

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5889303号  
(P5889303)

(45) 発行日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl.

F I

E 2 1 B 47/12 (2012. 01)  
H O 1 B 9/00 (2006. 01)  
H O 1 B 7/29 (2006. 01)  
H O 1 B 11/00 (2006. 01)

E 2 1 B 47/12  
H O 1 B 9/00 Z  
H O 1 B 7/34 A  
H O 1 B 11/00 Z

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-523354 (P2013-523354)  
(86) (22) 出願日 平成23年8月5日 (2011. 8. 5)  
(65) 公表番号 特表2013-538953 (P2013-538953A)  
(43) 公表日 平成25年10月17日 (2013. 10. 17)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2011/046684  
(87) 国際公開番号 W02012/019066  
(87) 国際公開日 平成24年2月9日 (2012. 2. 9)  
審査請求日 平成26年8月4日 (2014. 8. 4)  
(31) 優先権主張番号 61/371, 263  
(32) 優先日 平成22年8月6日 (2010. 8. 6)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390023674  
イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・  
アンド・カンパニー  
E. I. DU PONT DE NEMO  
URS AND COMPANY  
アメリカ合衆国デラウェア州19805.  
ウィルミントン、センターロード974.  
ピー・オー・ボックス2915、チェスナ  
ット・ラン・プラザ  
(74) 代理人 110001243  
特許業務法人 谷・阿部特許事務所  
(72) 発明者 ジェイコブ ラヒジャニ  
アメリカ合衆国 19803 デラウェア  
州 ウィルミントン キルバーン ロード  
708

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダウンホールウェル通信ケーブル

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

温度が 290 以上であり、通信ケーブルがウェル内に配置されるダウンホールウェル  
において、

前記ケーブルの少なくとも一部分が前記温度に曝露され、

前記ケーブルが、その構成材として、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を  
含有する溶融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル  
)コポリマー、および、溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含む組成物を含み  
、前記溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンは、前記テトラフルオロエチレン/ペ  
ルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマーおよび、前記ポリテトラフルオロエチ  
レンを組合せた合計100重量%に対して、15～35重量%含まれ、

前記テトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー  
のメルトフロー速度(MFR)および、前記ポリテトラフルオロエチレンのメルトフロー  
速度(MFR)は、互いから20g/10分の範囲内であり、

前記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、前記組成物が、少なく  
とも1週間の間、前記温度に曝露した後、引張係数の少なくとも90%を保持するダウン  
ホールウェル。

## 【請求項 2】

それぞれ電気絶縁材または保護材によって包囲される少なくとも1つの電導体または光  
ファイバーを含んでなるダウンホールウェル通信ケーブルであって、

前記絶縁材または保護材が、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を含有する熔融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー、および熔融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含む組成物を含み、

前記熔融流動可能なポリテトラフルオロエチレンは、前記テトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマーおよび、前記ポリテトラフルオロエチレンを組合せた合計100重量%に対して、15～35重量%含まれ、

前記テトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマーのメルトフロー速度(MFR)および、前記ポリテトラフルオロエチレンのメルトフロー速度(MFR)は、互いから20g/10分の範囲内であり、

前記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、前記組成物が、少なくとも1週間の間、少なくとも290の温度に曝露した後、引張係数の少なくとも90%を保持する、ダウンホールウェル通信ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ケーブル構成材中のフルオロポリマーの操作温度を超える温度での作業のためのダウンホールウェルにおける通信ケーブルに、およびそのような温度条件下でのダウンホールウェルにおけるそのようなフルオロポリマーの使用に関する。

【背景技術】

【0002】

地中からの油および/または天然ガスなどの炭化水素流体採取のため、あるいは地中に存在する水性流体が動力源となる熱エネルギーを得るためのダウンホールウェルは、ウェルが掘削される場所および深さ次第で、益々高い温度で作業される。深く掘削することによって、ウェルの底面またはその近くで、すなわち、ウェルの底面付近で、少なくとも280の温度は珍しくない。

【0003】

地面上の制御装置と、ロギングセンサーなどのダウンホールツールとの間で信号を伝達するため、または掘削などのダウンホール作業に電力を供給するため、これらのダウンホールウェルには通信ケーブルが挿入される。ケーブルには、例えば、電気絶縁材として、あるいは光ケーブルの場合、光ファイバーを包囲する保護材、すなわち、ジャケットおよび/または光ファイバーとジャケットとの間に配置される充填材として、ポリマー構成材が含まれる。ダウンホールツール自体は、ダウンホール流体のツールへの侵入を防止するシーリング材、電導体のための絶縁材、または光ファイバーを包囲する保護材として、ポリマー構成材を含むことが可能である。

【0004】

ポリマー構成材は、ウェルが地中に益々深く掘削されるほど、ウェルの底面付近で発生する益々高い温度に耐性を示す能力の限り、ケーブルにおける弱い結合である。米国特許第5,894,104号明細書は、その下方端でロギングゾンデを有する、スリックラインケーブルを開示する。このケーブルには、PFA、FEPおよびTEFZEL(登録商標)などのポリマー絶縁材が含まれ、そしてゾンデにはエラストマーまたはPEEK(ポリエーテルエーテルケトン)のシールが含まれる。PFAは、テトラフルオロエチレン(TFE)/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマーであり、FEPは、TFE/ヘキサフルオロプロピレンコポリマーであり、そしてTEFZEL(登録商標)はTFE/エチレンコポリマー(ETFE)である。米国特許第7,235,743号明細書は、図5中、複数のポリマー構成材、燃られた電導体のストランドを包囲する電気絶縁材506、圧縮耐性ポリマーによって包囲されていてもよい圧縮耐性充填材ロッド508、ポリマーコーティングを有するケーブル外部を形成する外装ワイヤー516および518、絶縁された導体および充填材ロッドの集合体を包囲するジャケット514、ならびに絶縁されたワイヤー、充填材ロッドおよびジャケットの間の空間を充填する充填材510を含む掘削ケーブルを開示する。ポリマーの中でも、PFA、FEPおよびETFEは、ケ

10

20

30

40

50

ケーブルでのこれらの適用の多くに有用であるものとして開示される。一般に入手可能なこれらのフルオロポリマーは、以下の温度特性<sup>\*</sup>を有する。

【 0 0 0 5 】

【表 1】

	溶融温度(°C)	連続使用温度(°C)
PFA	302-310	260
FEP	245-265	200
ETFE	250-280	150

\* Plastics Design Library から出版された「S. Ebnesajjad, Fluoroplastics, Vol. 2 Melt Processible Fluoropolymers, The Definitive User's Guide and Databook」の第 6 頁および第 125-128 頁および第 133-134 頁。PFA 溶融温度は 1972 年に市販された PFA (テトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(プロピルビニルエーテル)に対するものである

10

【 0 0 0 6 】

溶融温度は、固体から液体（溶融）状態へのポリマーの相変化から生じる D S C 吸熱性ピークの位置に相当する温度である。しかしながら、非常に低い連続使用（操作）温度によって示されるように、ポリマーが耐えることが可能な温度は溶融温度よりもはるかに低い。上記で報告された連続使用温度は、引張特性が初期値の 5 0 % まで低下する期間である 6 ヶ月間以上、ポリマーを使用することが可能な最高温度であるものとして理解される。この温度は、6 ヶ月間、ポリマーの無負荷熱老化試験試料の引張特性試験によって決定される。試験試料を熱老化オーブンから取り出し、そして周囲温度（1 5 ~ 2 5 ）で引張特性試験を行う。

20

【 0 0 0 7 】

熱老化時間の増加によって引張特性が低下するということは、フルオロポリマーの完全性の低下を示す。しかしながら、フルオロポリマーが熱老化温度で引張試験される場合、引張特性の低下は即座であり、すなわち、老化は必要とされない。例えば、周囲温度で少なくとも約 6 0 0 0 p s i ( 4 1 . 4 M P a ) の E T F E の引張強さは、1 5 0 引張試験で約 2 0 0 0 p s i ( 1 3 . 8 M P a ) まで低下する。高温引張特性低下に対する懸念は、上記の表に記載される最高溶融の溶融加工可能なフルオロポリマー、P F A のアニーリング温度に関する業界標準に現れる。P F A の成型品は、内部応力を軽減し、成型品の寸法安定性を改善するため、2 5 0 ~ 2 6 0 まで加熱される。1 m m の厚さにごとに 1 0 分間の代表的な加熱時間は、厚肉 P F A 成型品、すなわち厚さ 2 5 . 4 m m に関して、約 4 時間の加熱時間となる。物品の陥没を避けるため、加熱温度は P F A の溶融温度よりはるかに低く保たれる。

30

【 0 0 0 8 】

最も高い連続操作温度を有する P F A は、ウェル底面付近でダウンホールウェルにおいて使用される物品の構成材のための選択肢となる。それらの重量下で寸法的に不安定となることを生じさせない P F A 物品のアニーリングの経験から、連続使用温度は、操作温度に対する上限であるものとして理解されている。

40

【 0 0 0 9 】

問題は、いずれのフルオロポリマーを 2 6 0 より高い温度で連続的に使用することが可能であるかどうかということである。その極めて高い分子量によって、P T F E は溶融状態で流動しないという事実のため、おそらく、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）が候補として可能であろう。しかしながら、P T F E は、溶融押出成形によって物品に製造することが不可能であるという欠点を有する。このような溶融加工性の欠如は、ダウンホールウェルでの通信ケーブルのポリマー構成材としての P T F E の使用に対する実用的な障害である。ケーブル絶縁材、ジャケットおよび保護材は、ダウンホールウェルで必要とされるケーブルの長さの形成において必要なそれらの長さを形成するために、溶融押出成形を必要とする。

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

本発明は、熔融加工可能なPFAを、温度が280 以上になり得るダウンホールウェルで使用される通信ケーブルの構成材としての操作に有用となるように変性することが可能であることを見出した。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明は、ダウンホールウェルにおいて通信ケーブルを配置することであって、上記ダウンホールウェルの温度が少なくとも280 である可能性があり、上記ケーブルの少なくとも一部は、それによって、上記温度に曝露され、上記ケーブルが、それらの構成材として、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を含有する熔融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー(PFA)、および熔融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物を含み、上記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして上記構成材が上記温度に耐えることを可能にするために有効な量で上記組成物中に存在するものとして定義されることができる。ウェルの最高温度は280 以上であるか、または少なくともこの温度であることが予想され、そして、この温度に曝露されるケーブルの構成材の高い温度抵抗は、それに応じて、すなわち、この温度に耐えるように計画される。

## 【0012】

PFAを変性するために使用されるポリテトラフルオロエチレンは、非熔融流動可能であるとして上記で検討されるPTFEではない。PFAを変性するために使用されるポリテトラフルオロエチレンは、その極めて高い分子量のため非熔融流動可能である非熔融流動可能なPTFEと比較して、低分子量ポリテトラフルオロエチレンであって、本明細書中ではLMW PTFEと記載される。

## 【0013】

本発明で使用される組成物から製造される構成材の、少なくとも280 の温度に耐える能力は、その構成材が、ダウンホールウェルでの操作の間に、その熔融製造された形状およびその物理的完全性を保持することを意味する。驚くべきことに、それ自体は引張強さを有さない、本組成物で使用されるポリテトラフルオロエチレンは、ダウンホールウェル作業で発生する持続する高温曝露の間に、PFAにより高い操作温度を与えることが可能である。したがって、LMW PTFEは、この高い温度操作の間、PFAと相互に作用し、ダウンホールウェルでの高温への曝露の間の劣化に耐えるPFA/LMW PTFE組成物が生じる。この曝露によって、組成物中で固体熱転換、すなわち、実施例4にさらに記載されるエピタキシャル共結晶化がもたらされる。

## 【0014】

本発明のもう1つの実施形態は、それぞれ電気絶縁材または保護材によって包囲される少なくとも1つの電導体または光ファイバーを含んでなるダウンホールウェル通信ケーブルであって、上記絶縁材または保護材が、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を含有する熔融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー、および熔融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物を含んでなり、上記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして上記絶縁材および保護材が上記ダウンホールウェル内での少なくとも280 の温度への曝露に耐えることを可能にするために有効な量で上記組成物中に存在するものとして定義されることができ。

## 【0015】

さらに別の実施形態は、(i)少なくとも1つの電導体、(ii)上記導体を包囲する電気絶縁材、および(iii)上記絶縁に固定された耐荷重要素を含んでなるダウンホールウェル電力ケーブルであって、上記絶縁材が、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を含有する熔融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニル

エーテル) コポリマー、および溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物を含んでなり、上記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして上記絶縁材および充填材が上記ダウンホールウェルでの少なくとも280の温度への曝露に耐えることを可能にするために有効な量で上記組成物に存在するものとして定義されることができる。絶縁材は、一次および/または二次絶縁材であることができる。電力ケーブルの導体は、典型的に、導体の表面で隙間を形成する一緒に撚られたワイヤーから形成され、そして導体を包囲している絶縁材によって、これらの隙間は充填される。

【0016】

また本発明は、ペルフルオロアルキルが1～5個の炭素原子を含有する溶融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー、および溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物の、上記組成物が曝露され得る温度が280以上であるダウンホールウェルにおける使用として記載されることもできる。上記された本組成物中のポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして上記組成物が少なくとも280の温度への曝露に耐えることを可能にするために有効な量で上記組成物に存在する。本組成物の主要な用途(使用)は、本明細書に記載される通信ケーブルの構成材としてであると考えられる。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明が適用可能であるダウンホールウェルは、一般に、油および/または天然ガスなどの炭化水素流体、あるいは熱エネルギーを生じるものである。ダウンホールウェルは、地熱ウェルの場合、1つは非炭化水素流体、特に蒸気である異なる流体を生じるものであることも可能である。これらのダウンホールウェルにおいて、流体は地中から回収される。もう1つのダウンホールウェルは、油砂の油を液化するためにウェルに蒸気をポンプ輸送し、次いで、液化油が、別々の隣接するダウンホールウェルを通しての運搬と、それからの注入によって回収される場合のように、間接的に、地中の流体の採取に使用されるものである。ウェルの上部、すなわちウェル頭部を、海底の地面上または海面の下に置くことができる。ダウンホールウェルは、掘削されたもの、すなわち、穴を掘ったウェルであることが可能であり、または、場合により、地中からウェル頭部への流体の採取もしくはウェル底面への蒸気の供給のための製造チューブを含有するように包装されることができる。製造チューブは、ウェル底面(ウェル末端)に、地中から流体を受け取るため、または地中に蒸気を注入するための開口部、ならびに運搬された流体の放出、および注入蒸気を受け取るための上部(ウェル頭部)の開口部を含有する。製造チューブは、一般に、ウェル末端付近のウェル穴の長さを延長する。追加的なチューブは、製造チューブに隣接するように、ウェル中で製造チューブの包装によって固定されてもよい。この追加的なチューブは、キャピラリーと呼ばれる時もあるが、通信ケーブルが製造チューブ中に配置されていない時に通信ケーブルの配置決定の通路を提供する。

【0018】

ダウンホールウェルの底面は、ウェル穴の下方端である。この下方端は、ウェルで最も深い部分である。ウェルの底面は、地中に最も深い垂直のウェル貫通であることが可能であり、そのうえ、この垂直貫通から延在するあらゆる水平部分を含む。ウェル穴の水平に延在した部分は、必ずしも、垂直ウェル穴に直角または地面に平行というわけではない。この延在した部分は、一般に水平であり、そこから所望の流体が抽出される地中層に続く。

【0019】

一般に、ウェルの底面は、ウェルで最も熱い領域であり、そして水平に延在するウェル穴の場合、この最も熱い領域は、かなりの長さを有する。ウェル底面付近に配置された通信ケーブルの部分は、この最も熱い領域の温度に曝露される。地中からの熱の補足は、掘削などのダウンホール作業によって生じる熱であってもよく、これによって、ウェル温度を30～50上げることができる。したがって、280にダウンホールウェルの中で生じる温度を足したものが、地温と作業で生じた(投入)温度の結果となることが可能で

10

20

30

40

50

ある。もう1つの投入温度は、ウェルへの蒸気注入に起因する。ウェルで最も熱い領域は、一般に、ウェルの底面（末端）を含むウェルの底面付近であるが、蒸気注入のために使用されるウェルの場合、この領域は非常に長くなる可能性があり、すなわち、ウェルのより大きい長さを占領する可能性がある。通信ケーブルは、たとえケーブルの長さの一部分のみがこの領域に暴露され得るとしても、一般に、ウェルで最も熱い温度領域に耐えるように製造される。これは、ケーブルは、一般に、ポリマー構成材の押出成形によって、連続プロセスによって製造され、例えば電気絶縁材としてケーブルは形成されるためである。

#### 【0020】

本発明のケーブルの構成材は、ウェルにおいて少なくとも280の温度に曝露されることに適切であるが、これらの構成材は、より高いウェル温度、例えば、少なくとも290、好ましくは少なくとも300での使用にも適切である。これらの温度は、ウェルで最も深い部分（底面）付近に存在し、一般に、存在する場合、ウェルのプロダクションチューブの下方端が配置される場所ある。ウェルの最高温度への構成材の曝露の期間は、ダウンホールウェルに挿入される通信ケーブルに必要とされる滞留時間次第で異なる。これらの構成材は、これらのウェル温度のそれぞれにおいて持続的な使用のためにも適格である。ここでは、持続的な使用の最小期間は、少なくとも1週間、好ましくは、少なくとも1ヶ月、そしてより好ましくは少なくとも6ヶ月である。持続的な使用のこれらの最小期間は、上記の最小ダウンホールウェル温度のそれぞれに適用される。

#### 【0021】

本発明で使用される組成物は、広範囲の種々のケーブルデザインでケーブル構成材を形成することができ、このケーブルは、ウェルの底面などのウェルで最も熱い領域付近に配置される少なくともそれらの一部分を有する。これらの構成材は、ポリマー材料から製造可能であるものである。2種以上のケーブルの構成材を本組成物から製造することが可能であり、それによって、その組成物から製造されたケーブルの構成材の記載は、複数の構成材が本組成物から製造される可能性を示すため、「含む」という用語で表されてもよい。これらのデザインのいくつかの詳細は、特許または公開特許出願の図面を参照して、以下に記載する。これらの図面およびそれらの添付の開示は、参照によって本明細書に組み込まれる。

#### 【0022】

ダウンホールウェルに用いられる通信ケーブルの1つグループは、ウェルの上記底面付近、例えば、プロダクションチューブの底面と、ウェルの上部との間で信号（データ）を伝達する通信ケーブルであり、そのようなケーブルは、少なくとも1つの電導体と、導体を包囲する絶縁材とを備え、そして本発明で使用される組成物から製造された構成材は、絶縁材であるか、またはそれを含む。

#### 【0023】

本特許出願において使用される「絶縁材」という用語は、電気絶縁材、すなわち電気を伝導しない絶縁材である。絶縁材は、一次絶縁材または二次絶縁材であることができる。一次絶縁材は、電導体を包囲して、その長さに沿って導体と接触する絶縁材である。二次絶縁材は、導体を包囲する追加的な絶縁材であるが、一次絶縁材上に直接的に、または介在充填絶縁材が存在する場合のように間接的に、一次絶縁材に適用される。したがって、二次絶縁材は、典型的に、一次絶縁された導体のためのジャケットか、または一次絶縁された導体を包囲する充填材のためのジャケットである。本発明で使用される組成物は、両方の二次絶縁用途で使用されることができる。本特許出願において使用される「導体」という用語は、単一のワイヤーまたは複数のワイヤーから製造されるかどうかに関係なく、通常、ストランドを形成するために、一緒に撚られた電導体を意味する。

#### 【0024】

ダウンホールウェルに用いられる通信ケーブルのもう1つのグループは、少なくとも1つの光ファイバーと、光ファイバーを包囲する保護材とを含んでなり、本発明で使用される組成物から製造される構成材が、光ファイバーを包囲する保護材であるか、またはそれ

を含む。

【 0 0 2 5 】

ダウンホールウェルに用いられる通信ケーブルのもう1つのグループは、下方端に配置されるウェルロギング用などのセンサーを含んでなる下方端を有する通信ケーブルであり、上記センサーは、少なくとも1つの電導体または少なくとも1つの光ファイバーのいずれかと、上記電導体または光ファイバーを保護するためのハウジングとを含んでなり、本発明で使用される組成物から製造される構成材が、上記ハウジングの内部を上記ダウンホールウェルから単離するシールであるか、またはそれを含む。これは、腐食性で高温であるウェルからの流体がハウジングに入って、センサーを腐食するのを防ぐ。ケーブルの下方端に配置されてもよいもう1つの装置は、巻線を有するモーターであってよく、そして本組成物から製造されるケーブルの構成材は、モーター巻線のための絶縁材であるか、それを含む。

10

【 0 0 2 6 】

ダウンホールウェルに用いられる通信ケーブルのもう1つのグループは、ウェルの底面に電力を提供する電力ケーブルであり、本発明で使用される組成物から製造される構成材が絶縁材であるか、またはそれを含む。このケーブルは、データを伝えるというより、ケーブルが取り付けられた装置に電力を伝達する（送る）。絶縁材は、ケーブルの導体のための一次および/または二次絶縁材であることができる。

【 0 0 2 7 】

通信ケーブルは、一般に、ダウンホールウェルの長さの下方へのケーブルの荷重を支えるために、耐荷重要素、すなわち、ケーブルの必要不可欠な部分である電導体または光ファイバー以外の要素を含む。そのような通信ケーブルを、ウェルの深さからウェル頭部まで情報を伝えるため、または掘削などのダウンホール作業に動力を提供するために使用することができる。典型的に、耐荷重要素は、ケーブル外部に配置されて、ケーブルの必要不可欠な部分を形成する高強度ワイヤーを含んでなる。通信ケーブルは、取り扱い、および通信ケーブルが使用されるアプリケーション環境に対する保護として、組成物上に金属被覆物を含んでなることもできる。

20

【 0 0 2 8 】

本発明で使用される組成物から製造可能な通信ケーブルのそのような構成材の例は、以下の通りである。

30

【 0 0 2 9 】

米国特許第3,832,481号明細書は、図4に、ケーブルが、3つの電導体を形成する3本の撚られたワイヤーストランド17からなり、各導体が、一次絶縁材19、ジャケッ21によってコーティングされており、そして3つの絶縁された導体の集合が、充填材23と、続いて、ジャケッ13および外側の金属外装15に包囲されている、潜水型モーターに電力を供給するための電力ケーブルの横断面を示す。このケーブルの構成材の1つまたはそれ以上、すなわち、一次絶縁材19、ジャケッ21、充填材23およびジャケッ13は、本発明で使用される組成物から製造可能である。また導体を形成する撚られたワイヤーストランドも、図4に示すように、上記導体の表面で隙間を形成し、そして一次絶縁材19も充填材として機能し、すなわち、これらの隙間、ならびに導体と、導体および一次絶縁材を包囲するジャケッとの間の空間を充填する。

40

【 0 0 3 0 】

米国特許第4,705,353号明細書は、図1に、各光ファイバー12が、T E F L O N（登録商標）フルオロポリマーの保護層16に包囲され、そして3つの包囲された光ファイバー集合が、T E F Z E L（登録商標）フルオロポリマー樹脂の保護ジャケッ18で包囲されている光ケーブルの横断面を示す。保護層16および/または保護ジャケッ18は、本発明の組成物から製造可能である。

【 0 0 3 1 】

米国特許第4,523,804号明細書は、図1に、P F Aなどポリマー材料の外側ジャケッ20が光ファイバー14のための中間保護材上に提供される光ケーブルの横断面

50

を示す。このジャケットは、本発明で使用される組成物から製造可能である。

【0032】

米国特許第5,894,104号明細書は、図2に、データ送信のためのスリックライン導体20、導体を包囲する絶縁材21、および絶縁材21を包囲する金属チューブ22を含んでなり、全てセンサーを形成するハウジング23に封入されるケーブルの側面図を示す。絶縁材は、本発明で使用される組成物から製造可能である。図4は、断面図に、ハウジング23の内部をウェルから単離するため、すなわちハウジングの内部にウェルからの流体の侵入を防ぐために、絶縁された導体とハウジングとの間に配置されるブロッキングダム30および挿入物35の存在を示す。ダムおよび/または挿入物は、本発明で使用される組成物から製造可能である。また図4は、センサーハウジング内で導体21を包囲する高温ポリマー絶縁材21の層も示す。これは本発明の組成物から製造可能である。

10

【0033】

米国特許第7,009,113号明細書は、図3に、撚られたワイヤーから形成される導体202および204からなり、各導体が、一次絶縁材206、ジャケット207、充填材208および外側ジャケット302で包囲され、外装ワイヤーの少なくとも2層214および216が、ケーブルの外側保護を形成し、ケーブルの荷重を支える、電力ケーブルの横断面を示す。以下の構成材の1つまたはそれ以上は、本発明で使用される組成物から製造可能である：一次絶縁材206、ジャケット207、充填材208および外側ジャケット302。

【0034】

20

米国特許第7,066,246号明細書は、図2に、信号を伝えるための導体202の配列を含んでなり、各導体が一次絶縁材204によって包囲されており、絶縁された導体の配列が、充填されたプラスチックの平坦な（ケーブルの長さ方向で）細長い支持層206に接着されるフラットケーブルの横断面を示す。一次絶縁材204は、本発明で使用される組成物から製造可能である。

【0035】

米国特許第7,235,743号明細書は、図5に、それぞれがポリマー絶縁材506を有し、全てが耐クリープ性ジャケット514ならびに外装ワイヤー516および518で包囲される複数の導体504を含んでなる電力ケーブルの横断面を示す。絶縁された導体とジャケット514との間の空間は、それぞれポリマーコーティングされたヤーンである非圧縮性充填材510および相互分散圧縮耐性充填材ロッド508で充填される。以下のケーブル構成材のより多くの1つは、本発明で使用される組成物から製造可能である：ポリマー絶縁材506、充填材510および充填材ロッド508を形成するポリマーコーティング。

30

【0036】

米国特許第7,324,730号明細書は、図2に、ポリマー絶縁材料108が、一緒に撚られた導体の束106を包囲し、導体を一緒に撚ることによって形成される隙間を充填する、光ファイバー/導電体ケーブルの横断面を示す。図3は、断面図に、金属導体304によって包囲され、次に、本発明で使用される組成物から製造可能なポリマー絶縁材306によって包囲される、中央に配置された光ファイバー302を示す。

40

【0037】

米国特許出願公開第2007/0188344号明細書は、図7に、中空チューブを形成し、その下方端にドリルヘッド15を有するドリルストリング12を含有する、包囲されたウェル穴を示す。その下方端にセンサー710を有する導体708は、センサー710がドリルヘッドに隣接するまで、ドリルストリング12の中空内部を下方へ通過する。センサーは、掘削間口ギングツールとして、そして/または掘削間測定ツールとして役立ち、ウェル表面に情報を提供する。導体708の絶縁材、およびセンサー内の絶縁材は、本発明で使用される組成物から製造可能な構成材である。

【0038】

通信ケーブルの構成材として本発明で使用される組成物のこれらの用途は、単にそのよ

50

うな用途の実例となるのみであり、ダウンホールウェルケーブルでのこの組成物の使用に対する限定にはならない。この組成物の使用によってケーブルに与えられるより高いダウンホールウェル操作温度が、組成物がそれらの1種またはそれ以上の構成材として使用可能である、センサーデザインを含む、新規のケーブルデザインを導くと考えられる。

#### 【0039】

本発明で使用される組成物を製造するために使用され、上記の物品のポリマー構成材を構成するポリマー成分に関して、PFAは、テトラフルオロエチレン(TFE)、および線形または分枝状ペルフルオロアルキル基が1~5個の炭素原子を含有するペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)(PAVE)のコポリマーである。好ましいPAVEモノマーは、ペルフルオロアルキル基が1個、2個、3個または4個の炭素原子を含有するものであり、それぞれ、ペルフルオロ(メチルビニルエーテル)(PMVE)、ペルフルオロ(エチルビニルエーテル)(PEVE)、ペルフルオロ(プロピルビニルエーテル)(PPVE)およびペルフルオロ(ブチルビニルエーテル)(PBVE)として知られている。コポリマーは、時には製造業者にMFAと呼ばれるTFE/ペルフルオロ(メチルビニルエーテル)/ペルフルオロ(プロピルビニルエーテル)コポリマーなどのいくつかのPAVEモノマーを使用して製造することができるが、本明細書にはPFAとして含まれる。PFAは約1~15重量%のPAVEを含有してもよいが、単一のPAVEモノマーがPFAを形成するために使用される場合、2~5重量%、好ましくは3.0~4.8重量%のPAVE含有量が最も一般的なPAVE含有量であり、TFEがコポリマーの残部を形成している。PAVEがPMVEを含む場合、その組成は約0.5~13重量%ペルフルオロ(メチルビニルエーテル)および約0.5~3重量%PPVEであって、全100重量%に対する残部はTFEである。好ましくは、PFAに存在するPAVEの同一性および量は、PFAの熔融温度が300より高いものである。PFAは、フルオロプラスチックであり、フルオロエラストマーではない。フルオロプラスチックとして、PFAは半結晶性であり、すなわち、部分的に結晶性である。

#### 【0040】

PFAは、熔融可能であることに加えて、熔融製造可能でもあり、すなわち、熔融状態で十分に流動可能であり、PFAは押出成形などの熔融加工によって製造可能であり、そして有用であるために十分な強度を有する製品を生じる。この十分な強度は、8ミル(0.21mm)厚膜を使用して、単独で、少なくとも1000サイクル、好ましくは少なくとも2000サイクルのMIT Flex Lifeを示すPFAによって特徴づけられてもよい。MIT Flex Life試験では、膜をジョーの間に挟み、135°の範囲で前後に曲げる。この場合、PFAの強度は、脆性ではないことによって示される。(あらゆる熱処理の前の)PFAのメルトフロー速度(MFR)は、372で、熔融PFA上に5kgの重量を使用して、ASTM D-1238およびASTM D-3307-93に従って測定した場合、好ましくは少なくとも0.1g/10分、好ましくは少なくとも5g/10分、そしてさらに好ましくは少なくとも7g/10分である。

#### 【0041】

PFAは、主要末端基として安定な-CF<sub>3</sub>末端基、ならびに10<sup>6</sup>個の炭素原子に対して、PFAを製造するために使用される水性分散重合プロセスから生じる最も一般的な末端基として50個未満、好ましくは25個未満の不安定な全末端基、特に、-CONH<sub>2</sub>、-COF、-CH<sub>2</sub>OHおよび-COOHを有するように、フッ素処理が可能である。フッ素化のためのプロセスは、米国特許第4,743,658号明細書(ImbalzanoおよびKerbow)ならびに米国特許第6,838,545号明細書(ChapmanおよびBidstrup)で開示される。本発明の一態様によると、PFAはフッ素処理されず、それによって、その末端基は、PFAを形成するための水性分散重合から生じる上記の不安定な末端基である。

#### 【0042】

本発明で使用されるポリテトラフルオロエチレンに関して、PTFEが、適格な言語のない文献に開示される場合、PTFEが非熔融流動可能なPTFEであり、この非熔融流

10

20

30

40

50

動性は、このポリマーの極めて高い分子量に起因していることを当業者は理解する。本発明で使用されるポリテトラフルオロエチレンは、このポリマーの低分子量のため、流動可能な溶融であって、LMW PTFEとして以下に記載される。この低分子量が溶融流動性をポリマーに与えるが、LMW PTFEは溶融製造可能ではない。溶融製造可能ではないということは、極度の脆性によって、LMW PTFE溶融物から成形される物品は役に立たないことを意味する。(非溶融流動可能なPTFEと比較して)そのような低分子量のため、LMW PTFEは強度を有さない。この低分子量のPTFEの押出されたフィラメントは脆性であり、撓曲させると即座に破壊する。一般に、圧縮成形されたブランクは、本発明で使用される低分子量のポリテトラフルオロエチレンの引張試験のために製造不可能である。ブランクは、圧縮型から取り出す時に亀裂が入るか、または砕けるため、引張特性もMIT Flex Lifeも試験不可能である。実質的に、このポリマーでは、引張強さはゼロであり、MIT Flex Lifeは0サイクルである。

10

#### 【0043】

LMW PTFEは、高い結晶化度を特徴とすることも可能であり、好ましくは少なくとも50 J/gの結晶化熱を示す。

#### 【0044】

LMW PTFEが、その高い結晶化度および強度の欠如によって特徴づけられることに加えて、好ましいLMW PTFEは、溶融流動性を有し、すなわちLMW PTFEは溶融状態で流動する。この溶融流動性の1つの計量法は、ASTM D 1238に記載される可塑性計などの装置を使用して、所与の温度で、溶融ポリマー上に所与の負荷下でのオリフィスを通してのメルトフロー速度(MFR)である。好ましいLMW PTFEは、372で、溶融ポリマー上に5kgの重量を使用して、ASTM D 1238に従って測定した場合、少なくとも0.01g/10分、好ましくは少なくとも1g/10分、より好ましくは少なくとも5g/10分のMFRを有する。LMW PTFEは、非常に長いポリマー鎖の形成を防ぐ条件下での直接重合によって、またはPTFE、すなわち高分子量、非溶融流動可能なPTFEの照射分解によって得られる。LMW PTFEは低分子量を有するが、それにもかかわらず、高温まで固体である十分な分子量を有し、例えば、少なくとも300、より好ましくは少なくとも310、さらに好ましくは少なくとも320の溶融温度を有する。この十分な分子量の1つの指標は、ポリマーが、ASTM D 1238に従って、372で、5kg重量を使用して、MFR決定を受ける時に、ポリマーのMFRが、100g/10分以下、好ましくは75g/10分以下、さらに好ましくは50g/10分以下であるように、LMW PTFEが粘性溶融物を形成するということである。これらの最高MFR量のそれぞれを、上記の最低MFR量のいずれかと組み合わせ、例えば、0.01~50g/10分、0.01~75g/10分、5~100g/10分などのMFR範囲を形成することができる。組成物で 사용되는PFAおよびLMW PTFEのMFRは、好ましくは、互いから20g/10分の範囲内であり、より好ましくは互いから15g/10分の範囲内であり、そしてより好ましくは互いから10g/10分の範囲内である。本明細書に開示されるメルトフロー速度は、熱老化、すなわち、上記されるようなダウンホールウェルで発生するような高温への持続曝露を受けていないポリマーにおいて決定される。

20

30

40

#### 【0045】

本発明で使用されるLMW PTFEは、PTFEマイクロパウダーとしばしば呼ばれ、これは、このポリマーを、高分子量、非溶融流動可能なPTFEと区別するもう1つの方法でもある。DuPont Companyの商標TEFLON(登録商標)は、PTFEに適用可能であることが周知である。対照的に、DuPont Companyは、他の材料に添加時に低い表面エネルギーおよび他のフルオロポリマー特性を与えるために使用されるZONYL(登録商標)フルオロ添加剤としてPTFE マイクロパウダーを販売する。

#### 【0046】

ダウンホールウェル用途のためのケーブル構成材を製造するために使用されるPFAお

50

よび L M W P T F E の割合は、一般に、ウェル作業に必要とされる期間、P F A のみから製造された構成材よりも相当高いダウンホール温度での作業が可能であるように、構成材に増大した温度抵抗を提供するために、L M W P T F E の量が多い。この点に関して、構成材は、少なくとも 1 2 重量%、好ましくは少なくとも 1 5 重量%の L M W P T F E を含有するべきである。ダウンホールウェルにおいて 3 0 0 に耐えるために、L M W P T F E の最小量は、少なくとも 1 8 重量%、好ましくは少なくとも 2 0 重量%である。最大 L M W P T F E 含有量は、構成材の特定の用途によって決定され、いずれにしても 5 0 重量%未満であるべきである。上記の全ての L M W P T F E 最小含有量に関して、構成材を形成する組成物中の L M W P T F E の好ましい最大量は 4 5 重量%であり、それによって、1 2 ~ 4 5 重量%、1 5 ~ 4 5 重量%、1 8 ~ 4 5 重量%および 2 0 ~ 4 5 重量%の L M W P T F E 含有量範囲が定義される。同じ基準で、L M W P T F E の好ましい最大量は、4 0 重量%であり、そしてより好ましくは 3 5 重量%、そしてさらにより好ましくは 3 0 重量%である。したがって、追加的な L M W P T F E 含有量範囲は、1 8 ~ 4 0 重量%、1 8 ~ 3 5 重量%および 1 8 ~ 3 0 重量%、2 0 ~ 4 5 重量%、2 0 ~ 3 5 重量%および 2 0 ~ 3 0 重量%であることができる。全てのこれらの重量%量に関して、P F A は、これらのポリマーの組み合わせた重量に基づき全 1 0 0 重量%まで、残りのポリマー含有量を構成する。好ましくは、構成材が製造される組成物を形成するために、単一の L M W P T F E および単一の P F A が使用され、そして、これらは組成物を構成する唯一のポリマー成分である。顔料が組成物中に存在してもよいが、好ましくは、組成物に導電性を与えないものである。組成物は好ましくは非導電性であって、その場合、導電性カーボンを含まない。好ましくは、組成物の誘電率は、2 . 4 以下、より好ましくは 2 . 2 以下 ( 2 0 で決定した場合 ) であり、組成物およびそれから製造される構成材を電気絶縁性、すなわち、非導電性にすることが可能である。

#### 【 0 0 4 7 】

構成材が製造される組成物は、好ましくは、所望の割合で、P F A および L M W P T F E を一緒に完全に熔融混合することによって調製される。本明細書に開示される熔融混合とは、用語が暗示するように、両成分の熔融温度より高い温度まで組成物を加熱して、そして例えば、射出成形または押出成形においてそれぞれ存在する射出または押出スクリーンを使用して生じるように、熔融物を攪拌することによって、生じた熔融物を混合することである。熔融混合のために使用される切断速度は、一般に少なくとも約 7 5 秒<sup>-1</sup>である。

#### 【 0 0 4 8 】

熔融混合の前に、2 種のポリマーを乾燥ブレンドして、乾燥ブレンドされた混合物として組成物を形成することができる。乾燥ブレンドのためのポリマーの形態は、P F A および L M W P T F E パウダーの押出ペレットが可能である。典型的に、ペレットは直径および長さが 1 0 mm 未満であり、そしてレーザー M i c r o t a c ( 登録商標 ) 装置で測定した場合、L M W P T F E パウダーは 5 0 マイクロメートル未満の平均粒径を有する。

#### 【 0 0 4 9 】

熔融組成物を熔融製造プロセスから冷却すると、組成物が、組成物の 2 種のポリマー成分の熔融温度にほぼ相当する 2 つの熔融温度を示すことによって示されるように、P F A および L M W P T F E は別々に結晶化する。ウェルの最高温度での長い滞留時間によって生じる組成物の熱処理は、固体熱転移、すなわち、エピタキシャル共結晶化を生じ、それによって、組成物は単一の熔融温度のみを示す。結果として生じる熔融混合された組成物は、それにもかかわらず、本明細書では、分子レベルで、熱老化によって熱転移が生じた後でさえ、これらの 2 種の成分が組成物になお存在するという確信により、両ポリマー成分を含んでなると記載される。本明細書に使用される「含んでなる」という用語は、製造方法に関しての組成物、すなわち、2 種のポリマー成分の熔融混合 ( および熔融製造 ) によって製造される組成物、ならびにエピタキシャル共結晶化をもたらすために熱老化される組成物の説明を含む。エピタキシャル共結晶化を受ける組成物への参照は、熔融製造

などによって組成物から製造されるケーブル構成材にも適用される。

【0050】

組成物の熔融混合物は、ケーブル構成材の最終的な形態へと、または次いで所望の構成材の最終的な形態に熔融製造が可能である組成物の押出ペレットへと熔融製造が可能である。熔融製造プロセスは、形成される構成材次第であるが、一般に、押出成形、射出成形、トランスファー成形、圧縮成形、ロトリニング (rotolining) または回転成形などの熔融製造プロセスを使用する。

【0051】

例えば、少なくとも 280 で、ダウンホールウェルの高温に耐える組成物の能力は、その最初の（未老化の）引張係数の少なくとも 80%、そしてより好ましくは少なくとも 90% を保持する組成物として定量化することができる。これらは全て、特に明記しない限り、周囲温度（15 ~ 25）試験で決定される。好ましくは、この係数保持は、より高い温度の曝露、例えば、少なくとも 290 または 300、さらに好ましくは少なくとも 310 でも達成される。最初の引張係数は、この高温への曝露より前の引張係数である。曝露期間は一般に長くて、280 の温度、または 290 もしくは 300 などのより高い温度で、例えば、少なくとも 1 週間、しばしば少なくとも 2 週間、そして好ましくは少なくとも 6 ヶ月間である。最も好ましくは、これらの曝露条件のそれぞれの後も、引張係数は最初の引張係数と少なくとも同程度の高さのままである。本明細書に開示される高温への曝露期間は、連続または不連続曝露の結果であることができる。連続曝露の場合、曝露は中断されない。不連続曝露の場合、ケーブル構成材がダウンホールウェルの深さにおいて使用されて、そしてウェルで定期的に取り出されて、再設置される場合に生じ得るように、曝露は中断される。したがって、このような高温への曝露時間は、曝露の蓄積時間である。

【実施例】

【0052】

引張（ヤング）係数は、ASTM D 3307 セクション 9.6 によって修正される ASTM D 638 - 03 の手順によって、厚さ 60 ミル（1.5 mm）の圧縮成形ブランクから打ち抜かれた厚さ 5 mm を有する幅 15 mm × 長さ 38 mm のダンベル型試験片上で決定する。本明細書に開示される引張係数は、特に明記しない限り、23 で決定される。

【0053】

MIT Flex Life を測定するための手順は、厚さ 8 ミル（0.21 mm）の圧縮成形された膜を使用する ASTM D 2176 に開示される。

【0054】

これらの試験で使用されるブランクおよび膜の圧縮成形は、7 × 7 インチ（17.8 × 17.8 cm）圧縮成形物を製造するために、343 の温度で、20,000 lb（9070 kg）の力の下で、本明細書に後述される Brabender（登録商標）押出機で製造される熔融ブレンド組成物において実行された。より詳細に、厚さ 60 ミル（1.5 mm）のブランクを製造するために、80 g の組成物を、厚さ 63 ミル（1.6 mm）のチェイスに添加する。チェイスによって、17.8 × 17.8 cm のブランク径が画定される。圧縮成形プレスのプラテンへの固着を避けるために、チェイスと組成物充填物は、2 枚のアルミニウムシートの間に挟まれている。チェイスとアルミニウムシート（プレスのプラテンによって支持される）との組み合わせによって、型を形成する。プレスプラテンは 343 まで加熱される。全プレス時間は 10 分であり、最初の 1 分は 20,000 lb（9070 kg）のプレス力を徐々に達成するために使用され、残りの時間は圧力開放のために使用される。次いで、このサンドイッチは、70 トン（63560 kg）コールドプレスに即座に移動され、そして 5 分間、熱圧縮成形物に 20,000 ポンド（9070 kg）の力が適用される。次いでサンドイッチはコールドプレスから取り出されて、そして圧縮成形されたブランクが型から取り出される。ダンベル試験の試験片（試料）は、ASTM D 3307 の図 1 に記載される鋼鉄ダイを使用して、ブランクからダイ

カットされる。MIT試験で使用する膜は、チェイスが厚さ8ミル(0.21mm)であり、そして型に添加された組成物の量は11.25gであることを除き、同手順を使用した。MIT試験で使用する膜試料は、圧縮成形された膜から切断された幅1/2インチ(1.27cm)の細片であった。構成材は破壊を伴うため、ブランクまたは膜が製造される組成物は、好ましくは、構成材自体よりむしろ、ケーブルの製造より前の組成物である。

#### 【0055】

実施例で使用するLMW PTFEは、以下の通りである：

LMW PTFE Aは、64 J/gの結晶化熱、325 の熔融温度(第2次加熱)および12マイクロメートルの平均粒径、ならびに17.9 g/10分のMFRを有する。

LMW PTFE B 59 J/gの結晶化熱、330 の熔融温度(第2次加熱)、20マイクロメートルの平均粒径および0.01 g/10分のMFRを有する。

これらのLMW PTFEのいずれも、引張特性試験のために十分な完全性を有したブランクに圧縮成形することができなかった。

#### 【0056】

実施例で使用するPFAは、以下の通りである：

PFA 1は、14 g/10分のMFRを有するTFE/PPVEコポリマーである。

PFA 2は、2 g/10分のMFRを有するTFE/PPVEコポリマーである。

PFA 3は、5.2 g/10分のMFRを有するTFE/PPVEコポリマーである。

PFA 4は、フッ素処理されたPFA 1であり、そしてポリマー鎖中、 $10^6$ 個の炭素原子あたり20個未満の不安定な末端基(-COFおよび-COOH)を有する。

これらのPFAの全ては、307~308 の熔融温度(第1次加熱)を有し、3.2~4.8重量%のPPVEを含有する。PFA 1、PFA 2およびPFA 3は、フッ素処理されておらず、これらのPFAの末端基の割合は主に-COOHであり、そして-COFは少ない割合である。PFAは、熔融押出成形をし、そして押出ストランドをペレットに切断することによって得られるペレットの形態である。

#### 【0057】

本明細書に開示される熔融温度を決定するための手順は、ASTM D3418-08に従うDSC(示差走査熱量計)分析による。使用される熱量計は、TA Instruments(New Castle, DE, USA)Q1000モデルである。温度スケールは、(a)3つの金属熔融開始：水銀(-38.86)、インジウム(156.61)、スズ(231.93)、ならびに(b)10°/分加熱速度および、30ml/分の乾燥窒素流速速度を使用して較正された。熱量測定スケールは、インジウムの熔融熱(28.42 J/g)および(b)条件を使用して較正された。熔融温度決定は、条件(b)を使用して実行される。本明細書に開示される熔融温度は、DSCから得られる曲線の吸熱性ピークである。350 までの第1次加熱から得られるピークは、第1次加熱熔融温度である。続いて冷却と350 までの第2次加熱が行われ、第2次加熱熔融温度を得る。加熱および冷却サイクルの詳細は、使用される最高温度が380 の代わりに350 であることを除き、米国特許第5,603,999号明細書に開示される。本明細書に開示されるPFA/LMW PTFE組成物の熔融温度は、第1次加熱熔融温度である。

#### 【0058】

結晶化熱(第1次加熱)は、米国特許第5,603,999号明細書に開示されるように決定される。

#### 【0059】

実施例で使用するPFAとLMW PTFEとのブレンド(熔融混合物)は、以下の手順によって得られる：Brabender(登録商標)単一スクリュウ押出機が使用される。この押出機は、Saxton型混合チップを有する直径1~1/4インチ(3.2cm)スクリュウを備えており、そしてこの押出機は20:1のL/D比を有する。PFAおよびLMW PTFEパウダーのペレットは乾燥ブレンドされて、続いて、Brab

ender (登録商標) 押出機中で熔融混合される。30重量% LMW PTFE含有量組成物に関して、ブレンドは3工程である。第1の工程において、LMW PTFEの所望の全体量の3分の1をPFAペレットと混合させ、次いで、この混合物のペレットを押出成形する押出機を通過させる。第2の工程において、これらのペレットをLMW PTFEの所望の全体量のさらなる3分の1と乾燥混合させ、押出機を通過させ、押出ペレットを生じる。第3の工程は、これらのペレットと、LMW PTFEの最終的な3分の1との乾燥ブレンドであり、次いで、この組成物を押出機に通過させて、ペレットの形態で良好に混合されたPFA/LMW PTFEブレンドを得る。20重量% LMW PTFE/PFA組成物に関しては、押出機への最初の2回の通過のみが実行される。押出機の温度プロフィールは、以下の通りである：領域1 = 315、領域2 = 321、領域3 = 332、領域4 = 338、領域5およびダイ = 349。押出機スクリュースは、120rpmで作動される。

10

#### 【0060】

実施例1 - 315 に耐える組成物

この実施例は、組成物とその初期の引張係数を保持していることによって、PFA/LMW PTFE組成物が、長期間、PFAの260の連続使用温度より非常に高い温度での曝露に耐えることを示す。曝露時間を増加させると、組成物の引張係数が増加する。表1に、PFAとLMW PTFEの熔融混合ブレンドの試験試料が、循環空気オーブン中、315での無負荷加熱に暴露された時の結果を報告する。この温度は、300程度の高温が発生する可能性のあるダウンホールウェルでの連続操作のために、組成物およびそれから製造される構成材を適格とするために使用される。

20

#### 【0061】

##### 【表2】

表1

週	引張係数-MPa				
	PFA 2/B-20	PFA 2/A-20	PFA 3/A-20	PFA 4/A-20	PFA 1/A-30
0	487	465	484	487	541
3	477	485	469	469	508
6	500	518	566	503	551
9	497	520	494	497	591
12	502	529	528	542	602

30

#### 【0062】

表1中、「週」の欄は、315での引張係数試験の試験片の曝露期間を表す。「PFA 2/B-20」の見出しのついた欄では、Bは組成物中20重量% LMW PTFE Bである。残りの欄の見出しは同様に解釈されて、例えば、「A-30」は30重量% LMW PTFE Aである。試験片を毎週オーブンから取り出し、引張係数を試験する。簡潔さのために、3週間隔の結果のみを表1に報告する。各試験片は1回のみ引張係数を試験されて、次いで廃棄される。それによって、それぞれの引張係数試験の結果は新規の試験片による。引張係数試験は23で行われる。

40

#### 【0063】

表1に示される引張係数試験結果は、引張係数は、週単位で加熱時間を増加させると、増加する傾向があることを示す。1、2、4、5、7、8、10および11週の省略された引張試験結果は、この傾向と一致する。これは、PFA単独での連続使用温度として260の確立に導く、加熱時間によって引張特性が減少する予想と相反する。驚くべきことに、PFA組成物中のLMW PTFEの実質的な量の存在は、このような改善を提供する。

#### 【0064】

長期間の老化後の組成物PFA1/LMW PTFE A-20の引張係数試験では、

50

引張係数の同様の保持を示し、以下の表に示すように、315 での加熱の時間増加によって、引張係数が増加する傾向がある。

【0065】

【表3】

表2

週	引張係数-MPa
0	487
5	479
10	507
15	535
20	576

10

【0066】

1～4、6～9、11～14ならびに16～19および11週の省略された引張試験結果は、(a)引張係数の保持および(b)加熱時間の増加による、引張係数の増加のこの傾向と一致する。引張係数の保持は、6ヶ月間以上の315 での加熱によって観察された。例えば、23 で試験された引張係数は、315 での18ヶ月の熱老化後に初期の引張係数の90%以内のままである。組成物PFA 3/A-20に関しても同様である。

20

【0067】

この加熱条件下で、PFA中のLMW PTFE濃度を15重量%まで減少する場合、試験片は、1週間オープンで加熱している間に、ゆがみによって試験に不適当となる。これは、約285 の操作温度適合性を得るために、例えば、300 まで加熱温度を低下させなければならないことを意味する。

【0068】

これらの実施例で使用される全てのPFA/LMW PTFE組成物は、熱老化後、318～324 の範囲内で単一の熔融温度(第2次加熱)、および2.2未満の誘電率を示す。

【0069】

実施例2 - 高温での引張試験

連続使用温度を決定するために周囲温度での引張試験が依拠されるが、高温での引張特性を知ること望ましい。

【0070】

PFA/LMW PTFE組成物に、7日間、315 の熱老化を行い、250 で引張試験を行う場合、表3に示すように、組成物はなお有意な引張係数を示す。

【0071】

【表4】

表3

試験温度-°C	引張係数 (MPa) PFA 1/A-20
23	540
250	25

40

【0072】

PFA 1/A-20組成物の加熱が315 で行われて、200 で引張係数を試験する場合、表4に報告される結果が得られる。

【0073】

## 【表 5】

表 4

熱老化時間(時間)	引張係数-(MPa)
0	50
24	55.8
48	56
168	56

## 【0074】

10

実施例 3 - ダウンホールウェル通信ケーブルでの P F A / L M W P T F E 組成物の適用  
組成物から製造可能なダウンホールウェル通信ケーブルの構成材の実施例は、記載された特許に関して上記に記載される。これらの構成材は、上記特許に示されたポリマーからケーブル構成材を形成するために使用される同様の熔融製造プロセスによるケーブルの形成において、製造可能である。一般に、絶縁材の場合、一次または二次のいずれであっても、構成材はすでに形成されたケーブル構造上に、押出成形によって形成される。例えば、ケーブルジャケットは一次絶縁された導体上へ押出成形されるが、一次絶縁材は導体上へ押出成形によってあらかじめ形成されている。光ファイバーケーブルに関しても同様である。保護材が、ケーブルジャケットおよび/または光ファイバーとケーブルジャケットとの間の充填材であるかどうかに関係なく、組成物は、光ファイバーの保護材として機能するように光ファイバー上に押出成形される。

20

## 【0075】

実施例 4 - エピタキシャル共結晶化

ダウンホールウェルの最高温度に暴露される通信ケーブルの一部分の曝露の間、その部分では、主に P F A および L M W P T F E の別々の結晶のブレンドから、これらのポリマー成分の共結晶へと結晶変態が生じる。この変態は、エピタキシャル共結晶化 (E C C) と呼ばれ、ダウンホールウェル高温への通信ケーブルのその部分の長期間にわたる曝露によって生じる熱老化の間に生じる固体反応である。E C C の徴候は、ケーブル組成物の熱老部分が単一の D S C 溶融温度 (第 1 次加熱) を示すということである。対照的に、熱老化前であるが、通信ケーブルの部分に熔融製造された通信ケーブルの同部分は、各ポリマー成分の溶融温度にほぼ相当する 2 つの溶融温度を示す。

30

## 【0076】

E C C は、D S C 第 1 次加熱溶融温度が、P F A の溶融温度より高い単一の溶融温度となるように、これらの別々の結晶が共結晶になり、そして、P F A および L M W P T F E の結晶が異なる結晶状態、すなわち、共結晶に変換したことを示す現象である。

## 【0077】

本発明において、E C C は、P F A / L M W P T F E 組成物がその熔融製造された形状を保持し、そして、すなわち、組成物およびそれから製造されるケーブル構成材が固体状態にある温度でダウンホールウェル熱老化によって生じる。熔融製造された物品の形状は、熱老化後に識別可能である。これは、通信ケーブルの熔融製造された部分の形状を保持するために重要である。したがって、熱老化温度は高いものの、そのような温度は、ケーブル部分が溶融して流動し、その初期の (未老化の) 形状を失うほど高くない。この形状安定性が、P F A 単独の溶融温度より高い温度での熱老化によってさえも保持されることが見出された。しかしながら、熱老化温度 (ダウンホールウェルでの最大曝露温度) が組成物中の溶融温度が最も低い構成材の溶融温度未満であること、すなわち、P F A の溶融温度未満であることが好ましい。

40

## 【0078】

P F A / L M W P T F E 組成物の熔融製造は、E C C を生じない。このことは、熔融製造された組成物 (ダウンホールウェル高温に暴露されるケーブル部分) は、以下の試験で示すように、P F A および L M W P T F E 成分の溶融温度にほぼ相当する 2 つの溶融

50

温度を示すことを意味する。試験される組成物は、75重量%のPFAおよび25重量%のLMW PTFE Aである。出発物質は、上記B r a b e n d e r（登録商標）単一スクリュウ押出機を使用して調製されるペレットの形態のこの組成物である。

【0079】

ペレットのDSC分析によって、約315 および約322 2つの吸熱性ピーク（溶融温度）の存在が現れ、組成物の溶融製造されたペレット中のPFAおよびLMW PTFEの別々の結晶の存在を示す。

【0080】

組成物成分の完全な溶融ブレンドのためのスクリュウデザインを有するK o m b i p l a s t（登録商標）押出機によるペレットの再押出成形および押出物のDSC分析によって、未老化組成物に対して、ほぼ同じ2つの溶融温度（312 および320 ）が現れる。

10

【0081】

300 での1日間の押出物の熱老化と、それに続くDSC分析によって、319 で組成物の単一溶融温度が現れる。本質的に単一の溶融温度が組成物によって示されるまでに、300 で少なくとも約12時間の熱老化が必要とされることが決定された。

【0082】

未老化の組成物の再押出成形を6回繰り返し、そして各押出成形から得られた未老化の押出物にDSC分析を行ったところ、313 ~ 314 および321 ~ 322 の範囲に2つの溶融ピークが存在するという結果が得られる。

20

【0083】

これらの6回の再押出成形のそれぞれからの未老化の押出物の300 での1日間の熱老化によって、318 ~ 319 の範囲内で組成物の単一DSC溶融ピーク（溶融温度）が現れる。

【0084】

押出物は固体のままであり、そして、押出物の形状は、この熱老化後さえも識別可能なままであり、すなわち、熱老化は、押出物が固体状態にある状態で実行される。

【0085】

したがって、ECCが生じるために、ダウンホールウェルにおける熱老化が必要とされることは明白である。

30

なお、本発明は、特許請求の範囲を含め、以下の発明を包含する。

1. 温度が280 以上になる可能性があり、通信ケーブルがウェル内に配置されるダウンホールウェルにおいて、

前記ケーブルの少なくとも一部分が前記温度に曝露され、

前記ケーブルが、その構成材として、ペルフルオロアルキルが1~5個の炭素原子を含有する溶融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ（アルキルビニルエーテル）コポリマーおよび溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物を含み、前記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして前記構成材が前記温度に耐えることを可能にするために有効な量で前記組成物に存在するダウンホールウェル。

40

2. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記温度に耐えることが、少なくとも1週間、前記温度へ前記構成材を曝露することを含んでなるダウンホールウェル。

3. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記通信ケーブルが、少なくとも1つの電導体と前記導体を包囲する電気絶縁材とを含んでなり、そして前記構成材が前記絶縁材を含むダウンホールウェル。

4. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記通信ケーブルが、少なくとも1つの光ファイバーと前記光ファイバーを包囲する保護材とを含んでなり、そして前記構成材が前記保護材を含むダウンホールウェル。

5. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記通信ケーブルが、下方端および前記下方端に配置されるセンサーを有し、前記センサーが、少なくとも1つの電導体または少な

50

くとも1つの光ファイバーのいずれか、および前記電導体または光ファイバーを保護するためのハウジングを含んでなり、前記構成材が、前記ハウジングの内部を前記ウェルから単離するシール、および/または前記電導体のための絶縁材もしくは前記光ファイバーのための保護材を含むダウンホールウェル。

6. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記通信ケーブルが電力ケーブルであり、そして前記構成材が前記電力ケーブルのための電気絶縁材を含むダウンホールウェル。

7. 8に記載のダウンホールウェルにおいて、前記電力ケーブルが耐荷重要素を含むダウンホールウェル。

8. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記温度が前記ウェルの最高温領域を形成し、そして前記ケーブルの一部分が前記最高温領域に存在するダウンホールウェル。

10

9. ウェル頭部を有する1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記ウェルが、地中から前記ウェル頭部まで炭化水素または蒸気を運搬するための、前記ウェル内に配置されかつ底面開口部を有するチューブを含むダウンホールウェル。

10. 9に記載のダウンホールウェルにおいて、前記ケーブルが前記チューブ内にまたは前記チューブに隣接して配置されるダウンホールウェル。

11. 1に記載のダウンホールウェルにおいて、前記通信ケーブルが下方端を有し、そして前記下方端に配置されるモーターを含み、前記モーターが巻線を有し、前記構成材が前記巻線のための絶縁材を有するダウンホールウェル。

12. それぞれ電気絶縁材または保護材によって包囲される少なくとも1つの電導体または光ファイバーを含んでなるダウンホールウェル通信ケーブルであって、前記絶縁材または保護材が、ペルフルオロアルキルが1~5個の炭素原子を含有する溶融製造可能なテトラフルオロエチレン/ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル)コポリマー、および溶融流動可能なポリテトラフルオロエチレンを含んでなる組成物を含んでなり、前記ポリテトラフルオロエチレンが単独では引張強さを有さず、そして前記絶縁材および保護材が前記ダウンホールウェル内での少なくとも280の温度への曝露に耐えることを可能にするために有効な量で前記組成物に存在する、ダウンホールウェル通信ケーブル。

20

13. 前記少なくとも1つの電導体、前記導体を包囲する電気絶縁材、および前記絶縁材に固定される耐荷重要素を含んでなる電力ケーブルとしての12に記載のダウンホールウェル通信ケーブル。

14. 前記少なくとも280の温度への曝露に耐えることが、前記構成材の前記組成物が、少なくとも1週間の前記曝露後、その引張係数の少なくとも90%を保持していることを特徴とする、13に記載の電力ケーブル。

30

15. 前記導体が、前記導体の表面で隙間を形成する、一緒に撚られたワイヤーから形成され、そして前記絶縁材が前記隙間を充填する、13に記載の電力ケーブル。

## フロントページの続き

審査官 須永 聡

- (56)参考文献 特開平01-203587(JP,A)  
特開平06-309938(JP,A)  
特開昭61-127641(JP,A)  
米国特許第04624990(US,A)  
米国特許第5894104(US,A)  
米国特許第4624990(US,A)  
米国特許第5317061(US,A)  
米国特許第4967853(US,A)  
米国特許出願公開第2007/0102187(US,A1)  
特開昭60-101134(JP,A)  
特開平07-070397(JP,A)  
特開2002-167488(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21B	1/00-49/10
H01B	7/29
H01B	9/00
H01B	11/00