

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-520730

(P2017-520730A)

(43) 公表日 平成29年7月27日(2017.7.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 F 1/366 (2006.01)</b>	F 1 6 F 1/366	3 J 0 5 9
<b>B 3 2 B 5/26 (2006.01)</b>	B 3 2 B 5/26	4 F 1 0 0
<b>B 3 2 B 5/12 (2006.01)</b>	B 3 2 B 5/12	4 F 2 0 5
<b>B 3 2 B 5/08 (2006.01)</b>	B 3 2 B 5/08	
<b>B 2 9 C 70/32 (2006.01)</b>	B 2 9 C 70/32	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-572413 (P2016-572413)  
 (86) (22) 出願日 平成27年4月14日 (2015.4.14)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年2月6日 (2017.2.6)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/058031  
 (87) 国際公開番号 W02015/188963  
 (87) 国際公開日 平成27年12月17日 (2015.12.17)  
 (31) 優先権主張番号 102014211096.3  
 (32) 優先日 平成26年6月11日 (2014.6.11)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501186597  
 ティッセンクルップ アクチェンゲゼルシャフト  
 ドイツ連邦共和国, 45143 エッセン  
 , ティッセンクルップ アレー 1  
 ThyssenKrupp Allee  
 1 45143 Essen Germa  
 ny  
 (71) 出願人 516306197  
 ティッセンクルップ フェダーン ウント  
 スタビリサトーレン ゲゼルシャフト  
 ミット ベシュレンクテル ハフツング  
 ドイツ国, 58119・ハーゲン、エーガー  
 ・シュトラセ・85

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 引張荷重および圧縮荷重用の種々の繊維強化材を備えるねじり荷重された棒状構成要素

(57) 【要約】

本発明の主題事項は、好ましくはトーションバーまたは螺旋ばねとして、繊維複合材料を含むばね素線から構成されるねじりばねである。上記のねじりばねは、マトリックス材を含浸した繊維強化材の複数の層 (S j) を有し、それらの層は、引張荷重を受ける繊維および圧縮荷重を受ける繊維を有する。圧縮荷重を受ける少なくとも1つのグループ (G k) が、最も高いグループ剛性を持つ引張荷重を受けるグループ (G k) よりも低いグループ剛性を有することを特徴とする。さらに、繊維複合材料からねじりばねを設計する方法が開示される。

【選択図】 図 1 a

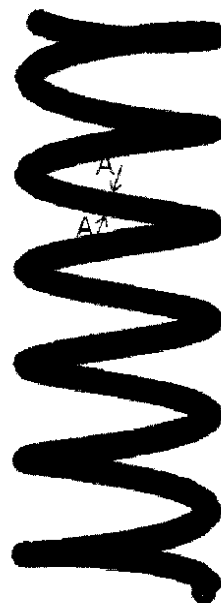


Fig. 1a

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

繊維複合材料製のばね素線から作られ、マトリックス材を含浸した繊維強化材の複数の層を有する、トーションバーまたは螺旋ばねとしてのねじりばねであって、前記層が引張荷重される繊維のみまたは圧縮荷重される繊維のみを有する前記ねじりばねにおいて、引張荷重される層のグループが存在し、圧縮荷重される層のグループが存在し、少なくとも 1 つの圧縮荷重されるグループが、最も高いグループ剛性を持つ引張荷重されるグループよりも低いグループ剛性を有することを特徴とする、ねじりばね。

**【請求項 2】**

少なくとも 1 つの圧縮荷重されるグループの前記グループ剛性が、前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループの前記グループ剛性よりも少なくとも 10 %、好ましくは 20 %、特に好ましくは 40 % 低いことを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

10

**【請求項 3】**

内側に位置する少なくとも 1 つの圧縮荷重されるグループが、より外側に位置する引張荷重されるグループよりも低いグループ剛性を有することを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

**【請求項 4】**

前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループの前記グループ剛性が、少なくとも 60 GPa、好ましくは少なくとも 80 GPa、特に好ましくは少なくとも 90 GPa であることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

20

**【請求項 5】**

前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループが、炭素繊維のみによって構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

**【請求項 6】**

前記引張荷重されるグループが、少なくとも 50 %、好ましくは 75 %、特に好ましくは 95 % の質量分率の炭素繊維から構成され、さらに特に好ましくは、炭素繊維のみから構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

**【請求項 7】**

少なくとも 50 %、好ましくは 75 %、特に好ましくは 95 % の質量分率の前記引張荷重されるグループのグループ剛性と、前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループの前記グループ剛性との差異が 50 % 未満、好ましくは 30 %、特に好ましくは 15 % であることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

30

**【請求項 8】**

全ての前記引張荷重されるグループのグループ剛性と、前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループの前記グループ剛性との差異が 50 % 未満、好ましくは 30 %、特に好ましくは 15 % であり、さらに特に好ましくは、全ての前記引張荷重されるグループの前記グループ剛性が同一であることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

**【請求項 9】**

少なくとも 20 %、好ましくは 50 %、特に好ましくは 95 %、さらに特に好ましくは 100 % の質量分率の前記圧縮荷重されるグループが、前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重されるグループよりも低いグループ剛性を有することを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

40

**【請求項 10】**

少なくとも 50 %、好ましくは 75 %、特に好ましくは 95 % の質量分率の前記圧縮荷重されるグループのグループ剛性と、低いと分類された、最も高いグループ剛性を持つ圧縮荷重されるグループのグループ剛性との差異が 50 % 未満、好ましくは 30 %、特に好ましくは 15 % であることを特徴とする、請求項 1 に記載のねじりばね。

**【請求項 11】**

50

全ての前記圧縮荷重されるグループのグループ剛性と、低いと分類された、前記最も高いグループ剛性を持つ前記圧縮荷重されるグループの前記グループ剛性との差異が50%未満、好ましくは30%、特に好ましくは15%であり、さらに特に好ましくは、全ての前記圧縮荷重されるグループの前記グループ剛性が同一であることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項12】

前記圧縮荷重されるグループが、少なくとも30%、好ましくは60%、特に好ましくは80%の質量分率のガラス繊維または玄武岩繊維から構成され、さらに特に好ましくは、ガラス繊維または玄武岩繊維のみから構成されることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

10

【請求項13】

コスト効率を向上させるために、前記引張荷重されるグループおよび前記圧縮荷重されるグループで、6以下、好ましくは3以下、特に好ましくは2以下の異なる主繊維の種類が使用されることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項14】

2つのグループから正常に形成された少なくとも一対が、0.2から5の範囲、好ましくは0.5から2の範囲、特に好ましくは0.75から1.33の範囲のグループ比率を有することを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項15】

正常に対を形成した前記グループの質量分率が、コアの質量を無視して、前記ばね素線を基準として少なくとも50%、好ましくは少なくとも75%、特に好ましくは少なくとも95%であることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

20

【請求項16】

主繊維の種類が混合された層の場合、前記混合繊維層に存在する主繊維の各種類の量が少なくとも10(質量)%であることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項17】

前記ばね素線において、非耐荷重に分類される層の質量分率が、前記コアの前記質量を無視して25%以下、好ましくは15%、特に好ましくは5%であることを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項18】

前記ばね素線の断面が、円環状、長円形、または多角形であること特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

30

【請求項19】

前記繊維強化プラスチックプライの前記マトリックスが、充填剤入りの熱硬化性プラスチックまたは充填剤なしの熱硬化性プラスチックから構成されること特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

【請求項20】

前記ばね素線が、

a. 中空、または

b. 前記ばね素線の軸線方向に一方向繊維を持つ繊維強化材から構成される、または

c. 繊維強化材を含まない材料から構成される

コアを有することを特徴とする、請求項1に記載のねじりばね。

40

【請求項21】

多重プライ繊維複合材料製のトーションバーまたは螺旋ばねの形態にねじりばねを設計する方法において、

a. 前記ばねを予め設計するステップと、

b. 同一の荷重方向を有し、互いに接触する層からなる繊維グループを編成するステップと、

c. 各グループの前記グループ剛性値を計算によって算出するステップと、

d. 前記圧縮荷重されるグループが、前記最も高いグループ剛性を持つ前記引張荷重さ

50

れるグループよりも低いグループ剛性を有するように、前記圧縮荷重されるグループの前記グループ剛性を適切に調整するステップと、

e . 径方向に隣接する、引張荷重されるグループと圧縮荷重されるグループとが必ず一対を形成するように、内側から外側に向かって対を編成するステップと、

f . 一対の前記引張荷重されるグループと前記圧縮荷重されるグループとの、グループ引張剛性値間の相関関係として計算された商として、前記グループ比率を算出するステップと、

g . 前記グループ比率が 0 . 2 から 5 の範囲となるまで、

- 層肉厚の変化、および / または
- 材料の種類の変化、および / または
- 繊維角度の変化

10

による剛性比率の変化を介して、隣接するグループ間の剪断応力を最小化するステップと、

h . 所定のばね剛性プロファイルによって所望の耐荷重能力が得られるまで、前記 b から g までのステップを繰り返すステップと、

が実行されることを特徴とする、方法。

#### 【請求項 2 2】

ステップ 1 d の前記グループ剛性の前記適切な調整を、

- a . 繊維材を変更すること、および / または
- b . 種々の繊維材の前記混合を変更すること、および / または
- c . 前記繊維角度を変えること、

20

によって実現することを特徴とする、請求項 2 1 に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明はねじりばねに関し、詳細には、特に炭素繊維強化プラスチックのみから構成されるばねと比較して費用効率の高い手法で製造でき、弾性エネルギーの蓄積能力が向上した、繊維強化プラスチック製のトーションバーまたは螺旋ばねの形態にあるねじりばね、およびこの種のばねの設計方法に関する。

30

##### 【背景技術】

##### 【0002】

ばねは、自動車両のシャシで頻繁に使用される。そのため、ばねも同様に、これらシャシのばね下質量に対して特に進められる、軽量化実現のための取り組みに関係する。これに関連して、既に多くの、繊維複合材料 ( F C M ) の使用に関する提案がなされてきている。具体的には、これらは炭素繊維強化プラスチック ( C R P ) 製およびガラス繊維強化プラスチック ( G R P ) 製のねじりばねに関する。ここでは特に、これらの構成要素を低コストで、適切な負荷能力を確保するように製造することの実現が困難である。

##### 【0003】

それぞれの繊維は引張力または圧縮力しか伝達できず、したがって、ばね素線のマクロ剪断荷重が引張成分と圧縮成分とに分離されなければならないため、さらに困難になる ( モールの応力定理に従って、主応力軸線に対して長手方向軸線へ + - 4 5 ° ) 。

40

##### 【0004】

既知の F C M 製のばねは、長手方向軸線に + / - 4 5 ° の角度の繊維巻体を使用し、可能な限り有利な手法で、材料における引張力の分散および圧縮力の分散に対応するよう意図されている。

##### 【0005】

+ 4 5 ° に限定した抗張力繊維巻体もまた既知であり、ここでは剪断応力成分がマトリックス材によって、またはコアの圧縮応力によって運ばれる。

##### 【0006】

適切なばねは、使用される全てのばね材の荷重の均一化を実現することを意図して設計

50

されている。したがって、材料の弱い部分が規定されないことを意図し、代わりに、最大応力が均一にかかることによって、材料全体がその荷重限度に達することを意図している。これによって材料を最大限に利用し、その結果、実現可能な最高水準まで軽量化することを意味する。

【0007】

欧州特許第0637700号明細書は、長手方向軸線の周囲に $+ - 30^\circ$ から $+ - 60^\circ$ までの角度で巻回された炭素繊維を使用する、ばね設計を記載している。特徴的な特質は、使用される抗張力繊維の数が、圧縮繊維の数と異なる点である。具体的には、圧縮繊維の数が、抗張力繊維の数に関連して増加する。ここでは、さらに繊維を均一に荷重することを意図しており、その結果、使用される材料の個別の利用が向上する。引張方向と圧縮方向の繊維が、異なる量比で、またそれぞれ異なる層厚で使用されるため、これによって材料の利用が向上するが、材料の利用がばね素線の直径に依存することは解消されない。

10

【0008】

米国特許第5603490号明細書は、引張方向にのみ繊維を使用し、圧縮荷重される繊維を使用しないことを提案している。繊維は、引張荷重のみを受けるように巻回されることになる。中空ばねの場合は、これによって根本的に、剪断応力を原因とする故障をもたらすことになり、そのため、ここで応力に対応する耐圧性のコアが必要になる。しかしながら、長期間のコア内の静水圧応力と、巻回された繊維の外殻における剪断応力とによって、プラスチックマトリックス（エポキシ）の不都合なクリープが生じる。したがってこの解決策は、車両の構造（車両重量による長期間の荷重）に適用する例として使用することができない。繊維の一方向のみを使用することで、引張荷重に対する繊維の潜在能力の利用が最適化されるが、圧縮繊維の支持が欠如するために、剪断応力のほとんどがプラスチックマトリックスを通して伝達されなければならない、長期間の荷重によって深刻なクリープが生じる。

20

【0009】

国際公開第2014/014481号パンフレットは、層およびコアにおける繊維の数が、共通のベース数の倍数である繊維構造を提案している。さらに、種々の複数の材料（例えばガラス、炭素、または混合物）をばねに使用することについても開示されている。また、繊維プライの個々の繊維の長手方向軸線に対する角度を交互にできる（特に正角と負角との間）ことも開示されている。ばねのコアは一方向繊維から構成できるが、中実のコアまたは中空コアの開示もされている。形状記憶材料製のコアも提案されている。混合材料からばね材を構成できることについて言及されるものの、関連する実用的な情報は示されておらず、また混合構造の手順および作用については不明なままである。層に配列される繊維の数が、共通の基準ベースの倍数となる整数とされるが、その作用についても同様に不明なままである。この配列は、整数の倍数から得られる数でしか繊維が層に存在せず、そのため最適な状態で適切に層厚を調整できないという欠点がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

40

【特許文献1】欧州特許第0637700号明細書

【特許文献2】米国特許第5603490号明細書

【特許文献3】国際公開第2014/014481号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来技術のばね設計では、使用される材料の効果的な利用が実現されていないため、最適化された水準までの軽量化を達成することができない。

【0012】

したがって、質量ベースのエネルギー蓄積密度の向上を実現するために、圧縮荷重され

50

る繊維および引張荷重される繊維の荷重がその荷重限度に従って最大化される、ねじり荷重されたばね素線内の繊維の配列を生成するという課題が生じる。本発明の詳細な目的は、可能な限り限られた数の種々の繊維材のみを使用し、それによって、材料の使用に関連した安価な設計を実現し、この種のばねを設計する方法を提案することである。螺旋ばねのばね素線は、巻き螺旋形状をとる。ばねは、特に螺旋ばねは、ばね素線が周囲で螺旋形状をとるばね軸線を有する。ばね素線の断面は円環状であることが好ましいが、長円形または多角形であってもよい。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明では、請求項1に記載のばねの設計によって、目的が実現される。従属請求項では、好適な実施形態が開示される。

10

【0014】

具体的には、以下の3つの下位の目的を実現することにより、前記目的が実現される。

【0015】

・プライは経済的要件に基づいて選択し、したがって具体的には、高充填の炭素繊維プライを、引張荷重される繊維プライに使用する。

【0016】

・引張プライおよび圧縮プライを、均一に荷重する。

【0017】

・マトリックス材のクリープと、その結果として生じるばね全体の長期間の変形とを防止するために、マトリックスによってプライ間で伝達される剪断力または剪断応力を最小化する。

20

【0018】

ねじり荷重された長尺構成要素の範囲に含まれるのはばねの支持構造のみであり、荷重導入要素、例えば適切に設計されたばね板上の領域およびばねの拘束手段の領域は含まれない。

【0019】

さらに以下の表現が、後述の説明において使用される。

【0020】

- 引張方向：符号+に続く  
 - 圧縮方向：符号-に続く  
 - 長手方向軸線：- ばね素線の長手方向に沿った、ばね素線の中心の軸線であり、ばね素線軸線ともいう。

30

【0021】

- 繊維角度  $\theta_j$  : - 繊維角度とは、繊維配向方向と長手方向軸線との間の角度である。

【0022】

- プライ  $L_i$  : - 1つのプライは、複数の層を組み合わせることができ、例として一般に、多軸敷設スクリム/ヘリカル巻/組布のプライが、繊維配向が異なる2つの層を備える(+層および-層がそれぞれ1つずつ、例えば+ - 45°)。通常、プライの層は相互に連結される(例えば、圧着、編込、縫合、または密着接合)。

40

【0023】

- それに対して、UD(一方向)敷設スクリムプライは一般に、配向された繊維の配向方向に1つの層のみを備える。

【0024】

- しかしながら、複数のプライが層を形成することもできる(同一角度の配向方向および同一のプライ材料を備える、隣接する複数のUDプライがUD層を形成する)。

【0025】

- プライは一般に、無機強化繊維(例えば玄武岩繊維、ガラス繊維)、金属製強化繊維(例えば鋼繊維)、有機性強化繊維(例えば炭素繊維、アラミド繊維)、または天然繊維(例えば麻繊維)から構成される。

50

- 【0026】  
- プライは関連するプライ肉厚  $LW_i$  を有する。
- 【0027】  
- プライはまた、非耐荷重として分類される、強化繊維を含まない均質なプラスチックプライであってもよい（例えば、配列の外面の終端）。
- 【0028】  
- プライはまた、配列の有する繊維が優先方向を持たない短繊維強化プラスチックプライまたは長繊維強化プラスチックプライであってもよく、前記プライは非耐荷重として分類される。
- 【0029】  
- プライはまた、金属製材料から構成することもできる（例えば、金属シート製の終端プライ）。
- 【0030】  
- プライ数  $i$  は、内側から外側に向かって増加する。
- 【0031】  
- 層  $S_j$  : - 連続繊維強化層 / 織布繊維強化層の場合は、層  $S_j$  の全ての繊維が均一な角度の配向方向  $\theta_j$  を有する。
- 【0032】  
- しかしながら、相互に並んで、または層内で混合して存在する異なる材料  $M_j$  の繊維があってもよい。
- 【0033】  
- 層はまた、強化繊維を含まない均質なプラスチックプライ、短繊維強化プラスチックまたは長繊維強化プラスチックを備えるプライ、金属製プライなどであってもよい。
- 【0034】  
- 層の数  $j$  は、内側から外側に向かって増加する。
- 【0035】  
- 繊維角度が引張方向（+）に  $20^\circ$  から  $70^\circ$  の範囲、または圧縮方向（-）に  $-20^\circ$  から  $-70^\circ$  の範囲である層は、耐荷重層と称する（引張方向（+）に  $30^\circ$  から  $60^\circ$ 、または圧縮方向（-）に  $-30^\circ$  から  $-60^\circ$  であることが好ましい）。
- 【0036】  
- 耐荷重層は、繊維方向の引張応力（符号+）または圧縮応力（符号-）のどちらかに優先して対応するように働く。
- 【0037】  
- 引張方向（+）に  $20^\circ$  から  $70^\circ$  の角度範囲外、または圧縮方向（-）に  $-20^\circ$  から  $-70^\circ$  の角度範囲外の角度を備える層は全て、非耐荷重として分類される。
- 【0038】  
- 断面積  $A_{s_j}$  : - 各層が、関連する断面積  $A_{s_j}$  を有する。
- 【0039】  
- 断面積には、長手方向軸線が直交する。
- 【0040】  
- 断面積は、例として円環状の断面の場合は、その円環内に含まれる面積を求める式によって計算される。
- 【0041】  
- 層軸線 : - 各層は、長手方向軸線に対して繊維角度  $\theta_j$  で通り、長手方向軸線に沿って螺旋状に、層プロファイルに従って回転する軸線を有する。
- 【0042】  
- 層径  $D_j$  : - 対応する層の内径と外径から算術平均して導き出された直径。
- 【0043】  
- 圧着された層（例えば組布）の場合で、2つの層が得られるときは、その2つの層の層径は同じである。

10

20

30

40

50

## 【0044】

- 層剛性  $E_{s_j}$  : 層剛性  $E_{s_j}$  は、長手方向軸線に対して + / - 45° の配向方向に変換された、それぞれの層の全ての繊維成分およびマトリックス成分の、個々の係数または組み合わせた係数である（古典積層理論の混合規則に従う（例えば、Puck、Tsai、Niederstadt、Geier））。

## 【0045】

- 絶対値のみ使用される。

## 【0046】

- 層剛性  $E_{s_j}$  の計算式：

## 【数1】

$$\frac{1}{E_{s_j}} = \frac{c^2}{E_1} (c^2 - s^2 \nu_{12}) + \frac{s^2}{E_2} (s^2 - c^2 \nu_{21}) + \frac{c^2 s^2}{G_{12}}$$

式中、 $c = \cos(|\alpha| - 45^\circ)$  および  $s = \sin(|\alpha| - 45^\circ)$

## 【0047】

$E_{s_j}$  - 層剛性、 $E_1$  - 材料の繊維に対して縦方向の剛性

$M_j$ 、 $E_2$  - 材料  $M_j$  の繊維方向に対して垂直の剛性、

$G_{12}$  - 材料の剪断係数

$M_j$ 、 $\nu_{12}$  - 材料の主ポアソン比

$M_j$ 、 $\nu_{21}$  - 材料  $M_j$  の従ポアソン比。

## 【0048】

- グループ  $G_k$  : - 荷重方向（引張配向方向または圧縮配向方向）に互いに接触する1つまたは複数の耐荷重層が、それぞれ合わさってグループ  $G_k$  を形成する。

## 【0049】

- グループの編成は、使用される材料、または特定のプライへの割り当てに依存しない。

## 【0050】

- 層間またはプライ間の接触についての判断では、非耐荷重として分類されたものは無視され、したがって、物理的に互いに接触しない層も、互いに接触するものとして見なされることがある。

## 【0051】

- グループは内側から付番される。

## 【0052】

- グループ軸線 : - 各グループは、引張配向方向または圧縮配向方向に従って、長手方向軸線に対して + 45°（引張）または - 45°（圧縮）で通り、長手方向軸線に沿って螺旋状に、層プロファイルに従って回転するグループ軸線を有する。

## 【0053】

- グループ剛性  $E_{G_k}$  : - グループ剛性  $E_{G_k}$  は、それぞれのグループの全ての繊維成分およびマトリックス成分の、グループ軸線の変換された、面積で重み付けした個々の係数または組み合わせた係数に対応する。（古典積層理論の混合規則に従う（例えば、Puck、Tsai、Niederstadt、Geier））。

## 【0054】

- 絶対値のみ使用される。

## 【0055】

- グループ剛性  $E_{G_k}$  の計算式：

10

20

30

40

【数 2】

$$E_{G_k} = \frac{\sum_j E_{S_j} A_{S_j}}{\sum_j A_{S_j}} \quad \text{式中、層 } j \text{ はグループ } k \text{ に属する}$$

【0056】

E<sub>G<sub>k</sub></sub> - グループ k のグループ剛性、E<sub>S<sub>j</sub></sub> - 層 j の層剛性、A<sub>S<sub>j</sub></sub> - 層 j の断面積。

【0057】

- グループ引張剛性 F<sub>G<sub>k</sub></sub> : - グループのグループ剛性と関連する断面積との積- グループ引張剛性 F<sub>G<sub>k</sub></sub> の計算式 :

10

【数 3】

$$F_{G_k} = E_{G_k} \times \sum_j A_{S_j} \quad \text{式中、層 } j \text{ はグループ } k \text{ に属する}$$

【0058】

F<sub>G<sub>k</sub></sub> - グループ k のグループ引張剛性、E<sub>G<sub>k</sub></sub> - グループ k のグループ剛性、A<sub>S<sub>j</sub></sub> - 層 j の断面積。

20

【0059】

- 対 P<sub>n</sub> : - 互いに接触する 2 つのグループがそれぞれ一対を形成する。(グループの編成は必ず、+ 45° と - 45° のグループ軸線を持つ 2 つのグループが一対を構成するものとなる必要がある。)

- 層間またはプライ間の接触についての判断では、非耐荷重として分類されたものは無視され、したがって、物理的に互いに接触しないグループも、互いに接触するものとして見なされることがある。

【0060】

- 対の編成は最も内側のグループから始まり、外側へ向かって連続的に続く。

30

【0061】

- 既に正常に一対に割り当てられているグループは、そのグループと接触する他のグループと一対を形成することができない。

【0062】

- グループ比率 G V<sub>n</sub> : - グループ比率は、次のように一対のグループに割り当てられる。+ 45° のグループ軸線を持つグループのグループ引張剛性を、- 45° のグループ軸線を持つグループのグループ引張剛性で除算する(グループ剛性の計算で使われるのは絶対値のみであるため、ここではグループ引張剛性値の前に符号を付さない)。

【0063】

- 対比率 P V<sub>n</sub> : - 対比率は、次のように互いに接触する二対に割り当てられる。内側の対の剛性を、接触する対の剛性で除算する。

40

【0064】

- 混合繊維 - 種々の材料の単繊維から構成される、ローピングまたは繊維束。

【0065】

設計方法またはばね素線の繊維配列に関する以下の考察は、製造された構成要素における、計算された、または定義された繊維角度  $\theta_j$  の理想的な一致に基づくものである。形成工程(例えば、伸びたばね素線をばね軸線に沿って螺旋状にする巻回)、設備特有の製造公差(例えば、巻回設備の回転速度の変動)、または取扱い工程に起因する変位(例えば、中間製品の手作業での運搬)を原因として、製造された構成要素の + 方向および - 方向のそれぞれで起こり得る、計算された値からの角度変位は、角度差の絶対値が 20° 未

50

満、好ましくは10°未満、特に好ましくは5°未満である限り、提案される設計方法の目的にとって重要なものではない。

【0066】

本発明の好ましいばね設計方法によって提供されるのは、以下の通りである。

【0067】

経験から得た値に基づき、従来技術に従って、ばねを予め設計すること。このばねのパラメータは、ばねを最適化するための開始パラメータとして、本発明の方法によって使用される。

【0068】

ループベースの工程で、必要とされる設計基準の全てを満たすために、下記の設計ステップは全て、個々に反復して実行するか、または全体で繰り返し実行しなければならない。

10

【0069】

ステップ1:

第1のステップでは、少なくとも1つの引張荷重されるグループで、高い剛性を有する繊維材、例えば炭素繊維を使用するように、ばね素線の構造が設計される。それにより、設計工程から、最も高いグループ剛性を有する、引張荷重されるグループを識別することができる。次に、少なくとも1つの圧縮荷重されるグループを、より低いグループ剛性を有するように設計する必要がある。「低い」という分類は、圧縮荷重されるグループのグループ剛性が、引張荷重されるグループの90%以下、好ましくは80%以下、特に60%以下である場合に、その圧縮荷重されるグループに適用される。したがって、少なくとも1つの圧縮荷重されるグループのグループ剛性が、最も高いグループ剛性を有する引張荷重されるグループに対して、少なくとも10%、好ましくは少なくとも20%、特に好ましくは40%減少している。より低いグループ剛性は、例えばガラス繊維材を使用して実現されることが好ましい。好ましくは、炭素繊維製の複数の引張荷重されるグループが、低いグループ剛性を有する圧縮荷重されるグループと互いに接触して存在する。特に好ましくは、引張荷重されるグループの全てが炭素繊維から構成され、圧縮荷重されるグループの全てがより低いグループ剛性を有する。

20

【0070】

例として、これは以下の案のうちの1つによって、または2つもしくは3つの組み合わせによって達成される。

30

【0071】

案I:異なる繊維材

- このために、引張荷重されるグループにおいて高強度繊維(例えばHTCF)を使用し、圧縮荷重されるグループにおいて低剛性繊維(例えばGF)を使用する。

【0072】

案II:異なる繊維角度

- 圧縮荷重されるグループがより低いグループ剛性を有するように、繊維角度によってグループ剛性を適切に微調整することができる。

【0073】

案III:種々の繊維の混合

- 別の案は、剛性の変化が繊維角度によって補償できないほど大きい場合に、圧縮荷重されるグループで必要とされる、より低いグループ剛性値を得られるように、主繊維の種類を混合した種々の材料を使用することである。

40

【0074】

ステップ2:

次に、内側から外側に向かって対が形成される。長期間の荷重下でのマトリックス材のクリープの問題は、一般に、ばねのグループ間における剪断応力が非常に高いことが原因である。グループ間の剪断応力を回避するため、または大幅に低減するために、一对のグループが同等のグループ引張剛性値を有するものとし、これは例として、断面積、繊維含

50

量、繊維角度、または材料の選択による影響を受け得る。一对の2つのグループ引張剛性値から、グループ比率が計算される。グループ比率は、所定の範囲内でなければならない。本設計方法によって提供されるグループ比率  $GV$  は  $0.2 \leq GV \leq 5$  の範囲であり、好ましくは  $0.5 \leq GV \leq 2$ 、特に好ましくは  $0.75 \leq GV \leq 1.33$  である。

#### 【0075】

許容できるグループ比率を得るために、例として、適切に調整された断面積を使用して、種々の繊維種の種々の材料の剛性値を補償する必要がある。このために、繊維の負荷能力に応じて、好ましい手順で繊維剛性を選択する。例として、炭素繊維 (HTCF) は圧縮荷重下においてエネルギー蓄積密度が低く、そのため引張荷重される層で好適に、効率的に使用できる。ガラス繊維は優れた圧縮率を有し、そのため圧縮荷重される層にも正常に使用できる。例として、HTCF 繊維製の引張荷重されるグループと、ガラス繊維製の圧縮荷重されるグループとが、それぞれ1つの層のみを有し、一对を形成する。次に、引張荷重されるグループ (HTCF) が圧縮荷重されるグループ (GF) よりも高いグループ剛性を有する。好ましいグループ比率は、層肉厚を適切に調整することで、したがって断面積を適切に調整することで設定できる。グループ剛性と関連する断面積との積から、グループ引張剛性が得られる。HTCF とガラス繊維とによって構成される対の場合、例として、引張荷重されるグループの層肉厚を 1 mm、圧縮荷重されるグループの層肉厚を 2.5 mm とすることができる。したがって、関連する断面積によって、引張荷重されるグループおよび圧縮荷重されるグループの各グループ引張剛性値をほぼ同等にすることができ、グループ比率値が所望の範囲内となる。その結果、グループ間における剪断応力がほとんどなく、そのため、ばね素線のクリープ挙動が有利なものとなる。

10

20

#### 【0076】

別の好ましい実施形態では、1つもしくは複数の中間層または外層を使用できる。この中間層または外層は、極めて薄いために構成要素の支持挙動にほとんど寄与しないが、例として、その繊維配向方向によってばねの横剛性に寄与するか、または環境媒体の悪影響に対抗する層の終端となる。しかしながら、本発明では、非耐荷重として分類される層が構成するのは、ばね素線の質量 (コアを含まない) の 25% 以下、好ましくは 15%、特に好ましくは 5% のみであることを意図している。

#### 【0077】

さらに好ましくは、より低いグループ剛性を有する圧縮荷重されるグループの質量が、ばね素線の圧縮荷重されるグループの全ての質量を基準として、少なくとも 20%、好ましくは 50%、特に好ましくは 95% の割合を占めるばね素線を使用する。本発明のねじりばねの特に好ましい実施形態によって、引張荷重されるグループが、内側から外側まで同じグループ剛性 (製造公差の範囲内) を有することができる。特に好ましい別の実施形態では、さらに圧縮荷重されるグループも、または圧縮荷重されるグループのみが、内側から外側まで同じグループ剛性 (製造公差の範囲内) を有する。さらに好ましくは、内側に位置する少なくとも1つの圧縮荷重されるグループが、より外側に位置する引張荷重されるグループよりも低いグループ剛性を有する。

30

#### 【0078】

さらに好ましくは、ばね素線の全体質量 (コアを含まない) の少なくとも 50%、好ましくは 75%、特に好ましくは 95% の割合のばね素線のグループが正常に一对に割り当てられている、ばね素線を使用する。

40

#### 【0079】

さらに好ましくは、繊維強化材を含まない外面プラスチックプライまたはマトリックス材から作られたプライを適用する。しかしながら本発明の方法では、荷重が生じるとき、少なくとも 75%、好ましくは 85%、特に好ましくは 95% の弾性エネルギーが、外面プラスチックプライではなく繊維複合材料によって蓄積される。ここでは、外面プラスチックプライは破損するが、繊維強化プライおよび備えられていてもよいコアは損傷を受けないという別の可能性も含まれる。

50

## 【0080】

本発明のばねの計算上の設計には、コンピューター支援を利用することが好ましい。本発明の方法に従って設計を行った後は、従来技術の工程によってばねを製造する。

## 【0081】

本発明では、圧縮荷重されるグループおよび引張荷重されるグループが少ない数の種々の繊維材から構成されるように、ばねの耐荷重断面の材料選択が設計される（非耐荷重である塗装などは無視する）。圧縮荷重されるグループには、安価な材料、例えばガラス繊維（GF）を使用することが好ましい。質量別のエネルギー蓄積密度を増加させるために、引張荷重される繊維の領域で炭素繊維（CF）を使用することもできる。

## 【0082】

本発明のばねのばね素線が、円形断面を有することが好ましい。しかしながら、長円形または多角形の断面でもよい。ばねには、コアが備えられていてもよい。コアは、繊維が長手方向軸線に平行して一方向に伸びる繊維複合材料から構成されることが好ましい。他の好ましい実施形態では、繊維複合材料または非強化プラスチック外殻が軸方向穴を取り囲む中空コアが提供される。さらに好ましくは、コア全体がプラスチックで構成されるか、またはコアが穴のみによって構成される。

## 【0083】

さらに好ましくは、隣接する対の対比率の相互の差がごくわずかであり、それにより対の間で生じる剪断応力が最小化され、したがって、ばね素線のクリープ傾向を最小限にすることができる。前記対比率は、二対のグループの剛性値から計算される。

## 【0084】

本発明のばねは、自動車両および鉄道車両における車両の構造で使用されることが好ましい。しかしながら、ばねに使用される材料が環境条件によって許容できない範囲まで侵されることのない、螺旋ばねまたはより一般のねじりばねの、あらゆる用途分野において使用が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0085】

【図1a】コアを備える螺旋ばねとしての、本発明のねじりばねの一実施形態の図である。

【図1b】コアを備えない螺旋ばねとしての、本発明のねじりばねの別の実施形態の図である。

【図2】中実のコア（1）と、関連する層肉厚および層材料を有する種々の層（ $S_1$  から  $S_j$ ）とを備える、図1aのばねのA-A断面図である。

【図3】管状のコア（1）と、関連する層肉厚および層材料を有する種々の層（ $S_1$  から  $S_j$ ）とを備える、図1aのばねのA-A断面図である。

【図4】コアを有さず、関連する層肉厚および層材料を有する種々の層（ $S_1$  から  $S_j$ ）とを備える、図1bのばねのB-B断面図である。

【図5】繊維布が巻回された、実施例1（表1および表2）に対応する本発明のばね素線の配列の図である。ここでは、層が必ず、ガラス繊維プライ（圧縮荷重される）および炭素繊維プライ（引張荷重される）の形態で交互に配列される。ばねの外側面には、均質な外面プラスチックプライが配列される。

【図6】繊維布が巻回された、実施例2（表3および表4）に対応する本発明のばね素線の配列の図である。ここでは、圧縮荷重される層が玄武岩繊維プライの形態にあり、引張荷重される層が炭素繊維プライの形態にある。4つめのプライでは、ばねが長手方向軸線に沿って配向される繊維を有する。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0086】

表

表1は、繊維布が巻回された、本発明の設計方法の実施例1を示す。ここでは層が必ず、ガラス繊維プライ（圧縮荷重される）および炭素繊維プライ（引張荷重される）の形態

10

20

30

40

50

で交互に配列される。この表は、2つの部分から成り、可読性を向上させるため、特徴情報を記載する最初の4つの列は、第2の部分においても繰り返される。

【0087】

表2は、実施例1で使用される繊維材およびその特性を示す。この特性は従来技術から既知であり、ここで単に照合したものである。

【0088】

表3は、繊維布が巻回された、本発明の設計方法の実施例2を示す。ここでは配列が、ガラス繊維プライまたは玄武岩繊維プライとして圧縮荷重される層を有し、炭素繊維プライとして引張荷重される層を有する。実施例2では、長手方向軸線に沿って配向される繊維が4つめのプライに存在する。この表も同様に2つの部分から成り、可読性を向上させるため、特徴情報を記載する最初の4つの列は、第2の部分においても繰り返される。

10

【0089】

表4は、実施例2で使用される繊維材およびその特性を示す。この特性は従来技術から既知であり、ここで単に照合したものである。

【0090】

全ての実施例では、円環の断面を求める式によって断面積が計算される。それぞれの実施例に対して、ばね素線の部分的描写、ばね素線の特性を説明するための表、および関連する材料の特性を示す表を使用して、事実に基づく固有の状況が説明される。

【0091】

[実施例]

20

[実施例1]

実施例1は、繊維布が巻回されたプライおよび中空コアから構成される、本発明のばね素線配列を示す(図5)。表1および表2は、ばね素線の配列の特性および使用される材料の特性を示す。ばね素線は、圧縮荷重に対するガラス繊維プライと、引張荷重に対する炭素繊維プライとを、必ず交互に使用することを特徴とする。ガラス繊維と炭素繊維との間で繊維剛性値が大きく異なるため、断面積によってグループ引張剛性を相互に調整しなければならない。この実施例においては、1.1mmのガラス繊維層に対して、炭素繊維層の層肉厚が0.4mmと極めて低いことによって、これが達成される。プライ9は、均質なプラスチックプライとして、引張向き荷重方向または圧縮向き荷重方向に優先する繊維強化材を持たないため、非耐荷重層である。その代わりに、プライ9は環境に対して、ばね素線の外面の終端となる。ここでは、環境媒体の影響からの防御、起こり得る衝撃(例えば石の衝撃)からの保護、摩耗からの保護(例えば、ばね板の耐摩擦保護層)、または接点腐食の防止の機能が考えられる。ばね素線断面の全体質量を基準として、非耐荷重層の質量分率は約7%である(存在し得るばね素線コアの質量は無視する)。

30

【0092】

各実施例のガラス繊維層および炭素繊維層が、グループを形成する。全てのグループは、正常に対に割り当てられる。本発明によれば、全ての圧縮荷重されるグループがより低いグループ剛性を有し、したがって、実施例1によって本発明のねじりばねの好ましい変形例が提供される。

【表 1】

プライ	層	グループ	対	分類	荷重	配向方向	材料	プライ肉厚	層肉厚	層径	
Li	Sj	Gk	Pn			[角度]	Mj	LWi [mm]	Wj [mm]	Dj [mm]	
1	1	1	1	耐荷重	圧縮		-45	2	1,10	1,10	8,55
2	2	2	2	耐荷重	引張		45	1	0,40	0,40	9,30
3	3	3	2	耐荷重	圧縮		-45	2	1,10	1,10	10,05
4	4	4	4	耐荷重	引張		45	1	0,40	0,40	10,80
5	5	5	3	耐荷重	圧縮		-45	2	1,10	1,10	11,55
6	6	6	6	耐荷重	引張		45	1	0,40	0,40	12,30
7	7	7	4	耐荷重	圧縮		-45	2	1,10	1,10	13,05
8	8	8	8	耐荷重	引張		45	1	0,40	0,40	13,80
9	9	9		非耐荷重				3	0,50	0,50	14,25

表 1

プライ	層	グループ	対	断面積	質量	FR	層剛性	グループ剛性	グループ引張剛性	グループ比率
Li	Sj	Gk	Pn	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[%]	[GPa]	[GPa]	[kN]	GVn
1	1	1	1	14,77	0,03	0,50	44,70	44,70	660,37	1,03
2	2	2	2	5,84	0,01	0,50	116,00	116,00	677,83	
3	3	3	2	17,37	0,03	0,50	44,70	44,70	776,22	1,01
4	4	4	4	6,79	0,01	0,50	116,00	116,00	787,16	
5	5	5	3	19,96	0,04	0,50	44,70	44,70	892,08	1,00
6	6	6	6	7,73	0,01	0,50	116,00	116,00	896,48	
7	7	7	4	22,55	0,04	0,50	44,70	44,70	1007,93	1,00
8	8	8	8	8,67	0,01	0,50	116,00	116,00	1005,81	
9	9	9		11,19	0,01	プラスチックのみ	非耐荷重	非耐荷重	非耐荷重	非耐荷重

表 1 (続き)

【表 2】

材料番号	種類	剛性クラス	密度[kg/m <sup>3</sup> ]	構成例 - F E C 5 0 %					
				E1 [GPa]	E2 [GPa]	nu12	nu21	G12 [GPa]	
1	CF	HT	1500	116	5,4	0,28	0,01	2,3	
2	GF	S2	1870	44,7	6,4	0,29	0,04	2,4	
3	プラスチック	PA6	1140	2,8	2,8	0,3	0,3	1,1	

表 2

【 0 0 9 3 】

[ 実施例 2 ]

実施例 2 は、繊維布が巻回されたプライおよび中空コアから構成される、本発明のばね素線配列を示す（図 6）。表 3 および表 4 は、ばね素線の配列の特性および使用される材料の特性を示す。長手方向軸線に対する同一の繊維角度、および同一の繊維材を適用することが技術的に可能であるため、プライ 1 およびプライ 2 が 1 つの層（ $S_1$ ）のみを形成

10

20

30

40

50

する。例として、コイリング工程において、個々のローピングに均一な適用構造を形成させて、個々のローピングが相対して変位すること、および/または個々のローピングが部分的に重なることを防ごうとする場合に、同一の繊維角度および同一の繊維材の繊維を複数のプライで適用することが有利であることを実証できる。層  $S_1$  によってグループ  $G_1$  が得られる。ばね素線の内側深くに位置するこの圧縮荷重されるグループに対して炭素繊維を使用しているが、それはここで生じる引張強度値が比較的 low、したがって材料の耐荷重性能を超えることがないためである。実施例 2 におけるプライ 4 は、繊維角度が  $0^\circ$  の炭素繊維プライから構成される。この層の繊維角度は、 $20^\circ$  から  $70^\circ$  の範囲、または  $-20^\circ$  から  $-70^\circ$  の範囲外であり、そのため前記層は非耐荷重に分類される。この種の層は、ばね軸線の周りに螺旋状に巻回されたばね素線の、横方向の荷重に対する堅牢性において有利な効果を有し、そのため一定の質量分率までは有用である。この場合、非耐荷重層の質量分率は約 16% であり、したがってばね素線の全体質量を基準として 25% 未満である。さらに外側に位置する圧縮荷重されるプライ ( $L_5$ 、 $L_6$ 、 $L_8$ ) は、玄武岩繊維プライから構成される。本発明によれば、玄武岩繊維プライは、最も高いグループ剛性を有する引張荷重されるプライ (例えば  $L_9$ ) よりも低いグループ剛性を有する。 $L_5$  のグループ剛性は、ここでは 58% 低く、プライ  $L_6$  およびプライ  $L_8$  のグループ剛性は 62% 低い。より低いグループ剛性を有する圧縮荷重される繊維プライの質量分率は 82% であり、これはプライ  $L_1$  および  $L_2$  の質量のみが、この基準を満たさないためである。同時に、引張荷重されるプライ  $L_9$  のグループ剛性は 139 GPa であり、したがってこれは所要となる 60 GPa を大幅に上回るものである。引張荷重されるプライの全

10

20

【表 3】

プライ	層	グループ	対	分類	荷重	配向方向 [角度]	材料	プライ肉厚 LW1 [mm]	層肉厚 Wj [mm]	層径 Dj [mm]
Li	Sj	Gk	Pn				Mj			
1	1	1	1	耐荷重	圧縮	-45	-45	1	0,5	0,5
2	2	2	1	耐荷重	圧縮	-45	-45	1	0,7	0,7
3	3	3	2	耐荷重	引張	45	45	1	1,05	1,05
4	4	4	3	非耐荷重		0	0	1	1,35	1,35
5	5	5	4	耐荷重	圧縮	-45	-45	2	0,4	0,4
6	6	6	2	耐荷重	圧縮	-40	-40	2	1	1
7	7	7	4	耐荷重	引張	45	45	1	0,5	0,5
8	8	8	5	耐荷重	圧縮	-40	-40	2	1,1	1,1
9	9	9	3	耐荷重	引張	45	45	1	0,4	0,4

表 3

プライ	層	グループ	対	断面積	質量	FVG	層剛性	グループ剛性 [GPa]	グループ引張剛性 [kN]	グループ比率 GVn
Li	Sj	Gk	Pn	[mm2]	[kg/m]	[%]	[GPa]	[GPa]		
1	1	1	1	5,69	0,009	60%	139,00	139,00	1991,27	1,00
2	2	2	1	8,63	0,013	60%	139,00	139,00		
3	3	3	2	14,39	0,022	60%	139,00	139,00	2000,27	1,00
4	4	4	3	21,05	0,033	60%	非耐荷重	非耐荷重	非耐荷重	非耐荷重
5	5	5	4	6,79	0,014	60%	58,00	58,00	1340,96	1,00
6	6	6	2	18,06	0,038	60%	52,45	52,45	1337,34	1,00
7	7	7	4	9,62	0,015	60%	139,00	139,00	1337,34	1,00
8	8	8	5	22,55	0,047	60%	52,45	52,45	1182,58	1,02
9	9	9	3	8,67	0,013	60%	139,00	139,00	1205,24	1,02

表 3 (続き)

【表 4】

材料番号	種類	剛性クラス	構成例 - F V G 6 0 %					
			密度	E1 [GPa]	E2 [GPa]	nu12	nu21	G12 [GPa]
1	CF	HT	1550	139	6,3	0,26	0,01	3,8
2	BF		2100	58	8	0,28	0,04	3,5

表 4

10

20

30

40

50

## 【符号の説明】

## 【0094】

$L_i$  プライ  $i$  (自然数 [ 1、I ] の有限範囲内の数インデックス  $i$ )

$LW_i$  プライ  $i$  の肉厚

$S_j$  層  $j$  (自然数 [ 1、J ] の有限範囲内の数インデックス  $j$ )

$\theta_j$  層  $S_j$  の長手方向軸線に対する配向角度

1 ばね素線コア (備えられていてもよい)

$M_j$  層  $S_j$  の材料

$D_j$	層 $S_j$ の直径	
$W_j$	層 $S_j$ の肉厚	
$E_{S_j}$	層 $S_j$ の剛性	
$E_1$	材料 $M_j$ の繊維に対して長手方向の剛性	
$E_2$	材料 $M_j$ の繊維方向に対して垂直の剛性	
$G_{12}$	材料 $M_j$ の剪断係数	
$\nu_{12}$	材料 $M_j$ の主ポアソン比	
$\nu_{21}$	材料 $M_j$ の従ポアソン比	
$G_k$	グループ $k$ (自然数 [ 1、 $K$ ] の有限範囲内の数インデックス $k$ )	
$A_{S_j}$	層 $S_j$ の断面積	10
$E_{G_k}$	グループ $G_k$ のグループ剛性	
$F_{G_k}$	グループ $G_k$ のグループ引張剛性	
$P_n$	対 $n$ (自然数 [ 1、 $N$ ] の有限範囲内の数インデックス $n$ )	
$GV_n$	引張荷重されるグループおよび圧縮荷重されるグループから計算されるグループ比率 $n$	
$D_a$	ばね素線の外径	
$C_F$	炭素繊維	
$G_F$	ガラス繊維	
$B_F$	玄武岩繊維	
$S_2$	高剛性ガラス繊維	20
$E$	通常剛性ガラス繊維	
$H_T$	通常剛性 (高強度) 炭素繊維	
	引用非特許文献	
	Helmut Schurmann: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden [Design with fiber-plastics composites], 1 <sup>st</sup> edition, Springer Verlag 2005	

【 図 1 a 】

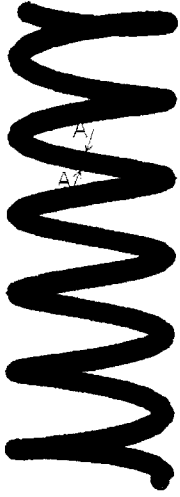


Fig. 1a

【 図 1 b 】

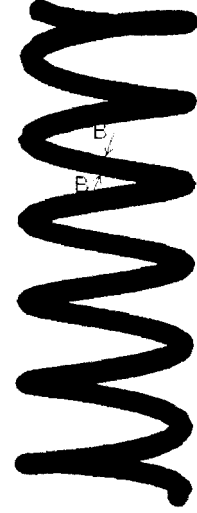


Fig. 1b

【 図 2 】

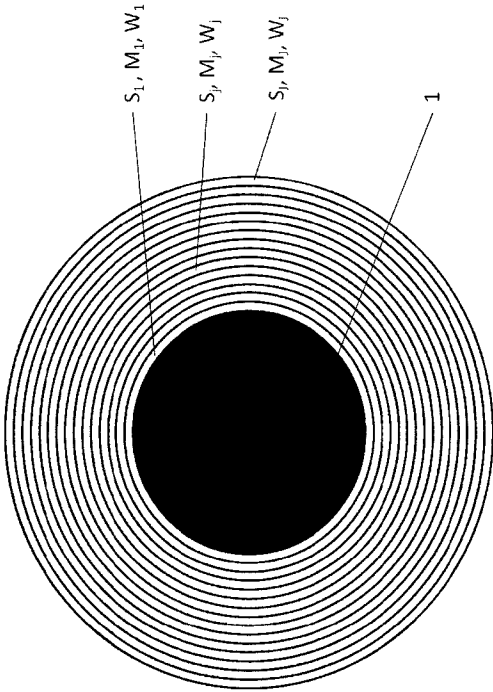


Fig. 2

【 図 3 】

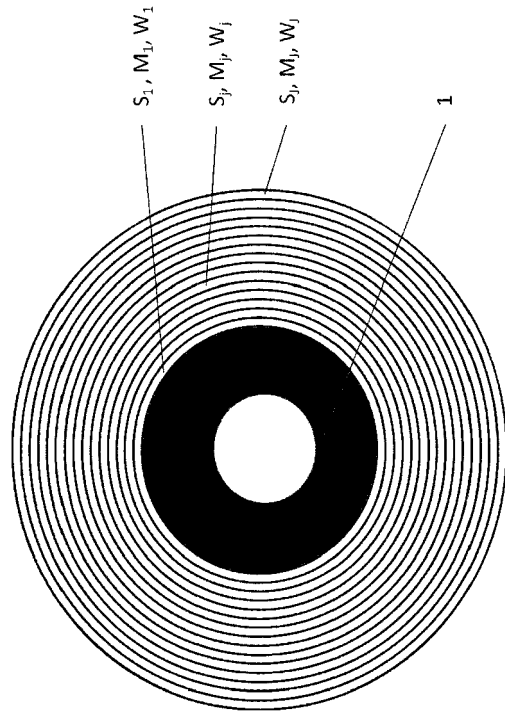


Fig. 3

【 図 4 】

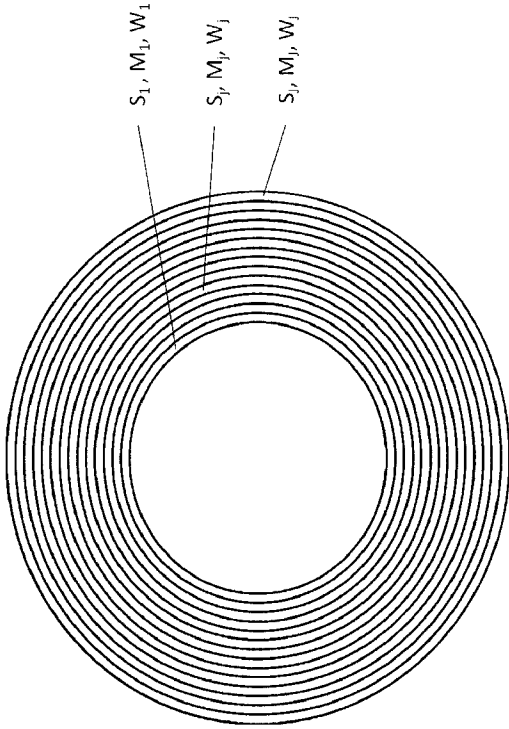


Fig. 4

【 図 5 】

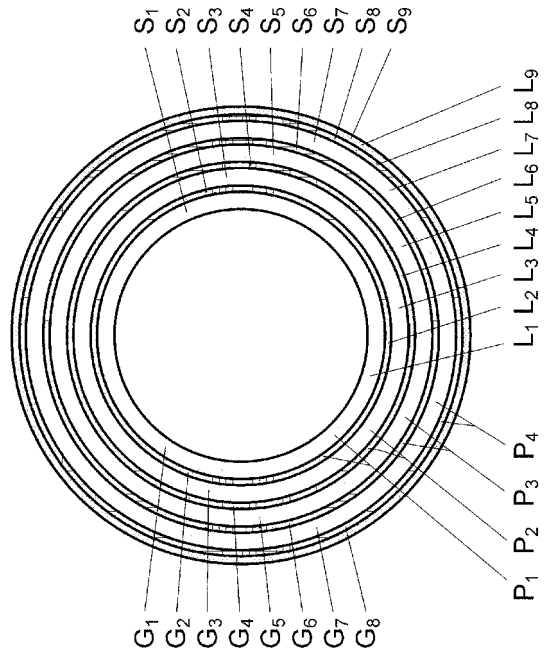


Fig. 5

【 図 6 】

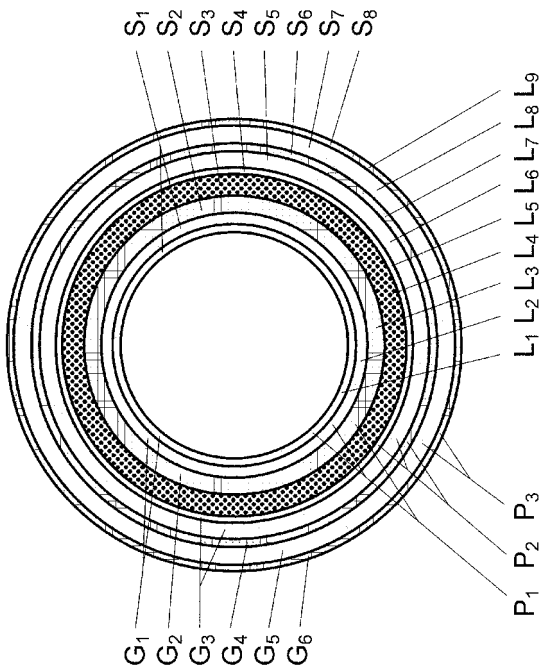


Fig. 6

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2015/058031
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F16F1/366 B29C70/30 ADD. B29L31/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29L F16F B29C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 859 735 A1 (SARDOU MAX [FR]) 18 March 2005 (2005-03-18) page 1, line 5 - line 10 page 3, line 30 - page 6, line 31; figures 1-3	1-17
A	----- EP 0 637 700 A2 (TOHO RAYON KK [JP]; SHOWA CORP [JP]) 8 February 1995 (1995-02-08) cited in the application page 3, line 29 - line 34; figures 1,3 -----	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  22 July 2015		Date of mailing of the international search report  31/07/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Bibollet-Ruche, D

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/058031

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2859735	A1	18-03-2005	EP 1663620 A1 07-06-2006
			ES 2538353 T3 19-06-2015
			FR 2859735 A1 18-03-2005
			US 2007084181 A1 19-04-2007
			WO 2005028189 A1 31-03-2005
-----			
EP 0637700	A2	08-02-1995	DE 69418394 D1 17-06-1999
			DE 69418394 T2 30-09-1999
			EP 0637700 A2 08-02-1995
			JP 3009311 B2 14-02-2000
			JP H0742778 A 10-02-1995
			US 5685525 A 11-11-1997
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2015/058031

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. F16F1/366 B29C70/30 ADD. B29L31/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29L F16F B29C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 859 735 A1 (SARDOU MAX [FR]) 18. März 2005 (2005-03-18) Seite 1, Zeile 5 - Zeile 10 Seite 3, Zeile 30 - Seite 6, Zeile 31; Abbildungen 1-3	1-17
A	EP 0 637 700 A2 (TOHO RAYON KK [JP]; SHOWA CORP [JP]) 8. Februar 1995 (1995-02-08) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeile 29 - Zeile 34; Abbildungen 1,3	1-22
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. Juli 2015		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 31/07/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Bibollet-Ruche, D

1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/058031

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2859735	A1	18-03-2005	EP	1663620 A1	07-06-2006
			ES	2538353 T3	19-06-2015
			FR	2859735 A1	18-03-2005
			US	2007084181 A1	19-04-2007
			WO	2005028189 A1	31-03-2005
-----					
EP 0637700	A2	08-02-1995	DE	69418394 D1	17-06-1999
			DE	69418394 T2	30-09-1999
			EP	0637700 A2	08-02-1995
			JP	3009311 B2	14-02-2000
			JP	H0742778 A	10-02-1995
			US	5685525 A	11-11-1997
-----					

## フロントページの続き

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 9 C 70/20 (2006.01)</b>	B 2 9 C 70/20	
B 2 9 K 105/08 (2006.01)	B 2 9 K 105:08	

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

(74) 代理人 100114188  
弁理士 小野 誠

(74) 代理人 100119253  
弁理士 金山 賢教

(74) 代理人 100124855  
弁理士 坪倉 道明

(74) 代理人 100129713  
弁理士 重森 一輝

(74) 代理人 100137213  
弁理士 安藤 健司

(74) 代理人 100143823  
弁理士 市川 英彦

(74) 代理人 100151448  
弁理士 青木 孝博

(74) 代理人 100183519  
弁理士 櫻田 芳恵

(74) 代理人 100196483  
弁理士 川崎 洋祐

(74) 代理人 100203035  
弁理士 五味淵 琢也

(74) 代理人 100185959  
弁理士 今藤 敏和

(74) 代理人 100160749  
弁理士 飯野 陽一

(74) 代理人 100160255  
弁理士 市川 祐輔

(74) 代理人 100202267  
弁理士 森山 正浩

(74) 代理人 100146318  
弁理士 岩瀬 吉和

(74) 代理人 100127812  
弁理士 城山 康文

(72) 発明者 キーレ, ヨルン  
ドイツ国、0 1 0 9 9・ドレスデン、マルティン - ルター - ブラッツ・2

(72) 発明者 ハッフェンバック, ヴェルナー  
ドイツ国、0 1 3 2 4・ドレスデン、ワイゼンベルガー・シュトラッセ・1 階

(72)発明者 レッペル, マルティン  
ドイツ国、0 1 2 7 9・ドレスデン、キップスドルファー・シュトラッセ・1 4 9

(72)発明者 ヴェルナー, イェンス  
ドイツ国、0 1 6 4 0・コスヴィツヒ、レントゲンシュトラッセ・2

Fターム(参考) 3J059 AB11 BA02 BA36 BB01 BC13 BD04

4F100 AA37B AA37D AA37E AG00A AG00C AG00E BA05 BA25 BA26 DG01A

DG01B DG01C DG01D DG01E DG11A DG11B DG11C DG11D DG11E DG14A

DG14B DG14C DG14D DG14E EH03 EH11 GB32 JK01 JK02 JK05

4F205 AA36 AB11 AD16 AG14 AH15 HA02 HA33 HA37 HA46 HB01

HC02 HC17