

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5678122号
(P5678122)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.CI.

D07B 1/02 (2006.01)

F 1

D07B 1/02

請求項の数 11 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2013-87111 (P2013-87111)
 (22) 出願日 平成25年4月18日 (2013.4.18)
 (62) 分割の表示 特願2007-555162 (P2007-555162)
 原出願日 平成18年2月7日 (2006.2.7)
 (65) 公開番号 特開2013-174041 (P2013-174041A)
 (43) 公開日 平成25年9月5日 (2013.9.5)
 審査請求日 平成25年5月1日 (2013.5.1)
 (31) 優先権主張番号 11/056,074
 (32) 優先日 平成17年2月11日 (2005.2.11)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 11/246,861
 (32) 優先日 平成17年10月6日 (2005.10.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 598123677
 ゴア エンタープライズ ホールディング
 ス、インコーポレイティド
 アメリカ合衆国、デラウェア 19714
 -9206、ニューアーク、ポスト オフ
 イス ボックス 9206、ペーパー ミ
 ル ロード 551
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敏
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100128495
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フルオロポリマー繊維複合束

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 束群のそれぞれが外面を有しあつ 1.5 g / d を超えるテナシティを有する複数の高強度繊維を含んでなる、複数の束群、

(b) 前記束群の それぞれの前記外面の 周りに 螺旋状に撚り合わされた、少なくとも 1 つの フルオロポリマー繊維 を含む、ロープ。

【請求項 2】

前記 フルオロポリマー繊維 が延伸ポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載のロープ。 10

【請求項 3】

前記 フルオロポリマー繊維 がポリエチレンクロロトリフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 4】

前記 フルオロポリマー繊維 がポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 5】

前記 フルオロポリマー繊維 がポリクロロトリフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 6】

20

前記フルオロポリマー繊維がポリフッ化ビニルを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 7】

前記フルオロポリマー繊維がポリフッ化ビニリデンを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 8】

前記フルオロポリマー繊維がポリトリフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 9】

前記高強度繊維が液晶芳香族ポリエスチルを含む、請求項 1 に記載のロープ。

【請求項 10】

さらに耐摩耗性被膜を含む、請求項 1 に記載のロープ。

10

【請求項 11】

繰返し応力用途において用いられる、請求項 1 に記載のロープ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フルオロポリマー複合束、および、さらに詳細には、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などのフルオロポリマーを包含する複合束で作られたロープおよび他の織物に関する。

【背景技術】

【0002】

本出願書において用いられる用語「繊維」は、図 1 の 16 および 18 で示されるような糸状物品を意味する。本明細書において用いられる繊維は、モノフィラメント繊維およびマルチフィラメント繊維を包含する。複数の繊維は組み合わされて図 1 に示されるような「束」14 を形成することが可能である。様々な種類の繊維が組み合わされて束を形成する場合に、それは、本明細書において「複合束」と呼ばれる。複数の束は、組み合わされて図 1 に示されるような「束群」12 を形成することが可能である。複数の束群は、組み合わされて図 1 に示されるような「ロープ」10 を形成することが可能である（代替ロープ構造体も考えられるが、本明細書において記載されるように本発明に包含される）。

20

【0003】

本明細書において用いられる「繰返し応力用途」は、例えば、海洋、海、および沿海での掘削用途を包含する係留および重い物を持ち上げる用途用のロープ、およびブーリ、ドラム、または滑車に対して張力下で曲げられるロープにおけるように、繊維の磨耗および/または圧縮破損をもたらす張力、曲げ力、またはねじり力、またはそれらの組合せに、繊維がさらされるような用途を意味する。

30

【0004】

本明細書において用いられる「高強度繊維」は、15 g / d を超えるテナシティを有する繊維を指す。

【0005】

本明細書において用いられる「磨耗速度」は、（さらに例 1 において定義されるように）試料の破断力の低下と磨耗試験サイクル数との商を意味する。

40

【0006】

本明細書において用いられる「磨耗試験後の破断強度比」は、付加されたフルオロポリマー繊維を包含する所定の試験物品に対する磨耗試験後の破断強度と、フルオロポリマー繊維の付加なしでの試験物品の同じ構造体に対する磨耗試験後の破断強度との商を意味する。

【0007】

本明細書において用いられる「低密度」は、約 1 g / c c 未満の密度を意味する。

【0008】

「持続性」は、使用中、有效地に所定の位置に留まる能力として定義される。

【0009】

50

本明細書において用いられる「D : d」は、ロープ径で除した滑車径を意味する。

【0010】

本明細書において用いられる「低摩擦係数纖維」は、スチール上の乾燥ポリプロピレン以下の摩擦係数を有する高分子材料を意味する。

【0011】

高強度纖維は多くの用途において用いられる。例えば、高分子ロープは、例えば、海洋、海、および沿海での掘削用途を包含する係留および重い物を持ち上げる用途において広く用いられる。それらは、使用中の高引張および曲げ応力、ならびに様々な種類の環境からの攻撃にさらされる。これらのロープは、種々の種類の纖維から多様なやり方で構築される。例えば、ロープは、編組ロープ、ワイヤーレイロープ、または平行ストランドロープであることが可能である。編組ロープは、それらを撚り合わせるのではなく、束群を編んでまとめるか、または組み込むことにより形成される。ワイヤーレイロープは、ワイヤーロープと類似のやり方で作製され、撚られた束の各層は、一般に、中心軸の周りで同じ方向に巻かれる（撚られる）。平行ストランドロープは、編組または押出ジャケットにより一緒に保持される束群の集まりである。

10

【0012】

係留および重い物を持ち上げる用途において用いられるロープの成分纖維として、超高分子量ポリエチレン（UHMWPE）纖維などの高弾性率および高強度纖維が挙げられる。商品名DYNEEMA（登録商標）およびSPECTRA（登録商標）の纖維は、こうした纖維の例である。商品名VECTRAN（登録商標）で市販されている液晶芳香族ポリエステルなどの液晶ポリマー（LCP）纖維も、また、こうしたロープを構築するため用いられる。Kevlar（登録商標）纖維などのパラアラミド纖維も、同様に、またこうした用途における有用性を有する。

20

【0013】

これらのロープの耐用年数は、3つの機構の1つまたは複数によって損なわれる。纖維磨耗はそれら機構の1つである。この磨耗は、内部的な纖維対纖維の磨耗、または別の対象物に対する纖維の外部磨耗でありうる。磨耗は纖維を損傷し、それによって、ロープの寿命を縮める。LCP纖維は、特に、この損傷機構に敏感である。第2の機構は、磨耗の別の結果である。ロープがブーリ、またはドラムに対して張力下で曲げられる場合などで、ロープ纖維が使用中互いを磨り減らすと、熱が発生する。この内部熱は纖維を極めて弱くする。纖維は加速された伸び率を示すか、または荷重を受けて破断する（すなわち、クリープ破断する）ことが見られる。UHMWPE纖維はこの様式の損傷を受ける。別の機構は、ロープがブーリ、ドラム、または他の対象物上で引っ張られる場合のロープまたはロープの一部の圧縮の結果である。

30

【0014】

これらの問題に対応するための種々の解決策が開発してきた。これらの試みは、一般的に、纖維材料変化または構造変化を含む。新しくより強い纖維の使用は、多くの場合、ロープ寿命を改善するための方法として試験される。1つの解決策は、新規構造における複数種類の纖維の利用を含む。すなわち、2以上の種類の纖維が組み合わされてロープを作り出す。様々な種類の纖維を、それら種類の纖維の欠点を補償するために特定のやり方で組み合わせることができる。2以上の纖維の組合せが提供することができる特性利点の例には、（100%UHMWPEロープと違って）クリープおよびクリープ破断に対する改善された抵抗性、および（100%LCPロープと違って）自己磨耗に対する改善された抵抗性が挙げられる。しかし、すべてのこうしたロープは、なお、一部の用途において不適切に機能し、上述の3つの機構の1つまたは複数のせいで損傷する。

40

【0015】

ロープ性能は、大体において、ロープ、纖維の束を構築するために用いられる最も基本的な基礎単位の設計により決定される。この束は、様々な種類の纖維を包含することが可能である。束寿命を改善することは、一般に、ロープの寿命を改善する。この束は、上の特別丈夫なロープよりも要求の少ない用途において価値を有する。こうした用途には、

50

巻上げ、バーデリング、および緊締などが挙げられる。こうした繰返し応力用途において、繊維材料を組み合わせるための試みがなされてきた。例えば、UHMWPE 繊維およびLCP 繊維などの高強度繊維は、混ぜ合わされてより良い耐摩耗性を有するより大きな径のロープを作り出してきたが、しかし、それらは、なお、望ましいほど効果的でない。

【0016】

エレベータ用ロープの耐摩耗性は、高弾性率合成繊維を利用するか、1以上の束にポリテトラフルオロエチレン(PTFE)分散液を含浸させるか、または繊維をPTFE粉末により被覆することにより改善されてきた。一般的に、こうした被膜は比較的速く磨り減る。ロープまたは個々の束の外部に対してジャケットを提供することは、また、ロープ寿命を改善することが示してきた。しかし、ジャケットは、ロープに対する質量、大きさ、および剛性を付加する。

【0017】

繊維ガラスおよびPTFEは、ガラス繊維の寿命を延ばすために混ぜ合わされてきた。これらの繊維は布帛に織られてきた。得られる物品は、ガラス繊維単独に較べて優れた伸縮寿命および耐摩耗性を有する。熱融解性フッ素含有樹脂は、繊維、特に綿様材料繊維と組み合わされてきた。得られる繊維は改善された布帛を作り出すために用いられてきた。PTFE 繊維は、糸ようじ、および他の低荷重用途、しかし本明細書において記載される繰返し応力用途ではない用途において、他の繊維と組み合わせて用いられてきた。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0018】

つまり、ロープまたはケーブルの寿命を改善するための公知の試みのどれもが、曲げおよび高張力の両方を含む用途における十分な耐久性を提供してきていない。理想の解決策は、特別頑丈なロープおよび束などのより小径の構造体の両方に役立つであろう。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、フルオロポリマー繊維が約40質量%以下の量で存在する、少なくとも1つの高強度繊維および少なくとも1つのフルオロポリマー繊維を含む、繰返し応力用途用の複合束を提供する。

【0020】

30

好ましい実施形態において、高強度繊維は液晶ポリマーまたは超高分子量ポリエチレン、またはそれらの組合せである。

【0021】

フルオロポリマー繊維の好ましい質量%は、約35質量%以下、約30質量%以下、約25質量%以下、約20質量%以下、約15質量%以下、約10質量%以下、および約5質量%以下である。

【0022】

好ましくは、複合束は、少なくとも1.8、なおさらに好ましくは少なくとも3.8、およびなおさらに好ましくは少なくとも4.0の、磨耗試験後の破断強度比を有する。好ましくは、フルオロポリマー繊維はePTFE 繊維であって、そのePTFE 繊維はモノフィラメントまたはマルチフィラメントであってよく、それらのいずれも低または高密度であってよい。

【0023】

代替実施形態において、フルオロポリマー繊維は、二硫化モリブデン、グラファイト、または潤滑剤(炭化水素、またはシリコーン系流体)などの充填剤を含む。

【0024】

代替実施形態において、高強度繊維は、パラアラミド、液晶ポリエステル、ポリベンゾキサゾール(PBO)、高テナシティ金属、高テナシティ鉱物、または炭素繊維である。

【0025】

40

50

別の態様において、本発明は、纖維束中にフルオロポリマーの少なくとも1つのフィラメントを包含させる工程を含む、纖維束の強度を実質的に保持しながら繰返し応力用途における纖維束の磨耗または摩擦に関連する損耗を減少させる方法を提供する。

【0026】

他の態様において、本発明は、本発明の複合束製のロープ、ベルト、ネット、吊繩、ケーブル、織布、不織布、または管状織物を提供する。

【0027】

なお別の態様において、本発明は、撚り合わせおよび編組両方のロープ中の束または束群の表面、またはそれらの近くで低摩擦纖維を好ましい位置に配置することによって著しく高まった疲労性能を有する、高強度纖維を含むロープを提供する。この態様において、本発明は、束群のそれぞれが外面を有しかつ複数の高強度纖維を含んでなる、複数の束群を含むロープを提供し、該ロープは束群の1つの外面の少なくとも一部の周りに配置される少なくとも1つの低摩擦係数纖維を有する。好ましくは、束群の外面の少なくとも一部の周りに、複数の低摩擦係数纖維が配置される。低摩擦係数纖維には、フルオロポリマー（好ましくは延伸P T F E）、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、ポリトリフルオロエチレン、混合物、およびコポリマーが挙げられる。

【0028】

本発明は、また、ロープに用いるための、外面を有する束群であって、複数の高強度纖維、および束群の1つの外面の少なくとも一部の周りに配置される少なくとも1つの低摩擦係数纖維を有するものを提供する。

【0029】

最後に、本発明は、また、少なくとも1つの束群の周りに低摩擦係数纖維を配置する工程を含む、複数の束群を有するロープの製造方法を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明により作製されるロープの代表的な実施形態の分解立体図である。

【図2】耐摩耗性試験構成装備の説明図である。

【図3】耐摩耗性試験において用いられる、それ自体上に撚られる纖維試料の説明図である。

【図4】本発明の代表的な実施形態により作製されるロープの透視図である。

【図5】本発明の代表的な実施形態により作製されるロープの概略断面図である。

【図6】本発明の代表的な実施形態によりロープを製造するために用いられる格板（H o l l y B o a r d）の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

発明者らは、高強度纖維束に付加される比較的小さな質量パーセントのフルオロポリマー纖維が、耐摩耗性および使用寿命の驚くべき劇的な増加を生みだすことを見出してきた。

【0032】

繰返し応力用途で用いるロープ、ケーブル、および他の引張部材を形成するために用いられる高強度纖維には、商品名D Y N E E M A（登録商標）およびS P E C T R A（登録商標）纖維などの超高分子量ポリエチレン（U H M W P E）、商品名V E C T R A N（登録商標）で市販されているものなどの液晶ポリマー（L C P）纖維、他のL C A P、P B O、高性能アラミド纖維、K e v l a r（登録商標）纖維などのパラアラミド纖維、炭素纖維、ナイロン、およびスチールが挙げられる。一般的に海洋および他の重い物を持ち上げる用途でのロープ用に用いられる、U H M W P EおよびL C Pなどの、こうした纖維の組合せも含まれる。

【0033】

10

20

30

40

50

本発明の好ましい実施形態によりあらゆる上記繊維と組み合わせて用いられるフルオロポリマー繊維には、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)(延伸PTFE(ePTFE)および改質PTFEを含む)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、エチレンクロロトリフルオロエチレン(ECTFE)、エチレンテトラフルオロエチレン(ETFE)、またはパーフルオロアルコキシポリマー(PFA)が挙げられるがそれらに限定されない。フルオロポリマー繊維には、モノフィラメント繊維、マルチフィラメント繊維、または両方が含まれる。高および低密度のフルオロポリマー繊維を、両方とも本発明において用いることが可能である。

【0034】

フルオロポリマー繊維は、一般的に、高強度繊維よりも小さい強度を有するが、組み合わせ束の全体強度は、(複数の)フルオロポリマー繊維の付加(または高強度繊維の(複数の)フルオロポリマー繊維による置き換え)によってそれほど損なわれない。好ましくは、フルオロポリマー繊維の包含後10%未満の強度低下が観察される。

10

【0035】

フルオロポリマー繊維は、好ましくは、約40質量%未満のフルオロポリマー繊維が複合束中に存在するような量で高強度繊維と組み合わされる。さらに好ましい範囲として、約35%未満、約30%未満、約25%未満、約20%未満、約15%未満、約10%未満、約5%未満、および約1%が挙げられる。

【0036】

驚くことに、これらの低付加量においてさえ、わずかの(約10%未満)強度低下を伴うのみで、本発明の複合束は、耐摩耗性、従って使用寿命の劇的な増加を示す。一部のケースにおいて、磨耗試験後の破断強度比は以下に提供される実施例により示されるように4.0を超えており(表3を参照すること)。具体的には、以下の例1~4に実証されるように、所定の磨耗試験サイクル数後のPTFEおよび高強度繊維を含む繊維束の破断力は、高強度繊維単独のそれよりも劇的に高い。従って、PTFE繊維含有複合束についての磨耗速度は、PTFE繊維を欠く同じ構造体についての磨耗速度より低い。

20

【0037】

理論により限定される訳ではないが、複合束の改善された耐摩耗性をもたらすものは、フルオロポリマー繊維の潤滑性であると考えられる。この態様において、本発明は、ロープまたは繊維束に固形でツルツルした繊維を包含させることにより、そのロープまたは繊維束を滑らかにする方法を提供する。

30

【0038】

フルオロポリマー繊維は任意に充填剤を包含する。グラファイトなどの固形潤滑剤、ワックス、または炭化水素油またはシリコーン油様の流体潤滑剤でさえも、用いることが可能である。こうした充填剤は、フルオロポリマー繊維に対して、最終的にはロープ自体に対して付加的な好ましい特性を付与する。例えば、炭素で充填したPTFEは熱伝導度を改善し、繊維およびロープの耐熱性を改善するために有用である。これは、ロープ破損に対する寄与因子の1つであるロープ中の熱の蓄積を防止するか、または少なくともそれを遅らせる。グラファイトまたは他のツルツルした充填剤は、フルオロポリマー繊維を付加することにより実現される潤滑利点を高めるために用いることが可能である。

40

【0039】

あらゆる従来型の公知の方法は、フルオロポリマー繊維を高強度繊維と組み合わせるために用いることが可能である。特別な処理は全く必要とされない。繊維は混ぜるか、撚るか、編むか、または、特別の組合せ加工なしで単に一緒に共加工することが可能である。一般的に、繊維は、当業者に公知の従来型のロープ製造方法を用いて組み合わせられる。

【0040】

発明者らは、また、驚くことに、合成ロープへの低摩擦ポリマー繊維の付加が、耐用年数を大きく向上させるだけでなく、ロープ内の特定位置に配置された低摩擦ポリマー繊維、テープおよび/またはフィルムが、この耐用年数の増加の大きさに有意に影響を与えることも見出してきた。

50

【0041】

ロープ内の特定位置に特別注意せずにロープ内にフルオロポリマー繊維を組合せても耐用年数は向上するが、本発明者らは、ロープ構造内の特定位置に配置されたフルオロポリマーが、なおさらに寿命を向上させるための能力を提供することを見出してきた。

【0042】

特に図4に関して、本発明のこの態様の代表的な実施形態が示される。ロープ40はそれぞれが繊維束により形成される複数の束群41を含む。各束群41は、低摩擦係数繊維42、好ましくは延伸PTEにより包まれる。各束群41は図示実施形態において低摩擦係数繊維42により包まれるけれども、少なくとも1つの束群41がそのように包まれるという条件で、あらゆる数の束群41が本発明によってそのように包まれてもよい。あるいは、束それら自体を低摩擦係数繊維42により包むことが可能である。本発明のロープは、例えば、技術上公知の方法により図6に示されるものなどの栓板(Holly Board)を用いて作製することが可能である。

【0043】

理論により縛られようとは望まないが、耐用年数を向上させる上で、これらの低摩擦係数繊維を多くのやり方で利用することが可能に思われる。このことには、以下に限定されないが、重要なロープ成分の界面に低摩擦耐摩耗性表面を有効に提供することが含まれ、この低摩擦界面が重要である。一方で、低摩擦材料の形態は、この形態が臨界接触域における持続性を提供する限り重要でない。

【0044】

本明細書において包含される例は、フルオロポリマー繊維が低摩擦界面を構築するために用いることが可能であることを明示しているが、テープおよびフィルムなどのフルオロポリマーの他の形態も本発明の一部である。好ましい位置に配置できると共に、持続性能力のある低摩擦係数を有する他の高分子材料も、また、向上した疲労性能に対する効果的な手段として考えられる。適する低摩擦ポリマーとして、炭化水素ポリマー、ハロゲン含有ポリマー、フッ素含有ポリマー、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、ポリトリフルオロエチレン、混合物、およびコポリマーが挙げられるがそれらに限定されない。フッ化ポリマーが好ましく、ポリテトラフルオロエチレンが最も好ましい。ポリマーを繊維の長手方向に配向させることにより一般的に得られる強度を有する、上記ポリマーのうち最強の繊維は、高応力条件下で有効な持続性を有することが可能であり、従って、最も向上した疲労性能を提供する。これらのより強い繊維材料の例は、ゲルスパンポリエチレンおよび延伸ポリテトラフルオロエチレンに見出すことができる。本明細書において用いられる低摩擦係数繊維は、もう1つの方法としてコアシェル構造に形成されるか、またはそれ自体複合材料である。しかし、それは織布を除く(すなわち、繊維は織構造の一部ではない)。

【0045】

再度、理論により縛られようとは望まないが、重要な領域に配置される低摩擦材料は、熱生成を減少させるか、遅らせるか、または排除し、磨耗損傷を減少させるか、遅らせるか、または排除し、および熱および磨耗および剪断応力に伴って起こりうる高強度繊維およびロープ要素の強度の損失を減少させるか、遅らせるか、または排除するように機能することができる。アラミド繊維におけるように、敏感であることが知られているような高強度繊維における圧縮および剪断に起因する損傷の減少、遅延、または排除も、また、本発明に想定される効果である。

【0046】

摩擦の損傷効果が1つの束群の他に対する法線応力の大きさの関数であり、かつ要素間の接触面が増大するような法線応力に垂直方向で低摩擦材料が束群の形状の調整をもたらすことができるので、法線応力が低下して、摩擦の損傷効果はさらに調節される。

【0047】

これらの低摩擦材料に対する好ましい位置は、ロープに応力がかかるかまたは曲げられ

10

20

30

40

50

る場合に、互いに接触し、互いに対して動くかまたは滑るロープ内の要素間の界面である。

【0048】

これらの要素は、纖維が互いに対して動くことが可能である纖維レベルから出発し、束が互いに対して動くことが可能である束レベル、束群が互いに対して動くことが可能である束群レベル、および、ロープが交差した状態でそれ自体に対して、またはロープ系中で他のロープに対して動くことが可能であるロープ自体までの、ロープ構造内の階層的枠組み中で規定される。

【0049】

寿命を向上させるために必要とされるこの低摩擦纖維、テープおよび／またはフィルムの量が、ロープの体積または質量に対して最小限であるため、低摩擦ポリマーは、初期ロープ強度に事前に寄与するような高強度または高弾性率を有している必要はなく、過去においてロープ成分纖維の選択を極高強度纖維からの選択に限ってきた制約を有する必要はない。驚くことに、高強度纖維と考えられない纖維を、疲労性能を改善するために用いることが可能である。重要な位置に低摩擦ポリマーを配置して作り出される低摩擦滑り要素は、ロープの引張強度が、一部の高強度成分を低強度纖維および成分と置き換えた場合に予想される引張強度よりも一般的に高くなるように、荷重をより良く分担することができる。

【0050】

ロープ性能は、歴史的に、纖維、束、束群、またはロープレベルで適用される被膜の使用により調整してきた。耐摩耗性のために配合された被膜が報告されている。多くのこれら被膜は、より少ない磨耗損傷で曲がることを容易にする潤滑剤として機能することにより、磨耗損傷を減少させると思われる。これらの被膜は、ロープ製造の前、間、または後に液体または粉末形態で適用される。こうした塗料は、特に曲げ用途において、ロープ性能および寿命の有意な向上のための可能性を有して、本発明と協同して機能すると予想される。本発明のロープは、深海のハードウェア配達システムにおいて特に有用である。

【実施例】

【0051】

以下に示される実施例において、耐摩耗性および使用寿命について種々の纖維束を用いて試験を行う。結果は、当業者により理解されるように、本発明の束から構築されるロープにおいて見られる効果を示す。

【0052】

詳細には、耐摩耗性を実証するために磨耗速度を用いる。（本発明のフルオロポリマー纖維の組合せありおよびなしの）纖維束が破損するまでサイクル試験する一部の例により使用寿命を実証する。結果を破損に至るまでのサイクル数として報告する。試験のさらなる詳細を以下に提供する。

【0053】

試験方法

単位長さ当たりの質量および引張強度測定

それぞれ個々の纖維の単位長さ当たりの質量を、デンバーインスツルメンツ（D en v e r I n s t r u m e n t s . I n c . ）モデル A A 1 6 0 化学天秤を用いて、纖維の 9 m 長試料の重さを測定し、グラム表示の質量を 1 0 0 0 倍し、それによってデニール単位で結果を表すことにより測定した。例 6 a および 6 b を除いて、すべての引張試験を、ゲージ長さ 3 5 0 m m およびクロスヘッド速度 3 3 0 m m / 分を用いる空気ファイバーグリップを備えた引張試験機（U S T E R (登録商標) T E N S O R A P I D 4 、スイス、ウスターのツエルベガーウスター（Z e l l w e g e r U s t e r ））を用いて周辺温度で行った。歪速度は、その結果、9 4 . 3 % / 分であった。例 6 a および 6 b に対して、引張試験を、再度ゲージ長さ 3 5 0 m m およびクロスヘッド速度 3 3 0 m m / 分を用いる空気 U 字型ファイバーグリップを備えた I N S T R O N 5 5 6 7 引張試験機（マサチューセッツ州、カントン）を用いて周辺温度で行い、その結果、歪速度は 9 4 . 3 % / 分であ

10

20

30

40

50

った。纖維の破断強度を意味するピーク力を記録した。4試料を試験し、それらの平均破断強度を計算した。g / dで表される個々の纖維試料の平均テナシティを、グラムで表される平均破断強度を個々の纖維のデニール値で割ることにより計算した。複合束または束群を試験する場合において、これら試料の平均テナシティを、複合束または束群の平均破断強度（単位グラム）を複合束または束群の長さ当りの質量値（デニール単位で表される）で割ることにより計算した。複合束または束群のデニール値を、試料の質量を測定することによるか、または試料の個々の成分のデニール値を合計することにより測定することができる。

【0054】

密度測定

纖維密度を以下の技術を用いて測定した。纖維体積を一定長さの纖維の平均厚さおよび幅の値から計算し、密度を纖維体積および纖維質量から計算した。2メートル長の纖維をA & D F R - 300はかり上に置き、質量をグラム（C）で書き留めた。次に、纖維試料の厚さを、A M E S（米国、マサチューセッツ州ウォルサム）モデルL G 3600厚さゲージを用いて、纖維に沿って3点で測定した。纖維の幅を、また、ニューヨーク州、ガーデンシティのエーレンライヒ・フォート・オプティカル（E h r e n r e i c h P h o t o O p t i c a l I n d . I n c . ）から市販されているL P - 6形状プロジェクター（P r o f i l e P r o j e c t o r ）を用いて同じ纖維試料に沿って3点で測定した。次に、厚さおよび幅の平均値を計算し、纖維試料の体積（D）を決定した。纖維試料の密度を以下のように計算した：纖維試料密度（g / c c ）= C / D。

【0055】

耐摩耗性測定

磨耗試験の出典は、A S T M規格試験法、W e t a n d D r y Y a r n - o n - Y a r n A b r a s i o n R e s i s t a n c e (D e s i g n a t i o n D 6 6 1 1 - 0 0)である。この試験法を、ロープの構築において、特に海環境での使用を意図したロープにおいて用いられる糸の試験に適用する。

【0056】

垂直枠24上に配置される3組のブーリ21、22、23を有する試験装置を図2に示す。ブーリ21、22、23は22.5mm径であった。上部ブーリ21、23の中心線を140mm離した。下部ブーリ22の中心線は、上部ブーリ21、23中心線を結ぶ水平線下254mmにあった。モーター25およびクランク26を図2に示すように位置付けた。プッシング28を通してモーター駆動クランク26により駆動される延長ロッド27を、ロッド27が各サイクルの間前後に動く際に、試験試料30を距離50.8mm移動させるように用いた。サイクルは前進および後退ストロークを含んだ。デジタルカウンタ（示されていない）はサイクル数を記録した。クランク速度は65～100サイクル/分の範囲内で調整可能であった。

【0057】

（中に種々の重さを追加できるプラスチック容器の形態にある）おもり31を、試験試料30の平均破断強度の1.5%に相当する規定された張力をかけるために、試料30の一端に結びつけた。張力がかからない間、図2に従って、第3ブーリ23の上、第2ブーリ22の下、次に第1ブーリ21の上に試料30を通した。次に、図に示されるようにおもり31を吊るすことにより、試料30に張力をかけた。次に、モータークランク26に取り付けられた延長ロッド27に、試料30の他端を貼付した。ロッド27は、あらかじめストロークの最高点に位置させてあり、それによって、張力を提供するおもり31を試験前に最大高さに確実に位置させた。最大高さは、一般的に、第3ブーリ23の中心線下6～8cmであった。試験中の滑りを防ぐために、纖維試料30を、延長ロッド27およびおもり31にしっかりと確実に取り付けるように気を付けた。

【0058】

次に、なお張力下の間、第2の低いブーリ22から試験試料30を注意深く外した。約27mm径のシリンダ（示されていない）を、試料30により形成されるクレードル（c

radle) の中に置き、次に、試料 30 に半巻きをもたらすために右に 180° 回転させた。シリンドラをさらに 180° 右に回転させて完全な 360° 巻きを完成させた。望ましい巻き数を達成するまで 180° 増分の撚りを続けた。次に、試料 30 がなお張力下にある間に、シリンドラを注意深く取り外し、試料 30 を第 2 ブーリ 22 周りに戻した。一例として、纖維試料 30 に対する 3 完全巻き (3 × 360°) を図 3 に示す。巻いている間の撚り方向からの唯一のずれは、撚りマルチフィラメントである試料のケースにおいて起こるであろう。この場合に、この撚り方向の向きは、マルチフィラメント纖維の固有の撚りと同じ方向にあらねばならない。

【0059】

試験試料がフルオロポリマーの少なくとも 1 つの纖維を含む 2 以上の個々の纖維からなる試験において、以下の修正手順を続けた。試験試料をおもりに固定した後、(複数の)フルオロポリマー纖維を、撚ることなく他の纖維の隣に平行して置いた。特記のない限り、(複数の)フルオロポリマー纖維を、常に作業者の最も近くに置いた。纖維を巻くためのその後の手順は、その他の点で、上で概説したものと同じであった。

10

【0060】

一旦試験設定が完了すると、サイクルカウンタをゼロにセットし、クランク速度を望ましい速度に調整し、ギアモータを始動した。望ましいサイクル数を達成した後、ギアモータを停止し、磨耗した試験試料をおもりおよび延長ロッドから取り外した。各試験を 4 回行った。

【0061】

20

次に、磨耗した試験試料について破断強度に関する引張試験を行い、結果を平均した。纖維または複合束試料の平均破断強度値および単位長当たりの全体質量値を用いて、平均テナシティを計算した。

【0062】

1 つの例において、纖維または複合束が適用張力下で完全に破断されるまで、磨耗試験を続けた。サイクル数を試料破損までのサイクル数として記録した。この例においては、3 試料を試験して破損までの平均サイクル数を計算した。

【0063】

デニール試験：

纖維デニールを、デンバーインスツルメンツのモデル AA 160 化学天秤を用いて、纖維の 9 m 長試料の重さを測定し、グラム表示の質量を 1000 倍することにより決定した。

30

【0064】

纖維引張試験およびテナシティ計算：

ゲージ長さ 350 mm およびクロスヘッド速度 330 mm / 分を用いる空気ファイバーグリップを備えた引張試験機 (USTER (登録商標) TENSORAPID 4、スイス、ウスターのツエルベガーウスター) を用いて周辺温度で、試験を行った。纖維の破断強度を意味するピーク力を記録した。4 試料を試験し、それらの平均破断強度を計算した。g / d で表される個々の纖維試料の平均テナシティを、グラムで表される平均破断強度を個々の纖維のデニール値で割ることにより計算した。

40

【0065】

ロープ引張試験：

撚られた対照ロープ用の破断強度試験を、水圧引張試験機を用いて行った。3 つの試料について、連続して 2 インチ / 分クロスヘッド速度で 20,000 ポンドに 5 回、試料をあらかじめ処理した後、2.15 インチ / 分伸長速度を用いて破断試験を行った。試料ゲージ長は 128 インチ長であった。試料をスプライスにより継いだ。報告する破断強度は 3 つの試験片に対する平均値である。

【0066】

組紐試料の破断強度を、水圧引張試験機を用いて試験した。各ロープの 3 つの試料を、10 秒間にわたり 10 回破断荷重の半分にサイクリングした後、10 インチ / 分伸長速度

50

を用いて試験した。破断試験用の試料を、2インチピンと埋込尾部を有する13インチの二重縫いスプライスを用いて固定し、それらは平均して200インチ長であった。報告する破断強度は3つの試験片の平均値である。

【0067】

密度測定

纖維密度を以下の手法を用いて測定した。纖維体積を一定長さの纖維の平均厚さおよび幅の値から計算し、密度を纖維体積および纖維質量から計算した。2メートル長の纖維をA & D F R - 300はかり上に置き、質量をグラム(C)で書き留めた。次に、纖維試料の厚さを、AMES(米国、マサチューセッツ州ウォルサム)モデルL G 3600厚さゲージを用いて、纖維に沿って3点で測定した。纖維の幅を、また、ニューヨーク州、ガーデンシティのエーレンライヒ・フォート・オプティカルから市販されているL P - 6形形状プロジェクトを用いて同じ纖維試料に沿って3点で測定した。次に、厚さおよび幅の平均値を計算し、纖維試料の体積(D)を決定した。纖維試料の密度を以下のように計算した：纖維試料密度(g/cc) = C / D。

【0068】

例1

単一ePTFE纖維を、単一液晶ポリマー(LCP)纖維(Vectran(登録商標))、ノースカロライナ州、シャーロットのセラニーズアセテート(Celanese Acetate LLC)と組み合わせ、前述の磨耗試験にかけた。この試験からの結果を、単一LCP纖維の試験からの結果と比較した。

【0069】

ePTFEモノフィラメント纖維を入手した(HT400d Rastex(登録商標))纖維、メリーランド州、エルクトンのW.L.ゴア・アンド・アソシエーツ(W.L.Gore and Associates, Inc.)。この纖維は以下の特性を有した：単位長当たり質量425d、破断力2.29kg、テナシティ5.38g/d、および密度1.78g/cc。LCP纖維は1567dの単位長当たり質量、34.55kgの破断力、および22.0g/dのテナシティを有した。

【0070】

2種類の纖維を、それらが相互に隣接するようにそれらを単に保持することにより組み合わせた。すなわち、撚りまたは他の巻き込み手段を全く適用しなかった。組み合わせた時のこれら2つの纖維の質量%は、LCP79%、ePTFE21%であった。複合束の単位長当たりの質量は、1992dであった。複合束の破断力は、33.87kgであった。複合束のテナシティは、17.0g/dであった。LCPへの単一ePTFE纖維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+27%、-2%、および-23%分変えた。ePTFEモノフィラメント纖維の付加に関連する破断力の減少が、纖維強度のばらつきのせいであったことに注意する。

【0071】

これらの纖維特性、ならびに例2～8において用いられるすべての纖維の特性を表1に示す。

【0072】

単一LCP纖維について、前述の手順に従って耐摩耗性の試験を行った。5回の完全巻きを纖維に適用した。張力518g(これはLCP纖維の破断力の1.5%に相当した)下、100サイクル/分で試験を行った。

【0073】

単一LCP纖維およびePTFEモノフィラメント纖維の複合束について、また、同じやり方で耐摩耗性の試験を行った。5回の完全巻きを複合束に適用した。100サイクル/分、張力508g(これは纖維組合せの破断力の1.5%に相当した)下で試験を行った。

【0074】

磨耗試験を1500サイクル走らせ、その点から後、試験試料についてそれらの破断力

10

20

30

40

50

を測定するために引張試験を行った。複合束およびLCP繊維は、それぞれ、磨耗後26.38kgおよび13.21kgの破断力を示した。単一LCP繊維への単一PTFEモノフィラメント繊維の付加は、磨耗後破断力を100%分増大させた。従って、単一ePTFEモノフィラメント繊維の付加は、試験前に-2%分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、100%分高い破断力をもたらした。

【0075】

破断力の減少を、磨耗試験の終わりでの破断強度と初期破断強度との商により計算した。磨耗速度を、試料の破断力の減少と磨耗試験サイクル数との商として計算した。LCP繊維単独、およびLCP繊維とePTFEモノフィラメント繊維の複合材料に対する磨耗速度は、それぞれ、14.2g/サイクルおよび5.0g/サイクルであった。

10

【0076】

この例に対する試験条件および試験結果、ならびに他の例のすべて(例2~8)に対する試験条件および試験結果は、それぞれ表2および3に載せられる。

【0077】

例2A

単一ePTFEモノフィラメント繊維を、単一超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)繊維(Dyneema(登録商標)繊維、オランダ、ヘーレンのDSM)と組み合わせた。前述のように磨耗試験を行った。複合束試験結果を、単一UHMWPE繊維の試験からの結果と比較した。

【0078】

例1において作製され記載されたePTFEモノフィラメント繊維を入手した。二種類の繊維を、それらが相互に隣接するようにそれらを簡単に保持することにより組み合わせた。すなわち、撚りまたは他の巻き込み手段を全く適用しなかった。組み合わせた時のこれら2つの繊維の質量%は、UHMWPE 79%、ePTFE 21%であった。UHMWPEおよび複合束の単位長当たりの質量は、それぞれ、1581dおよび2006dであった。UHMWPEおよび複合束の破断力は、それぞれ、50.80kgおよび51.67kgであった。UHMWPEおよび複合束のテナシティは、それぞれ、32.1g/dおよび25.7g/dであった。UHMWPE繊維へのePTFE繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+27%、+2%、および-20%分変えた。

20

【0079】

単一UHMWPE繊維について、前述の手順に従って耐摩耗性の試験を行った。3回の完全巻きを繊維に適用した。張力762g(これはUHMWPE繊維の破断力の1.5%に相当した)下、65サイクル/分で試験を行った。

【0080】

UHMWPE繊維およびePTFEモノフィラメント繊維の組合せについて、また同じやり方で耐摩耗性の試験を行った。3回の完全巻きを繊維の組合せに適用した。65サイクル/分、張力775g(これは繊維組合せの破断力の1.5%に相当した)下で試験を行った。

【0081】

磨耗試験を500サイクル走らせ、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束およびUHMWPE繊維は、それぞれ、磨耗後42.29kgおよび10.90kgの破断力を示した。UHMWPE繊維へのePTFEモノフィラメント繊維の付加は、磨耗後破断力を288%分増大させた。従って、単一ePTFE繊維の付加は、試験前に2%分破断力を増大させ、磨耗試験が完了すると、288%分高い破断力をもたらした。UHMWPE繊維単独、およびUHMWPE繊維とePTFEモノフィラメント繊維の複合材料に対する磨耗速度は、それぞれ、79.8g/サイクルおよび18.8g/サイクルであった。

30

【0082】

例2B

40

50

e P T F E 繊維とU H M W P E 繊維の組合せを作り出し、この場合にe P T F E 繊維がマルチフィラメント繊維であることを除いて、例2aに記載されるように試験を行った。ピン歯車を用いて400dのe P T F E モノフィラメント繊維を引っ張ってマルチフィラメントe P T F E 繊維を作り出した。マルチフィラメント繊維は以下の特性を有した：単位長当たり質量405d、破断力1.18kg、テナシティ2.90g/d、および密度0.72g/cc。

【0083】

例2aにおいて記載されるように、1つのマルチフィラメントe P T F E 繊維を1つのU H M W P E 繊維と組み合わせた。U H M W P E 繊維に対する特性および試験結果は例2aに示されている。複合束は、U H M W P E 80質量%およびe P T F E 20質量%からなった。

10

【0084】

複合束の単位長当たりの質量は1986dであった。複合束の破断力は50.35kgであった。複合束のテナシティは25.4g/dであった。U H M W P E 繊維へのe P T F E 繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+26%、-1%、および-21%分変えた。

【0085】

U H M W P E 繊維とe P T F E マルチフィラメント繊維の組合せについて、例2aにおけるように、3回の完全巻きおよび65サイクル/分を用いて張力755g（これは繊維組合せの破壊力の1.5%に相当した）下で耐摩耗性の試験を行った。磨耗試験を再度500サイクル分走らせた。複合e P T F E - U H M W P E 束に対する磨耗後の破断力は41.37kgであった。U H M W P E 繊維へのe P T F E マルチフィラメント繊維の付加は、磨耗後破断力を280%分増大させた。従って、単一e P T F E 繊維の付加は、試験前に-1%分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、280%分高い破断力をもたらした。複合束に対する磨耗速度は18.0g/サイクルであった。

20

【0086】

例3

e P T F E モノフィラメント繊維を、撚りパラアラミド繊維（Kevlar（登録商標）繊維、デラウェア州、威尔ミントンのデュポン（E.I.DuPont de Nemours, Inc.））と組み合わせ、磨耗試験にかけた。この試験からの結果を、単一パラアラミド繊維の試験からの結果と比較した。

30

【0087】

e P T F E モノフィラメント繊維は、例1に記載されるものと同じであった。e P T F E モノフィラメント繊維に対する特性および試験結果は、例1に示されている。パラアラミド繊維は、2027dの単位長当たり質量、40.36kgの破断力、および19.9g/dのテナシティを有した。

【0088】

例1において記載されるように2種類の繊維を組み合わせ、パラアラミド83質量%およびe P T F E モノフィラメント17質量%からなる複合束を生成した。複合束の単位長当たりの質量は2452dであった。複合束の破断力は40.41kgであった。複合束のテナシティは16.7g/dであった。パラアラミドへの単一e P T F E 繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+21%、+0%、および-16%分変えた。

40

【0089】

単一パラアラミド繊維について、前述の手順に従って耐摩耗性の試験を行った。パラアラミド繊維の撚りのせいで、巻き方向が、パラアラミド繊維の固有の撚りと同じ方向であって、この場合は他の例の逆であったことに注意すべきである。3回の完全巻きを繊維に適用した。張力605g（これはパラアラミド繊維の破断力の1.5%に相当した）下、65サイクル/分で試験を行った。

【0090】

50

パラアラミド繊維とe P T F Eモノフィラメント繊維の組合せについて、また同じやり方で耐摩耗性の試験を行った。3回の完全巻きを繊維の組合せに適用した。65サイクル/分、張力606g（これは繊維組合せの破壊力の1.5%に相当した）下で試験を行った。

【0091】

磨耗試験を400サイクル走らせ、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束およびパラアラミド繊維は、それぞれ、磨耗後17.40kgおよび9.29kgの破断力を示した。パラアラミド繊維へのe P T F Eモノフィラメント繊維の付加は、磨耗後破断力を87%分増大させた。従って、単一e P T F E繊維の付加は、試験前に0%分破断力を増大させ、磨耗試験が完了すると、87%分高い破断力をもたらした。パラアラミド繊維単独、およびパラアラミド繊維とe P T F Eモノフィラメント繊維の複合材料に対する磨耗速度は、それぞれ、77.7g/サイクルおよび57.5g/サイクルであった。

【0092】

例4

单一グラファイト充填e P T F E繊維を、単一超高分子量ポリエチレン（UHMWPE）繊維（Dyneema（登録商標）繊維）と組み合わせ、磨耗試験にかけた。この試験からの結果を、単一UHMWPE繊維の試験からの結果と比較した。

【0093】

グラファイト充填e P T F Eモノフィラメント繊維を、マイナー（Minor）らに対する米国特許第5,262,234号明細書の教示に従って作製した。この繊維は以下の特性を有した：単位長当たり質量475d、破断力0.98kg、テナシティ2.07g/d、および密度0.94g/cc。UHMWPE繊維に対する特性および試験結果は例2aに示されている。

【0094】

例1におけるものと同じやり方で、二種類の繊維を組み合わせた。組み合わせた時のこれら2つの繊維の質量%は、UHMWPE77%およびグラファイト充填e P T F E23%であった。UHMWPEおよび複合束の単位長当たりの質量は、それぞれ、1581dおよび2056dであった。複合束の破断力は49.35kgであった。複合束のテナシティは24.0g/dであった。UHMWPE繊維へのグラファイト充填e P T F E繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+30%、-3%、および-25%分変えた。

【0095】

UHMWPE繊維とグラファイト充填e P T F Eモノフィラメント繊維の組合せについて、耐摩耗性の試験を行った。3回の完全巻きを繊維の組合せに適用した。65サイクル/分、張力740g（これは繊維組合せ破断力の1.5%に相当した）下で試験を行った。UHMWPE繊維に対する磨耗試験結果は例2aに示されている。

【0096】

磨耗試験を500サイクル走らせ、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束は、磨耗後36.73kgの破断力を示した。UHMWPE繊維へのグラファイト充填モノフィラメントe P T F Eの付加は、磨耗後破断力を237%分増大させた。従って、e P T F Eモノフィラメント繊維の付加は、試験前に-3%分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、237%分高い破断力をもたらした。単一UHMWPE繊維単独、および単一UHMWPE繊維と单一グラファイト充填e P T F Eモノフィラメント繊維の複合束に対する磨耗速度は、それぞれ、79.8g/サイクルおよび25.2g/サイクルであった。

【0097】

例5

3種類の繊維、UHMWPE、LCP、およびe P T F Eモノフィラメント繊維を組み合わせて複合束を形成した。これらの繊維は例1および2aにおいて報告されるものと同

10

20

30

40

50

じ特性を有する。それぞれの種類の纖維のストランド数および質量%は以下のとおりであった：UHMWPEに対して1および40%、LCPに対して1および39%、およびePTFEモノフィラメントに対して2および21%。

【0098】

この複合束、ならびにUHMWPEおよびLCP纖維のそれぞれ1つのストランドを含む複合束に対する引張および磨耗試験を行った。2纖維型および3纖維型構造体に対する長さ当り質量、破断力、およびテナシティは、それぞれ、3148dおよび3998d、73.64kgおよび75.09kg、ならびに23.4g/dおよび18.8g/dであった。

【0099】

磨耗試験条件は、この試験が一定数のサイクルに達した時に終わるのではなく、試料が破損するとすぐに終わり、かつ各構造体に対して3回（4回ではない）試験を行うことを除いて、前述のものと同じであった。磨耗試験機の中で纖維を以下のやり方で並べて置いた：LCP纖維、PTFE纖維、UHMWPE纖維、PTFE纖維で、LCP纖維を作業者から最も遠くに置き、PTFE纖維を作業者に最も近く置いた。破損を複合束の全破壊として定義した。磨耗試験に対して、4回の完全巻きを複合束に適用した。試験を65サイクル/分で行った。適用張力は、UHMWPEとLCP纖維のみの複合材料に対して1105gであり、全てを含む3纖維型の複合材料に対しては1126gであった。両方の試験における張力は纖維組合せ破断力の1.5%に相当した。

【0100】

破損に至る平均サイクル数を3回の磨耗試験結果から計算した。UHMWPEとLCP纖維のみの複合束に対して1263サイクルで破損が起こると共に、全てを含む3纖維型の複合束に対して2761サイクルで破損が起こった。

【0101】

1つのUHMWPE纖維と1つのLCP纖維の組合せへのePTFEモノフィラメント纖維の付加は、単位長当り質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+27%、+2%、および-20%分変えた。ePTFE纖維の付加は、破損へのサイクル数を+119%分増大させた。

【0102】

例6

例2aにおいて記載される方法および纖維を用いて、2つの追加複合束を構築した。これら2つの複合束を、ePTFEモノフィラメントおよびUHMWPE纖維成分の質量%が異なる2種類となるよう設計した。

【0103】

6a)

单一ePTFE纖維を、3つのUHMWPE纖維と組み合わせ、磨耗試験にかけた。ePTFE纖維およびUHMWPE纖維の質量%は、それぞれ、8%および92%であった。3つのUHMWPE纖維および複合束の単位長当りの質量は、それぞれ、4743dおよび5168dであった。3つのUHMWPE纖維および複合束の破断力は、それぞれ、124.44kgおよび120.63kgであった。3つのUHMWPE纖維および複合束のテナシティは、それぞれ、26.2g/dおよび23.3g/dであった。3つのUHMWPE纖維へのePTFE纖維の付加は、単位長当り質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+9%、-3%、および-11%分変えた。

【0104】

磨耗試験に対して、2回の完全巻きを試験試料に適用した。65サイクル/分で、および3つのUHMWPE纖維単独、および3つのUHMWPE纖維と单一ePTFE纖維の複合束に対して、それぞれ、1867gおよび1810gの張力（これらの張力は試験試料の破断力の1.5%に相当した）下で試験を行った。

【0105】

600サイクルにわたり磨耗試験を行い、その点から後、試験試料についてそれらの破

10

20

30

40

50

断力を測定するために引張試験を行った。複合束および3つのUHMWPE繊維は、それぞれ、磨耗後99.07kgおよび23.90kgの破断力を示した。従って、3つのUHMWPE繊維への単一ePTFE繊維の付加は、試験前に-3%分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、314%分高い破断力をもたらした。単一ePTFEモノフィラメント繊維なしおよびありでの3つのUHMWPE繊維の複合材料に対する磨耗速度は、それぞれ、167.6g/サイクルおよび35.9g/サイクルであった。

【0106】

6 b)

5つのePTFE繊維を、3つのUHMWPE繊維と組み合わせ、磨耗試験にかけた。ePTFE繊維およびUHMWPE繊維の質量%は、それぞれ31%および69%であった。3つのUHMWPE繊維および複合束の単位長当たりの質量は、それぞれ、4743dおよび6868dであった。3つのUHMWPE繊維および複合束の破断力は、それぞれ、124.44kgおよび122.53kgであった。3つのUHMWPE繊維および複合束のテナシティは、それぞれ、26.2g/dおよび19.0g/dであった。3つのUHMWPE繊維への5つのePTFE繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+45%、-2%、および-27%分変えた。

【0107】

磨耗試験に対して、2回の完全巻きを試験試料に適用した。65サイクル/分で、および3つのUHMWPE繊維単独、および3つのUHMWPE繊維と5つのePTFE繊維の複合材料に対して、それぞれ1867gおよび1838gの張力（これらの張力は試験試料の破断力の1.5%に相当した）下で試験を行った。

【0108】

600サイクルにわたり磨耗試験を行い、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束は、磨耗後100.49kgの破断力を示した。従って、5つのePTFE繊維の付加は、試験前に-2%分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、320%分高い破断力をもたらした。5つのePTFEモノフィラメント繊維なしおよびありでの3つのUHMWPE繊維の複合材料に対する磨耗速度は、それぞれ、167.6g/サイクルおよび36.7g/サイクルであった。

【0109】

例7

例2aにおいて記載される方法およびUHMWPE繊維を用いて、別の複合束を構築した。この例において、より低い密度のePTFEモノフィラメント繊維を用いた。この繊維を米国特許第6,539,951号明細書の教示に従って製造すると共に、この繊維は以下の特性を有した：単位長当たり質量973d、破断力2.22kg、テナシティ2.29g/d、および密度0.51g/cc。

【0110】

両方の種類の繊維の単一繊維を、例2において記載されるように組み合わせた。組み合わせた時のこれら2つの繊維の質量%は、UHMWPE 62%、ePTFE 38%であった。複合束の単位長当たりの質量は2554dであった。複合束の破断力は49.26kgであった。複合束のテナシティは19.3g/dであった。UHMWPE繊維への単一ePTFE繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+62%、-3%、および-40%分変えた。

【0111】

単一UHMWPE繊維の磨耗試験の試験方法および結果は、例2aに報告した。UHMWPE繊維と低密度ePTFEモノフィラメント繊維の複合材料についても、また、同じやり方で耐摩耗性試験を行った。3回の完全巻きを複合束に適用した。65サイクル/分、張力739g（これは繊維組合せ破断力の1.5%に相当した）下で試験を行った。

【0112】

磨耗試験を500サイクル走らせ、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束およびUHMWPE繊維は、それぞれ、磨耗後

10

20

30

40

50

44.26 kg および 10.9 kg の破断力を示した。従って、単一 e P T F E 繊維の付加は、試験前に - 3 % 分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、306 % 分高い破断力をもたらした。UHMWPE 繊維単独、および UHMWPE 繊維と低密度 e P T F E モノフィラメント繊維の複合束に対する磨耗速度は、それぞれ、79.80 g / サイクルおよび 10.00 g / サイクルであった。

【0113】

例 8

例 2 において記載される方法および UHMWPE 繊維を用いて、別の複合束を構築した。この例において、マトリクス - スパン P T F E マルチフィラメント繊維（デラウェア州、ウイルミントンのデュポン）を用いた。この繊維は以下の特性を有した：単位長当たり質量 407 d、破断力 0.64 kg、テナシティ 1.59 g / d、および密度 1.07 g / c c。 10

【0114】

両方の種類の繊維の単一繊維を、例 2 において記載されるように組み合わせた。組み合わせた時のこれら 2 つの繊維の質量 % は、UHMWPE 80 %、P T F E 20 % であった。複合束の単位長当たりの質量は 1988 d であった。複合束の破断力は 49.51 kg であった。複合束のテナシティは 24.9 g / d であった。UHMWPE 繊維への単一 P T F E 繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+ 26 %、- 2 %、および - 22 % 分変えた。 20

【0115】

単一 UHMWPE 繊維の磨耗試験の試験方法および結果は、例 2 a に報告した。UHMWPE 繊維と P T F E マルチフィラメント繊維の複合束についても、また同じやり方で耐摩耗性試験を行った。3 回の完全巻きを複合束に適用した。65 サイクル / 分、張力 743 g（これは繊維組合せ破断力の 1.5 % に相当した）下で試験を行った。 20

【0116】

磨耗試験を 500 サイクル行い、その点から後、試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束および UHMWPE 繊維は、それぞれ、磨耗後 39.64 kg および 10.9 kg の破断力を示した。従って、単一 P T F E 繊維の付加は、試験前に - 2 % 分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、264 % 分高い破断力をもたらした。UHMWPE 繊維単独、および UHMWPE 繊維と P T F E マルチフィラメント繊維の複合束に対する磨耗速度は、それぞれ、79.80 g / サイクルおよび 19.74 g / サイクルであった。 30

【0117】

例 9

例 2 において記載される方法および UHMWPE 繊維を用いて、別の複合束を構築した。この例において、E T F E（エチレン - テトラフルオロエチレン）マルチフィラメントフルオロポリマー繊維（デラウェア州、ウイルミントンのデュポンから市販されている）を用いた。この繊維は以下の特性を有した：単位長当たり質量 417 d、破断力 1.10 kg、テナシティ 2.64 g / d、および密度 1.64 g / c c。 40

【0118】

両方の種類の繊維の単一繊維を、例 2 において記載されるように組み合わせた。組み合わせた時のこれら 2 つの繊維の質量 % は、UHMWPE 79 %、E T F E 21 % であった。複合束の単位長当たりの質量は 1998 d であった。複合束の破断力は 50.44 kg であった。複合束のテナシティは 25.2 g / d であった。UHMWPE への単一 E T F E 繊維の付加は、単位長当たり質量、破断力、およびテナシティを、それぞれ、+ 26 %、- 1 %、および - 21 % 分変えた。 40

【0119】

単一 UHMWPE 繊維の磨耗試験の試験方法および結果は、例 2 a に報告した。UHMWPE 繊維と E T F E マルチフィラメントフルオロポリマー繊維の複合束についても、また同じやり方で耐摩耗性試験を行った。3 回の完全巻きを複合束に適用した。65 サイクル / 分、張力 743 g（これは繊維組合せ破断力の 1.5 % に相当した）下で試験を行った。 50

ル／分、張力 757 g (これは纖維組合せの破断力の 1.5 % に相当した) 下で試験を行った。

【0120】

磨耗試験を 500 サイクル走らせ、その点から後、磨耗した試験試料についてそれらの破断力を測定するために引張試験を行った。複合束および UHMWPE 繊維は、それぞれ、磨耗後 27.87 kg および 10.9 kg の破断力を示した。従って、単一 ETE マルチフィラメント繊維の付加は、試験前に -1 % 分破断力を変え、磨耗試験が完了すると、156 % 分高い破断力をもたらした。UHMWPE 繊維単独、および UHMWPE 繊維と ETE マルチフィラメント繊維の複合束に対する磨耗速度は、それぞれ、79.80 g / サイクルおよび 45.14 g / サイクルであった。

10

【0121】

要約すれば、上記例は本発明の一部の実施形態を実証するものであり、具体的には：

- ・ 例 1 ~ 3 は、単一 ePTFE 繊維の、3 種類の主な高強度繊維のそれぞれの単一繊維との組合せを実証する；
- ・ 例 2 は、また、モノフィラメントおよびマルチフィラメント ePTFE 繊維を比較する；
- ・ 例 4 は、グラファイト充填 ePTFE モノフィラメント繊維を単一 UHMWPE 繊維と組み合わせる効果を実証する；
- ・ 例 5 は、ロープを作製する上で用いられる 3 繊維型構造体の性能を実証する；磨耗試験を破損まで行った。
- ・ 例 6 は、2 繊維型構造体中のモノフィラメント ePTFE 繊維の量を変える効果を実証する (ePTFE 繊維数を変え、それらを 3 つの UHMWPE 繊維と組み合わせた)。
- ・ 例 7 は、より低い密度のモノフィラメント ePTFE 繊維を用いる効果を実証する (例 2a ~ b および例 6a ~ b と比較するため)。
- ・ 例 8 は、低テナシティ、非延伸 PTFE 繊維を UHMWPE 繊維と共に用いる効果を実証する。
- ・ 例 9 は代替フルオロポリマーの使用を実証する。

これらの結果を以下の表に要約する。

【0122】

20

30

【表1】

例	1	2a	2b	3	4	5	6a	6b	7	8	9
フルオロゴリマー成分	ePTFE	ePTFE	ePTFE	ePTFE	ePTFE	ePTFE	ePTFE	ePTFE	アトリクス-スラン	ETFE	
繊維タイプ	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	タ/-	
繊維数	1	1	1	1	1	2	1	5	1	1	1
質量／長さ (d)	425	425	405	425	475	425	425	425	973	407	417
密度 (g/cc)	1.78	1.78	0.72	1.78	0.94	1.78	1.78	1.78	0.51	1.07	1.64
破断力 (kg)	2.29	2.29	1.18	2.29	0.98	2.29	2.29	2.29	2.22	0.64	1.10
テナシイ (g/d)	5.38	5.38	2.9	5.38	2.07	5.38	5.38	5.38	2.29	1.59	2.64
質量ルーツ割合 (%)	21	21	20	17	23	21	8	31	38	20	21
成分2											
タ/-	LCP	UHMWPE	UHMWPE	UHMWPE	LCP	UHMWPE	UHMWPE	UHMWPE	UHMWPE	UHMWPE	
繊維数	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1
質量／長さ (d)	1567	1581	1581	2027	1581	1567	4743	4743	1581	1581	1581
破断力 (kg)	34.55	50.8	50.8	40.36	50.8	34.55	124.44	124.44	50.8	50.8	50.8
テナシイ (g/d)	22	32.1	32.1	19.9	32.1	22	26.2	26.2	32.1	32.1	32.1
質量ルーツ割合 (%)	79	79	80	83	77	39	92	69	62	80	79

【0 1 2 3】

【表2】

(表1の続き)

例	1	2a	2b	3	4	5	6a	6b	7	8	9
成分3											
タフ°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
繊維数	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
質量／長さ (d)	X	X	X	X	X	X	1581	X	X	X	X
破断力 (kg)	X	X	X	X	X	X	50.8	X	X	X	X
テナシイ (g/d)	X	X	X	X	X	X	32.1	X	X	X	X
質量パーセント (%)	X	X	X	X	X	X	40	X	X	X	X
複合材料											
質量／長さ (d)	1992	2006	1986	2452	2056	3998	5168	6868	2554	1988	1998
破断力 (kg)	33.87	51.67	50.35	40.41	49.35	75.09	120.63	122.53	49.26	49.51	50.44
テナシイ (g/d)	17	25.7	25.4	16.7	24	18.8	23.3	19	19.3	24.9	25.2

【0 1 2 4】

【表3】

例	組成 (質量%、繊維タイプ)	構成 (繊維数)	速度 (サイクル/分)	張力 (g)		巻き数	サイクル
				非ePTFE成分	(破断力の1.5%)		
1	±74ラミ±ePTFE21%、LCF79%	1PTFE/1LCP	100	518	508	5	1500
2a	±74ラミ±ePTFE21%、UHMWPE79%	1PTFE/1UHMWPE	65	762	775	3	500
2b	マラミラメントePTFE20%、UHMWPE80%	1PTFE/1UHMWPE	65	762	775	3	500
3	±74ラミ±ePTFE17%、八ラミミド83%	1PTFE/1八ラミミド	65	605	606	3	400
4	C充填±74ラミ±ePTFE23%、UHMWPE77%	1PTFE/1UHMWPE	65	762	740	3	500
5	±74ラミ±ePTFE21%、LCF39%、UHMWPE40%	2PTFE/1LCP/1UHMWPE	65	1105	1126	4	破損まで
6a	±74ラミ±ePTFE8%、UHMWPE92%	1PTFE/3UHMWPE	65	1867	1810	2	600
6b	±74ラミ±ePTFE31%、UHMWPE69%	5PTFE/3UHMWPE	65	1867	1838	2	600
7	低密度±74ラミ±ePTFE38%、UHMWPE62%	1PTFE/1UHMWPE	65	762	739	3	500
8	マリカス-ス-八ラミ±ePTFE20%、UHMWPE80%	1PTFE/1UHMWPE	65	762	743	3	500
9	ETFE21%、UHMWPE79%	1ETFE/1UHMWPE	65	762	757	3	500

【0125】

【表4】

例	組成 (質量%、繊維タイプ)	磨耗試験後破断力 (kg)	磨耗試験後 破断力の比率 (本発明技術: 従来技術)	磨耗試験後 破断力の比率 (本発明: 従来技術)	磨耗速度 (g/サイクル)	磨耗速度 の比率 (PTFEなし: 本発明)
1	UHMWPEトFePTFE21%、LCF79%	26.38	13.21	2.00	5.00	14.20
2a	UHMWPEトFePTFE21%、UHMWPE79%	42.29	10.90	3.88	18.80	79.80
2b	UHMWPEトFePTFE20%、UHMWPE80%	41.37	10.90	3.80	18.00	79.80
3	UHMWPEトFePTFE17%、UHMWPE83%	17.40	9.29	1.87	57.50	77.70
4	C充填UHMWPEトFePTFE23%、UHMWPE77%	36.73	10.90	3.37	25.20	79.80
5	UHMWPEトFePTFE21%、LCF39%、UHMWPE40%	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6a	UHMWPEトFePTFE8%、UHMWPE92%	99.07	23.90	4.14	35.90	167.60
6b	UHMWPEトFePTFE31%、UHMWPE69%	100.49	23.90	4.20	36.70	167.60
7	UHMWPEトFePTFE38%、UHMWPE62%	44.26	10.90	4.06	10.00	79.80
8	UHMWPE-2B'トFePTFE20%、UHMWPE80%	39.64	10.90	3.64	19.74	79.80
9	ETFE21%、UHMWPE79%	27.87	10.90	2.56	45.14	79.80
						1.77

【0126】

比較例1（トワロン（Twaron）対照、撚り合せロープ）

耐力コアを有する6×9ワイヤーロープ構造を用いてロープを作製した。ロープの断面を図5に示す。ロープの外径は0.75インチであった。このロープの破断力は約48300ポンドである。トワロンタイプ1000、3024デニール、および2000フィラメント（ティジントワロン（Teijin Twaron）、オランダ国、アルネム市6

800 T C、P. O. Box 9600、Westervoort sedijk 73) からロープを作製した。

【0127】

ロープを作製するために2つの基本的な束群を用いた。図5でタイプAと記す束群は、一緒に引かれた6つのトワロンの束からなった。図5でタイプBと記す束群は、一緒に引かれた9つのトワロンの束からなった。

【0128】

図5で51と記す「ロープコア束群」を、3つのタイプB束群から螺旋状に撚り合わせた。次に、図5で52と記すロープコア束群を、3つのロープコア束群を螺旋状に撚り合わせることにより作製した。 10

【0129】

図5で53と記す「外側束群」を、3つのタイプAストランドから螺旋状に撚り合わせた。次に、図5で54と記す外側束群を、6つのタイプB束群をコア周りに螺旋状に撚り合わせるか、または閉じることにより作製した。

【0130】

次に、図5で55と記すロープを、外側束群をロープコア束群周りに螺旋状に撚り合わせるか、または閉じることにより作製した。次に、作製したロープを、編組ポリエステルジャケットにより囲んだ。

【0131】

作製したロープ束群およびロープコア外側束群は普通撚りである。束および束コアはラング撚りである。 20

【0132】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験を行った：曲げ滑車試験、対照ロープの25%破断荷重(12000ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=20。

【0133】

2つのロープ試験片について、それぞれ2787および3200マシンサイクルの破損に至るまでのサイクルを続けた。二重曲げ領域と呼ばれるロープの部分は、1回のマシンサイクルの間に二度滑車を行き來した。 30

【0134】

比較例2(PTFEを均質に分散させたトワロン撚り合せロープ)

5.1g/denのテナシティおよび2g/ccの密度を有する市販の500デニールPTFE繊維(デラウェア州、ニューアークのW.L.ゴア&アソシエーツ(Gore & Associates. Inc.))の付加により、比較例1におけるようにロープ2aを作製した。5.9g/denのテナシティおよび1.9g/ccの密度を有する250デニールPTFE繊維の付加により、比較例1におけるようにロープ2bを作製した。

【0135】

比較例2aにおいて、ロープを作製するために2つの基本的な束群を用いた。図1でタイプAと記す束群は、PTFEが均質に分布するように一緒に引かれた5トワロンヤーンおよび500デニールPTFE繊維からなった。図5でタイプBと記す束群は、PTFEが均質に分布するように一緒に引かれた8つのトワロン束および8つの500デニールPTFE繊維からなった。2つのロープ試験片について破損に至るまでサイクルを続けた。 40

【0136】

比較例2bにおいて、ロープを作製するために2つの基本束群を用いた。図5でタイプAと記す束群は、PTFEが均質に分布するように一束に引かれた5つのトワロンヤーンおよび16の250デニールPTFE繊維からなった。図5でタイプBと記す束群は、PTFEが均質に分布するように一緒に引かれた8つのトワロン束および16の250デニールPTFE繊維からなった。2つのロープ試験片について破損に至るまでサイク 50

ルを続けた。

【0137】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験した：曲げ滑車試験、対照ロープの25%破断荷重(12000ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=2.0。

【0138】

【表5】

表1

比較例	フルオロリマ-繊維	デニール (g/9000M)	テナシティ (g/デニール)	破損までの マシンサイクル数
2a	PTFE	500	5.1	2468 3192
		250	5.9	3267 3746

【0139】

例10(PTFE外面を有するトワロン撚り合せロープ)

2つの例外を除いて比較例1におけるようにロープを作製した。1つのトワロン束を各基本束群AおよびBから省いた。ロープの最終組立ての前に、PTFE繊維をロープコア束群の外側および外側束群の周りに撚り合わせるかまたは閉じた。このようにするため、6つの500デニール(3a)または12の250デニール(3b)PTFE繊維を、1つの1500デニールKevlar39ヤーンと共にボビン上に巻いた。次に、PTFE繊維および担体Kevlar(デュポン、バージニア州23234、リッチモンド、ジェファーソン・デービス・ハイウェイ5401)を、1インチ撚りピッチで、それぞれ外側の束群またはコア束群の外側周りに螺旋状に撚り合わせた。PTFE繊維を外側およびコア両方の周りに同じ方向に撚り合わせた。

【0140】

500g/9000mのデニールおよび5.1g/denのテナシティ、および2g/ccの密度を有するPTFE繊維の付加により、ロープ10aを作製した。2つのロープ試験片を破損に至るまで試験した。

【0141】

250g/9000mのデニールおよび5.9g/denのテナシティ、および1.9g/ccの密度を有するPTFE繊維の付加により、ロープ10bを作製した。2つのロープ試験片を破損に至るまで試験した。

【0142】

250g/9000mのデニールおよび3.1g/denのテナシティ、および1.6g/ccの密度を有するPTFEの付加により、ロープ10cを作製した。2つのロープ試験片を破損に至るまで試験した。

【0143】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験した：曲げ滑車試験、対照ロープの25%破断荷重(12000ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=2.0。

【0144】

10

20

30

40

【表6】

表2

例	フルオロポリマー繊維	デニール (g/9000M)	テナシティ (g/デニール)	破損までの マシンサイクル数
10a	PTFE	500	5.1	9562
				8856
10b	PTFE	250	5.9	9457
				10162
10c	PTFE	250	3.1	8333
				9824

10

【0145】

比較例3(ベクトラン(Vectran) 対照組紐)

120の1500デニールベクトランT97束(クラリー・アメリカ(Kurary America Inc.)、ニューヨーク州10022、ニューヨーク、東101・52番街・26階)の12の同等の束群から、ロープ(紐)を作製した。ベクトラン束を、クリールから図6に示される237穴の栓板の中心からの最初の120穴に向けることにより、束群を作製した。6つの束群をSに撚り、6つの束群をZ方向に撚った。次に、これらの12の束群を、1.18ピック/インチで2/2標準組紐における12束群製紐機を用いて編んだ。100ポンドの基準張力下で測定した完成ロープの外径は、約0.75インチであった。完成対照ロープの平均破断強度は84,500ポンドであった。

20

【0146】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験を行った:曲げ滑車試験、対照ロープの18%破断荷重(15,210ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=2.0。2つのロープ試験片について、それぞれ1001および960サイクルの破損に至るまでのサイクルを続けた。二重曲げ領域と呼ばれるロープの部分は、1回のマシンサイクルの間に二度滑車を行き來した。

30

【0147】

比較例4(PTFEを均質に分布させた組紐)

表3に記載されるPTFE繊維の付加により、比較例3におけるようにロープを作製した。この例に対して、わずか102のベクトランヤーンを、54の500デニールまたは108の250デニールのPTFE繊維と共に用いた。PTFE繊維およびベクトラン束を、栓板中穴の所定の環の円周周りで交互に並べた。比較例4aにおいて、500デニールPTFE繊維を、ベクトランヤーン、ベクトランヤーン、PTFE繊維の順序で第3の穴毎に充填するように交互に並べた。2つのロープについて試験を行った。例4bおよび4cにおいて、250デニール繊維を、栓板中の1穴おきに充填するようにベクトランヤーンと交互に並べた。タイプ4bの1つのロープを試験し、4cの2つのロープを試験した。100ポンド基準張力下で測定した完成ロープの外径は、約0.75インチであった。

40

【0148】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験を行った:曲げ滑車試験、対照ロープの18%破断荷重(15,210ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=2.0。

【0149】

50

【表7】

表3

比較例	フルオロポリマー繊維	デニール (g/9000M)	テナシティ (g/デニール)	破損までの マジサイクル数
4a	PTFE	500	5.1	24297 26862
4b	PTFE	250	5.9	24330
4c	PTFE	250	3.1	1859 2213

10

【0150】

例11(PTFE外面を有する組紐)

表4に記載されるPTFE繊維の付加により、比較例4におけるようにロープを作製した。この例に対して、わずか102のベクトラン束を、54の500デニールまたは108の250デニールのPTFE繊維と共に用いた。栓板の93の内部穴をベクトランヤーンにより充填した。残りの9つのベクトラン束を、次の穴環中に均一に分散させた。この環および次の外側環中の空の穴には、すべてのPTFE繊維が用いられるまで、穴当り1つのPTFE繊維を通した。100ポンド基準張力下で測定した完成ロープの外径は、約0.75インチであった。

20

【0151】

次に、上述のように作製したロープについて以下の試験および条件を用いて試験を行った：曲げ滑車試験、対照ロープの18%破断荷重(15,210ポンド)、500サイクル/時間、ロープ速度1.1フィート/秒、ストローク長4フィート、およびD:d=2.0。

【0152】

【表8】

30

表4

例	フルオロポリマー繊維	デニール (g/9000M)	テナシティ (g/デニール)	破損までの マジサイクル数
11	PTFE	500	5.1	105231

【0153】

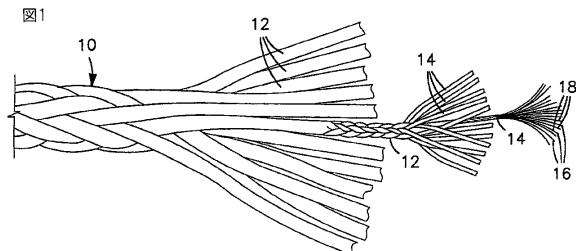
上表から見ることができるように、ロープの束群の外面周りへの低摩擦係数繊維の付加は、非常にロープ寿命を増大させる。繊維の配置に起因する寿命の劇的な増加は、全く驚くべきことである。

40

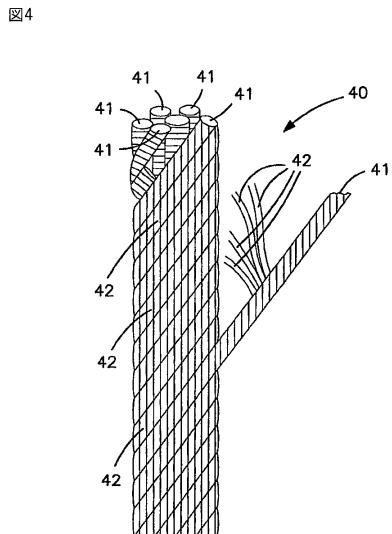
【0154】

本発明の特定実施形態が本明細書において説明され記載されてきたが、一方で、本発明はこうした説明および記載に限定されるべきではない。変更および修正が、以下のクレームの範囲内で本発明の一部として組み込み、統合することが可能であることは、明白である筈である。特に、主として繰返し応力用途で用いるロープの代表的な実施形態において提示されているが、本発明の複合束は、また、他の形態、例えば、ベルト、ネット、吊繩、ケーブル、織布、不織布、および管状織物での適用性を有する。

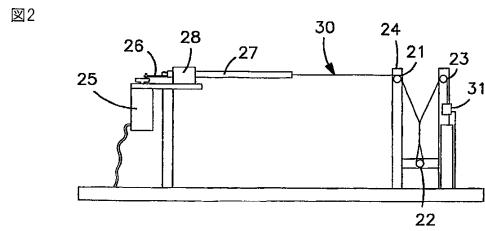
【図1】



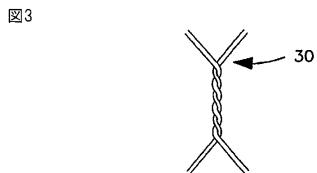
【図4】



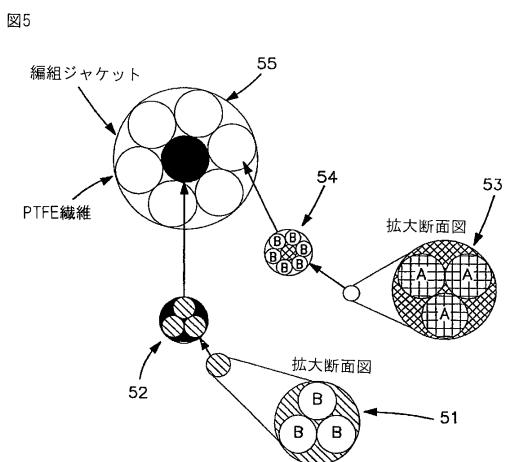
【図2】



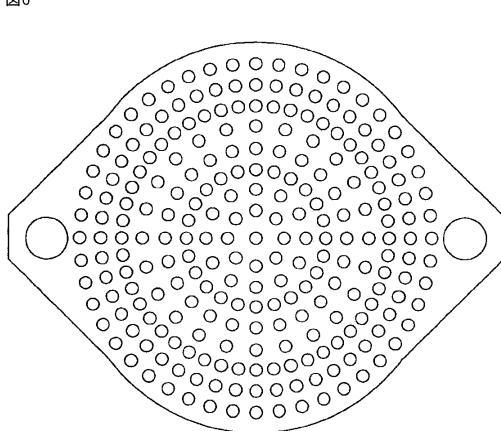
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100093665
弁理士 蛯谷 厚志

(74)代理人 100146466
弁理士 高橋 正俊

(74)代理人 100173107
弁理士 胡田 尚則

(72)発明者 ブッチャー, リチャード エー.
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 19352, リンカーン ユニバーシティ, レインツリー
レーン 109

(72)発明者 クロウ, ノーマン
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 19350, ランデンバーグ, クエイル ドライブ 1

(72)発明者 エグレス, タイヒ ケー.
アメリカ合衆国, デラウェア 19713, ニューアーク, ハイランド サークル 12

(72)発明者 サッサ, ロバート エル.
アメリカ合衆国, デラウェア 19711, ニューアーク, フォレスター サークル 6

(72)発明者 ルツ, デイビット イサーク
アメリカ合衆国, デラウェア 19702, ニューアーク, スマレイズ コーブ ストリート 2
1

(72)発明者 ハーブ, ゲーリー
アメリカ合衆国, デラウェア 19702, ニューアーク, ダイアン コート 3

審査官 加賀 直人

(56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0069132(US, A1)
特表2005-538269(JP, A)
特開2002-054041(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D07B 1/02