/D比を有する。主押出機を通る熔融ポリマーの流量は、約20lb/時間(9.1kg/時間)であり、サイド押出機を通る熔融ポリマーの流量は、約10lb/時間(4.5kg/時間)である。ライン速度は712ft/分(217m/分)である。

#### 【0044】

##### 実施例2

この実施例のフルオロポリマー絶縁体は、導体の周囲に均一な間隔で配置され、絶縁体内で導体から半径方向に延びる12の非発泡領域を有すること以外、図2のものに類似している。この絶縁体の平均空孔率は20%である。これらのポリマー絶縁導体1組を対にし、ツイストペア(ツイストペア1)のインピーダンスを測定する。

#### 【0045】

全部発泡している、即ち、非発泡領域が存在しない別の発泡フルオロポリマー絶縁導体を調製するが、この絶縁体は同じ厚さと20%の空孔率を有する。これらの発泡フルオロポリマー絶縁導体1組を同じ条件で対にし、ツイストペア(ツイストペア2)のインピーダンスを測定する。

#### 【0046】

ツイストペア1のインピーダンスは、ツイストペア2のインピーダンスより1.5オーム大きく、発泡ポリマー絶縁体内の非発泡領域によって耐圧潰性が付与されることが分か

10

20

30

40

50

る。ツイストペア 1 の絶縁体の発泡領域の空孔率は、ツイストペア 2 の絶縁体の空孔率より大きく、ツイストペア 1 の絶縁体中に存在する非発泡領域を補償する。

本発明は以下の実施の態様を含むものである。

1. ポリマー絶縁導体のツイストペアであって、前記ツイストペアを形成するための撚りによって、前記ポリマー絶縁導体の各ポリマー絶縁導体のポリマー絶縁体の表面が互いに接触し、各前記ポリマー絶縁導体のポリマー絶縁体が、

( i ) 前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の前記表面を互いに接触させることによって圧潰し得る発泡ポリマー部分、および

( i i ) 前記絶縁体内で前記発泡ポリマー部分の中に半径方向に延び、前記ポリマー絶縁導体の前記表面が互いに接触しているところに存在し、それによって、前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の前記表面を互いに接触させることによって起こる圧潰から前記発泡ポリマー部分を保護する耐圧潰性ポリマー部分、を含む、ポリマー絶縁導体のツイストペア。

2. 前記耐圧潰性部分が本質的に発泡していないポリマーである、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

3. 前記耐圧潰性ポリマー部分が前記発泡部分の厚さの少なくとも 60 % を通って延びる、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

4. 前記耐圧潰性ポリマー部分が、前記発泡ポリマー部分の中に半径方向に延びる、内側に先細りになる断面を有する、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

5. ポリマー絶縁体が厚さ約 4 ~ 20 ミルである、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

6. 前記ポリマー絶縁体の平均空孔率が約 10 ~ 70 % である、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

7. 前記耐圧潰性ポリマー部分は、前記ツイストペアの幅が前記撚りの前の各前記ポリマー絶縁導体の直径の合計の少なくとも約 90 % となるような耐圧潰性を有する、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

8. 前記部分 ( i ) および ( i i ) が前記ポリマー絶縁体全体を構成する、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

9. 前記部分 ( i ) および ( i i ) がそれぞれ少なくとも 3 つの領域に細分されており、それらが互いに交互になっており、各前記ポリマー絶縁導体の長さに沿って延びる、前記 1 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

10. 前記部分 ( i i ) が、前記部分 ( i i ) の前記少なくとも 3 つの領域を、各前記ポリマー絶縁導体の前記ポリマー絶縁体の前記表面で相互接続する、本質的に発泡していないポリマーの層を含む、前記 9 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

11. 前記部分 ( i i ) が、部分 ( i i ) の前記少なくとも 3 つの領域を前記導体の前記表面で相互接続する、本質的に発泡していないポリマーの層を含む、前記 9 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

12. 前記ポリマー絶縁体の前記ポリマーが、フルオロポリマーとポリオレフィンからなる群から選択される、前記 9 に記載のポリマー絶縁導体のツイストペア。

13. 前記部分 ( i ) および ( i i ) が、少なくとも 5 つの領域に細分されている、前記 9 に記載の絶縁導体のツイストペア。

14. 前記部分 ( i i ) が、前記絶縁体の厚さ全体を本質的に通って延びる、前記 9 に記載の絶縁導体のツイストペア。

10

20

30

40

【図 1】

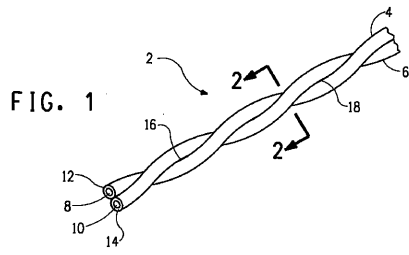


FIG. 1

【図 2】

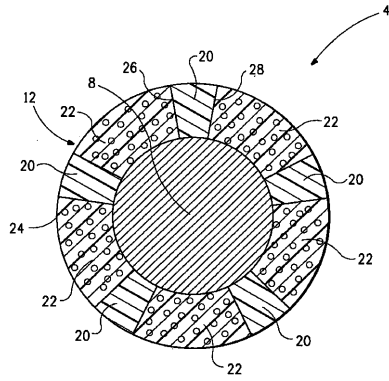


FIG. 2

【図 3】

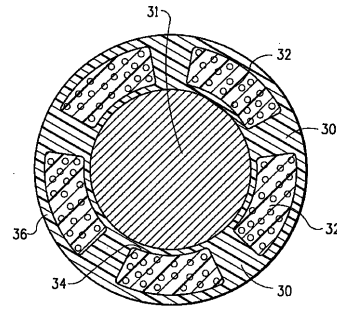


FIG. 3

【図 4】

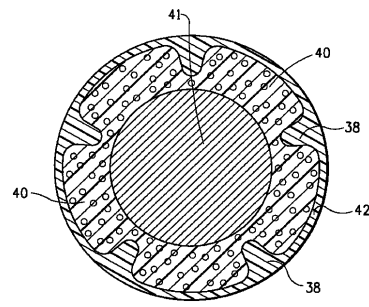


FIG. 4

【図 5】

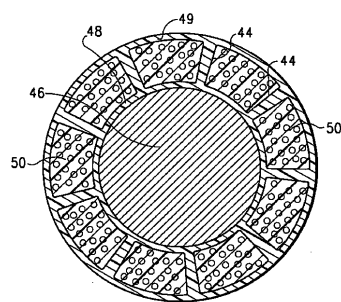


FIG. 5

【図 6】

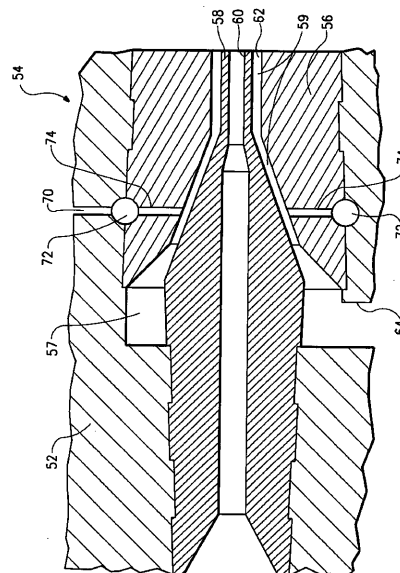


FIG. 6

【図 7】

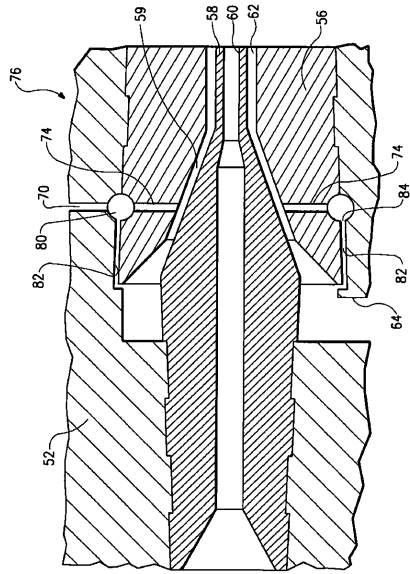


FIG. 7

## フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート ディー・ケニー  
アメリカ合衆国 45244 オハイオ州 シンシナティ アイビー トレイルズ ドライブ 8  
530
- (72)発明者 スンダル キルナガール ベンカタラマン  
アメリカ合衆国 19311 ペンシルベニア州 エイボンデール ニュー コベナント コート  
502
- (72)発明者 ジョン エル・ネッタ  
アメリカ合衆国 19711 デラウェア州 ニューアーク セント レジス ドライブ 405
- (72)発明者 ロバート トーマス ヤング  
アメリカ合衆国 19702 デラウェア州 ニューアーク バスティル ループ 40
- (72)発明者 ゲーリー トート  
アメリカ合衆国 19707 デラウェア州 ホッケシン ブラッケンビル ロード 2145

審査官 高木 康晴

- (56)参考文献 特開平05-101711(JP,A)  
特表2000-517470(JP,A)  
特表2002-510138(JP,A)  
米国特許出願公開第2005/0217891(US,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 11/04  
H01B 7/02  
H01B 7/18  
H01B 7/24  
H01B 7/34