

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年12月7日(07.12.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/234364 A1

- (51) 国際特許分類:  
*F16F 1/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/020333
- (22) 国際出願日: 2023年5月31日(31.05.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
17/830,147 2022年6月1日(01.06.2022) US
- (71) 出願人: 日本発條株式会社(NHK SPRING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 西澤 真一 (NISHIZAWA, Shinichi); 48377 ミシガン州ノバイ、マジエラン・ドライブ 46855、エヌエイチケー・イ

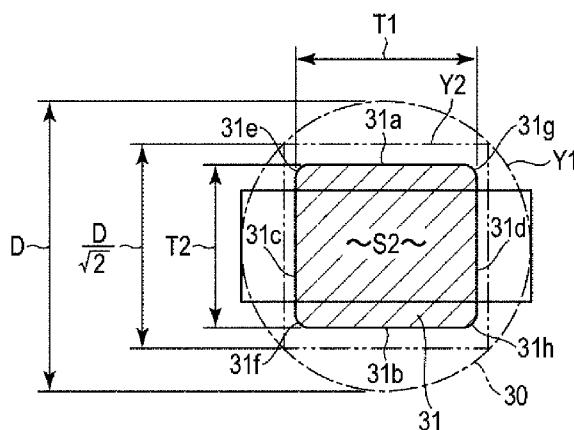
ンターナショナル・コーポレーション内 Michigan (US). 古瀬 武志(FURUSE, Takeshi); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 森山 千里(MORIYAMA, Senri); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: COIL SPRING

(54) 発明の名称: コイルばね



(57) Abstract: A coil spring according to one embodiment comprises an element wire (2) having a first end (2a) and second end (2b). The element wire (2) has a circular cross-section part (30) that has a circular first cross-section (S1) which is at a right angle to the length direction of the element wire (2), a quadrangular cross-section part (31) that has a quadrangular second cross-section (S2) which is at a right angle to the length direction, and a cross-section transition part (32) that is formed between the circular cross-section part (30) and the quadrangular cross-section part (31). The cross-section of the cross-section transition part (32) changes from circular to quadrangular, from the circular cross-section part (30) toward the quadrangular cross-section part (31). An end turn part (11) of the coil spring includes the quadrangular cross-section part (31). The width (T1) and the thickness (T2) of the second cross-section (S2) are each less than the diameter (D) of the first cross-section (S1). The area of the second cross-section (S2) is less than the area of a square (Y2) inscribed in a circle of the diameter (D) of the first cross-section (S1).



WO 2023/234364 A1

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 1つの実施形態に係るコイルばねは、第1の端(2a)と第2の端(2b)とを有する素線(2)からなる。素線(2)は、素線(2)の長さ方向と直角な断面が円形の第1の断面(S1)を有する円形断面部(30)と、前記長さ方向と直角な断面が四角形の第2の断面(S2)を有する四角形断面部(31)と、円形断面部(30)と四角形断面部(31)との間に形成された断面変化部(32)とを有している。断面変化部(32)は、円形断面部(30)から四角形断面部(31)に向かって、断面が円形から四角形に変化する。該コイルばねの座巻部(11)は四角形断面部(31)を含んでいる。第2の断面(S2)の幅(T1)と厚さ(T2)は、それぞれ、第1の断面(S1)の直径(D)よりも小さい。第2の断面(S2)の面積は、第1の断面(S1)の直径(D)の円に内接する正方形(Y2)の面積よりも小さい。

## 明 細 書

発明の名称： コイルばね

### 技術分野

[0001] この発明は、例えば車両の懸架装置などに使用されるコイルばねに関する。

### 背景技術

[0002] 車両の懸架装置に使用されるコイルばねの一例は、螺旋形に巻かれた素線からなる。一般にコイルばねの素線の断面（素線の長さ方向と直角な断面）は円形である。前記コイルばねは、懸架装置の第1のばね座に接する第1の座巻部と、第2のばね座に接する第2の座巻部と、前記第1の座巻部と前記第2の座巻部との間の有効部とを有している。前記有効部は複数の巻部を有している。

[0003] このコイルばねが荷重によって所定長さに圧縮された状態において、前記有効部の前記巻部の間に隙間が存在している。座巻部は、荷重の大きさにかかわらず常にばね座に接している。有効部の一部は荷重の大きさに応じてばね座に接したり、ばね座から離れたりする。

[0004] 前記コイルばねは、想定された最小荷重と最大荷重との間で、所定のストロークで伸縮する。車両によっては、非線形特性を有するコイルばねが望まれることがある。非線形特性を有するコイルばねは、荷重の大きさに応じてばね定数が増加する。例えば荷重が小さいうちはコイルばねが第1のばね定数で撓み、荷重が大きくなると第2のばね定数で撓む。第2のばね定数は、第1のばね定数よりも大きい。

[0005] 有効部の途中から素線の端に向かって素線径が減少するテーパ部を有したテーパコイルばねも知られている。テーパコイルばねは、テーパ部の剛性が小さいため、小荷重域では主にテーパ部が撓む。荷重が大きくなると主にテーパ部が密着状態となり、主に有効部が撓むため、非線形特性となる。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開昭57-11743号公報  
特許文献2：米国特許第4,111,407号明細書  
特許文献3：特開昭56-141431号公報  
特許文献4：特開2000-337415号公報  
特許文献5：特開昭54-52257号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 特開昭57-11743号公報（特許文献1）や米国特許第4,111,407号明細書（特許文献2）に記載されたテーパコイルばねは、有効部の途中から座巻部に向かって素線径が減少している。特開昭56-141431号公報（特許文献3）に記載されたテーパコイルばねは、テーパ部と座巻部の素線の断面が円形に近い丸みを帯びた8角形である。このように断面が略円形の素線からなるコイルばねにおいて、素線径が極端に小さい部分を成形することは容易でない。
- [0008] 例えば塑性加工によって素線径を十分小さくするには、特殊な圧延ロールを用いる必要がある。切削やスエージングによって線径を小さくすることもできるが、加工に要するコストが高く、加工時間が長くなるなど、実用に不向きである。このような事情から、素線の一部の素線径を極端に小さくすることが困難であった。
- [0009] 非線形特性のコイルばねにおいて、テーパ部と小断面部（小径部）の素線径を小さくすることに限界があっても、テーパ部と小断面部の巻き数を多くすれば小荷重域でのばね定数を下げることが可能である。非線形特性のコイルばねのテーパ部と小断面部は、荷重が大きくなると密着状態となる。このため密着状態となったテーパ部と小断面部とは、ばねとして機能しない死巻部となる。死巻部の巻き数が多いコイルばねは、車両の重量が大きくなる原因となる。
- [0010] 特開2000-337415号公報（特許文献4）や特開昭54-522

57号公報（特許文献5）に記載されたコイルばねは、素線の長さ方向の一部（座巻部を含む部分）を圧延することにより、扁平な断面のフラット部を形成している。前記フラット部は、一般の圧延ロールを用いて形成することができる。しかし前記フラット部は、円形断面の素線と比較して断面二次極モーメントが格段に大きい。このためフラット部を有する非線形特性のコイルばねは、所望の非線形特性が得られても、軽量化させることが困難であった。

[0011] 本発明の目的は、非線形特性を有しかつ軽量なコイルばねを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0012] 本発明の1つの実施形態は、第1の端と第2の端とを有する素線からなるコイルばねであって、前記素線の前記第1の端を含む第1の座巻部と、前記素線の前記第2の端を含む第2の座巻部と、有効部とを有している。前記有効部は、前記第1の座巻部と前記第2の座巻部との間に形成された複数の巻部を有し、互いに隣り合う前記巻部の間に隙間を存している。

[0013] 本実施形態の素線は、素線の長さ方向と直角な断面が円形の第1の断面を有した円形断面部と、前記長さ方向と直角な断面が四角形の第2の断面を有する四角形断面部と、断面変化部とを有している。前記四角形断面部は、少なくとも第1の巻部と第2の巻部とを有し、前記第2の断面の幅と厚さとが、それぞれ、前記第1の断面の直径よりも小さい。しかも前記第2の断面の面積が、前記第1の断面の直径の円に内接する正方形の面積よりも小さい。前記断面変化部は、前記素線の前記円形断面部と前記四角形断面部との間に形成され、前記長さ方向と直角な断面が、前記円形断面部から前記四角形断面部に向かって、円形から四角形に変化しかつ断面面積が減少する。

[0014] 前記四角形断面部は、圧延ロール等を用いて比較的容易に加工することが可能である。前記四角形断面部の断面面積を小さくする加工は、円形断面部の断面面積を小さくする加工と比較して容易である。

[0015] 前記四角形断面部が、該コイルばねの径方向に沿う第1の平面および第2

の平面と、該コイルばねの中心軸に沿う第3の平面および第4の平面とを有してもよい。本実施形態のコイルばねは、圧縮された状態において前記第1の巻部と前記第2の巻部とが互いに接する当接部を有してもよい。

[0016] 前記断面変化部が、前記第1の平面に連なる第1の面と、前記第2の平面に連なる第2の面と、前記第3の平面に連なる第3の面と、前記第4の平面に連なる第4の面と、前記第1の面と前記第3の面との間の第1円弧部と、前記第2の面と前記第3の面との間の第2円弧部と、前記第1の面と前記第4の面との間の第3円弧部と、前記第2の面と前記第4の面との間の第4円弧部とを有してもよい。

[0017] 前記第2の断面の幅と厚さとが互いに異なってもよい。前記第2の断面の幅が厚さよりも大きくてもよい。また前記第2の断面の幅と厚さとが実質的に同じであってもよい。前記第1の断面の前記幅と前記厚さとが、それぞれ、前記第1の断面の直径の円に内接する正方形の一辺の長さよりも小さくてもよい。前記第2の断面の前記幅と前記厚さとが、それぞれ、前記第1の断面の直径のルート( $\sqrt{\quad}$ ) 2分の1以下であってもよい。前記四角形断面部が少なくとも2.0巻き以上で、前記四角形断面部が前記第1の端から前記第1の座巻部を超える長さを有してもよい。前記断面変化部が少なくとも1.0巻き以上であってもよい。

### 発明の効果

[0018] 前記四角形断面部は、圧延ロール等を用いて比較的容易に加工することが可能である。前記四角形断面部の断面積を小さくする加工は、円形断面部の断面積を小さくする加工と比較して容易である。

### 図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1の実施形態に係るコイルばねの斜視図である。

[図2]図1に示されたコイルばねが圧縮された状態において、同コイルばねの一部を断面で表した斜視図である。

[図3]コイルリングされる前の前記コイルばねの素線の一部を示した側面図である。

[図4]前記素線の四角形断面部の一例を模式的に示した断面図である。

[図5]断面が互いに異なる3種類の素線のそれぞれの断面二次極モーメントを示した図である。

[図6]図1に示されたコイルばねのばね特性（撓みと荷重との関係）を模式的に表した図である。

[図7]同コイルばねの下端からの位置と応力との関係を示した図である。

[図8]圧延装置を模式的に示した斜視図である。

[図9]コイリングマシンの一部の平面図である。

[図10]第2の実施形態に係るコイルばねの斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下に本発明の第1の実施形態に係るコイルばねについて、図1から図9を参照して説明する。

図1は、自動車等の車両の懸架装置に使用されるコイルばね1を示している。コイルばね1は、螺旋形に巻かれた素線2を有している。素線2は例えばばね鋼からなり、第1の端2aと第2の端2bとを有している。コイルばね1は、素線2の第1の端2aを含む第1の座巻部11と、第2の端2bを含む第2の座巻部12と、有効部13とを有している。

[0021] 有効部13は、第1の座巻部11と第2の座巻部12との間に形成され、複数の巻部13aを有している。コイルばね1が車両の懸架装置に組込まれると、第1の端2aを含む第1の座巻部11が上側に位置し、第2の端2bを含む第2の座巻部12が下側に位置する。この場合、コイルばね1の中心軸C1が上下方向に延びている。中心軸C1と直角な方向（図2に両方向矢印C2で示す）がコイルばね1の径方向である。

[0022] 有効部13の一例は、ピッチP1（図1に示す）が一定でかつコイル径R1が実質的に一定の円筒形である。ここで「実質的に一定」とは、コイリングマシンによって製造されたコイルばねの公差の範囲のばらつきや、スプリングバックによる許容範囲のばらつきが実用上無視できる程度であることを意味している。なおピッチP1とコイル径R1とが、中心軸C1に沿う方向

に変化する非円筒形のコイルばねであってもよい。

[0023] 第1の座巻部11は、懸架装置の上側のばね座20（図2に示す）によって支持される。第2の座巻部12は、懸架装置の下側のばね座21（図1に示す）によって支持される。コイルばね1は、上側のばね座20と下側のばね座21との間で圧縮される。コイルばね1が所定の荷重域（懸架装置として使用される荷重の範囲）で圧縮された状態において、有効部13は、互いに隣り合う巻部13aの間に隙間G1を有している。

[0024] 車両の懸架装置に使用されるコイルばね1は、想定される最小荷重と最大荷重との間の荷重域で使用される。有効部13は、最大に圧縮されたフルバンプ状態と、最大に伸びたフルリバウンド状態とのいずれにおいても、互いに隣り合う巻部13aどうしが互いに接することがなく、ばねとして有効に機能する。

[0025] 図2は、コイルばね1が圧縮された状態で、コイルばね1の一部（座巻部11付近）を断面で表した斜視図である。本実施形態のコイルばね1は、円形断面部30と、四角形断面部31と、断面変化部32とを含んでいる。断面変化部32は、円形断面部30と四角形断面部31との間に形成されている。第1の座巻部11は四角形断面部31を含み、螺旋形に成形されている。第2の座巻部12は円形断面部30の一部を含み、螺旋形に成形されている。有効部13は円形断面部30からなり、螺旋形に成形された複数の巻部13aを有している。

[0026] 図3は、素線2がコイルリングされる前の素線2の一部を示している。素線2の中心を通る軸線X1は、素線2の長さ方向に延びている。図3に示された素線2は、長さL1の円形断面部30と、長さL2の四角形断面部31と、長さL3の断面変化部32とを有している。円形断面部30は、有効部13の複数の巻部13aに必要な長さL1を有している。

[0027] 四角形断面部31は、素線2の第1の端2aから長さL2にわたって形成されている。長さL2は、螺旋形に成形されたコイルばね1の2巻以上に相当する。断面変化部32は、円形断面部30と四角形断面部31との間に、

長さ $L_3$ にわたって形成されている。四角形断面部31は、第1の端2aから第1の座巻部11を超える長さ $L_2$ を有し、少なくとも第1の巻部41と第2の巻部42とを有している。

[0028] 図2に示されたように円形断面部30は、素線2の軸線 $X_1$ と直角な第1の断面 $S_1$ を有している。第1の断面 $S_1$ は円形である。第1の断面 $S_1$ は、素線2の長さ方向（軸線 $X_1$ に沿う方向）に実質的に一定である。第2の座巻部12は円形断面部30の一部からなるため、素線2の断面が円形である。第2の座巻部12の素線径（素線2の断面の直径）は有効部13の素線径と同じである。

[0029] 四角形断面部31は、素線2の軸線 $X_1$ と直角な断面が四角形の第2の断面 $S_2$ を有している。四角形断面部31は、上側の第1の平面31aと、下側の第2の平面31bと、外側の第3の平面31cと、内側の第4の平面31dとを有している。第1の平面31aと第2の平面31bとは、それぞれ、コイルばね1の径方向（図2中に両方向矢印 $C_2$ で示す）に沿っている。第3の平面31cと第4の平面31dとは、それぞれ、コイルばね1の中心軸 $C_1$ に沿っている。

[0030] 図2は、コイルばね1が中心軸 $C_1$ に沿う荷重によって圧縮された状態を示している。四角形断面部31は第1の巻部41と第2の巻部42とを有している。第2の巻部42のコイル径 $r_2$ は、第1の巻部41のコイル径 $r_1$ よりも小さいか、または第1の巻部41のコイル径 $r_1$ と同じである。コイルばね1が圧縮されると、第1の巻部41の第1の平面31aと、第2の巻部42の第2の平面31bとが、コイルばね1の中心軸 $C_1$ に沿う方向に重なる。これにより、第1の巻部41と第2の巻部42とが厚さ方向に互いに接する当接部43が形成される。このため第2の巻部42が第1の巻部41の内側に入り込むこと（滑り込み）を回避することができた。

[0031] 図4は、四角形断面部31の一例を模式的に示した断面図である。第2の断面 $S_2$ は、正方形または長方形を含む四角形である。図4において、第1の平面31aと第2の平面31bのそれぞれの幅が $T_1$ で表わされている。

第3の平面31cと第4の平面31dのそれぞれの厚さがT2で表わされている。四角形断面部31の断面（第2の断面S2）は、素線2の長さ方向（軸線X1に沿う方向）に実質的に一定である。

[0032] 図4に示されたように、第2の断面S2の幅T1と厚さT2は、それぞれ、第1の断面S1の直径Dよりも小さい。第2の断面S2の面積は、T1とT2との積、すなわち $(T1 \cdot T2)$ で表わされる。図4中の1点鎖線は、直径Dの円Y1を表わしている。円Y1は素線2の外周面の輪郭に相当する。図4中の2点鎖線は、円Y1に内接する正方形Y2を表わしている。四角形断面部31の断面積すなわち第2の断面S2の面積は、円Y1に内接する正方形Y2の面積よりも小さい。すなわち $T1 < D$ 、 $T2 < D$ 、かつ $T1 \cdot T2 < D^2 / 2$ という関係である。

[0033] 四角形断面部31の断面の幅T1が厚さT2よりも大きいてもよい。その場合、正方形の断面と比較して当接部43の接触面積を大きくすることができる。幅T1が厚さT2よりも大きければ、断面が円形の素線からなる座巻部と比較して、コイル径方向（図2に両方向矢印C2で示す）の剛性を大きくすることができる。ただし幅T1と厚さT2とが互いに同じであってもよい。幅T1と厚さT2とが、それぞれ、第1の断面の直径Dのルート（ $\sqrt{\quad}$ ）2分の1以下であるとよい。

[0034] 第1の平面31aと第3の平面31cとがなす角度は、例えば $90^\circ$ である。第1の平面31aと第4の平面31dとがなす角度は、例えば $90^\circ$ である。第2の平面31bと第3の平面31cとがなす角度は、例えば $90^\circ$ である。第2の平面31bと第4の平面31dとがなす角度は、例えば $90^\circ$ である。

[0035] 第1の平面31aと第3の平面31cとの間に、丸みを帯びた第1のコーナ一部31eが形成されていてもよい。第2の平面31bと第3の平面31cとの間に、丸みを帯びた第2のコーナ一部31fが形成されていてもよい。第1の平面31aと第4の平面31dとの間に、丸みを帯びた第3のコーナ一部31gが形成されていてもよい。第2の平面31bと第4の平面31

dとの間に、丸みを帯びた第4のコーナー部31hが形成されていてもよい。

[0036] 断面変化部32の断面（軸線X1と直角な第3の断面S3）は、円形断面部30から四角形断面部31に向かって、円形から四角形に徐々に変化するとともに断面積が減少する。断面変化部32は、円形断面部30と四角形断面部31との間に、1.0巻以上形成されている。

[0037] 図2に示されたように、断面変化部32の断面（第3の断面S3）は、第1の面32aと、第2の面32bと、第3の面32cと、第4の面32dとを有している。第1の面32aと第3の面32cとの間に、第1円弧部32eが形成されている。第2の面32bと第3の面32cとの間に、第2円弧部32fが形成されている。第1の面32aと第4の面32dとの間に、第3円弧部32gが形成されている。第2の面32bと第4の面32dとの間に、第4円弧部32hが形成されている。

[0038] 第1の面32aは、四角形断面部31の第1の平面31aに連なっている。第2の面32bは第2の平面31bに連なっている。第3の面32cは第3の平面31cに連なっている。第4の面32dは第4の平面31dに連なっている。第1の面32aと第2の面32bとは、それぞれ、コイルばね1の径方向（図2に両方向矢印C2で示す）に沿っている。第3の面32cと第4の面32dとは、それぞれ、コイルばね1の中心軸C1に沿っている。

[0039] 第1円弧部32eは、四角形断面部31の第1のコーナー部31e（図4に示す）に連なっている。第2円弧部32fは、四角形断面部31の第2のコーナー部31fに連なっている。第3円弧部32gは、四角形断面部31の第3のコーナー部31gに連なっている。第4円弧部32hは、四角形断面部31の第4のコーナー部31hに連なっている。

[0040] 図5は、断面が互いに異なる3種類の素線について、それぞれの長さ方向の位置と断面二次極モーメント（ねじり剛性）との関係を表した図である。図5中の実線M1は、四角形断面部31を有する素線2の断面二次極モーメントを示している。円形断面部30の素線径は15.4mm、四角形断面部

31の幅 $T_1$ と厚さ $T_2$ は、それぞれ、約6mmである。

[0041] 図5において、横軸のゼロ(0)から長さ $L_3a$ が断面変化部32の断面二次極モーメント、長さ $L_2a$ が四角形断面部31の断面二次極モーメントである。四角形断面部31の断面二次極モーメントは、円形断面部30の断面二次極モーメントと比較して十分小さい。

[0042] 図5中の2点鎖線M2は、フラッターパ部を有する比較例Aの素線の断面二次極モーメントを示している。比較例Aの素線は、円形断面部の素線径が15.4mmである。この円形断面部の端から、素線の先端までの長さ $L_4$ にわたり、フラッターパ部を有している。フラッターパ部の断面(素線の長さ方向と直角な断面)は扁平な長方形である。フラッターパ部の端面の幅は15.4mm以上、厚さは5.5mmである。

[0043] フラッターパ部を有した比較例Aの断面二次極モーメント(2点鎖線M2)は、四角形断面部31を有する素線2の断面二次極モーメント(実線M1)と比較して格段に大きい。比較例Aの素線からなるコイルばねの場合、小荷重域で撓むときの第1のばね定数を小さくするには、フラッターパ部の巻き数を多くする必要がある。このため比較例Aのコイルばねは、第2のばね定数で撓むとき(大荷重域)に、ばねとして機能しない死巻部の巻き数が多くなり、その分、重量が大きくなる。

[0044] 図5中の破線M3は、ラウンドテーパ部を有する比較例Bの素線の断面二次極モーメントを示している。比較例Bの素線は、円形断面部の端から長さ $L_3a$ のラウンドテーパ部と、長さ $L_2a$ の小断面部(素線径11.4mm)とを有している。円形断面部の素線径は15.4mmである。比較例Bの断面二次極モーメント(破線M3)は、四角形断面部31を有する素線2の断面二次極モーメント(実線M1)よりも大きい。

[0045] 比較例Bの素線からなるコイルばねの場合、小荷重域で撓むときの第1のばね定数を小さくするには、ラウンドテーパ部の巻き数を多くする必要がある。このため第2のばね定数で撓むとき(大荷重域)に、ばねとして機能しない死巻部の巻き数が多くなり、その分、重量が大きくなる。しかも、断面

が円形の素線を加工することによってラウンドテーパ部を形成することは容易ではない。これに対し四角形断面部31は、少なくとも一對の圧延ロールを用いて比較的容易に加工することができる。

[0046] 図6は、四角形断面部31を有するコイルばね1のばね特性（荷重と撓みとの関係）を模式的に表している。図6中の横軸は撓みを示し、縦軸は荷重を示している。コイルばね1は、下側のばね座21（図1に示す）と上側のばね座20（図2に示す）との間で圧縮される。荷重がゼロからW1の間は、主として四角形断面部31が撓む。

[0047] このため図6中の線K1で示すように、比較的小さなばね定数の第1のばね定数域E1となる。荷重がW1を越えると、四角形断面部31が密着状態となり、主として円形断面部30が撓む。このため図6中の線K2で示すように、ばね定数が大きくなる（第2のばね定数域E2）。

[0048] 図7は、コイルばね1が圧縮されたときに素線の内側に生じる応力と、素線2の下端からの位置との関係を示している。有効部13の巻部13aごとに応力のピーク $\tau_{max}$ が生じている。これらのピーク $\tau_{max}$ は、懸架装置において許容される応力よりも小さい。座巻部11付近に小さなピーク $\tau_1$ が生じている。

[0049] 本発明者が鋭意研究を行ったところ、断面変化部32の巻き数が1.0未満では、図7中に $\tau_2$ で示したように、断面変化部32の応力が有効部13の応力のピーク $\tau_{max}$ を越えてしまうことがわかった。断面変化部32の応力が有効部13の応力を越えることは好ましくない。そこで本実施形態では、断面変化部32の巻き数を1.0以上とした。

[0050] 図8は、四角形断面部31と断面変化部32とを成形するための圧延装置50の一例を模式的に示している。断面が円形の素線2が矢印F1で示す方向に移動する。圧延装置50は圧延ロール51、52を有している。圧延ロール51、52の間隔を調整することができる。素線2が圧延ロール51、52を通ることによって素線2が圧延される。そののち素線2が軸線X1まわりに90°回転され、素線2が再び圧延ロール51、52によって圧延さ

れる。

- [0051] 図9は、コイルばねを熱間（例えば $A_3$ 変態点以上、 $1150^{\circ}\text{C}$ 以下）で成形するコイリングマシン60の一部を示している。コイリングマシン60は、円柱形のマンドレル61と、チャック62と、ガイド部63とを含んでいる。ガイド部63は、一对の第1のガイドロール65、66を含んでいる。
- [0052] ばね鋼からなる素線2は、予めコイルばねの1個分の長さに切断されている。素線2がオーステナイト化温度（ $A_3$ 変態点以上、 $1150^{\circ}\text{C}$ 以下）に加熱され、供給機構によってマンドレル61に供給される。チャック62は、素線2の先端をマンドレル61に固定する。ガイド部63は、素線2を案内することにより、マンドレル61に巻付く素線2の位置を制御する。
- [0053] マンドレル61の一方の端部61aは、チャック62によって駆動ヘッド70に保持されている。マンドレル61は、駆動ヘッド70によって、マンドレル61の軸線X2まわりに回転する。マンドレル61の他方の端部61bは、マンドレルホルダ71によって回転自在に支持されている。ガイド部63は、マンドレル61の軸線X2に沿う方向に移動し、成形すべきコイルばねのピッチ角に応じて素線2を案内する。
- [0054] 素線2はコイルばね1個分の長さである。素線2がマンドレル61に供給される前に、素線2が加熱炉によって加熱される。加熱された素線2の先端がチャック62によってマンドレル61に固定される。マンドレル61が回転するとともに、マンドレル61の回転に同期して、ガイド部63がマンドレル61の軸線X2に沿う方向に移動する。これにより、素線2がマンドレル61に所定ピッチで巻付いてゆく。
- [0055] 以下に述べる比較例1, 2, 3, 4は、それぞれ、円形断面部を含む有効部と、ラウンド形のテーパ部および小断面部と、を有する非線形特性のコイルばねである。これに対し実施例1, 2, 3, 4は、それぞれ、図1に示されたコイルばね1と同様に、円形断面部30と、四角形断面部31と、断面変化部32とを有する非線形特性のコイルばねである。
- [0056] [比較例1]

比較例 1 のコイルばねは、円形断面部の素線径が 18 mm、小断面部の素線径が 13 mm、総巻数 8.5、重量が 7.0 kg である。

[0057] [実施例 1]

実施例 1 のコイルばねは、円形断面部 30 の素線径が 18 mm、四角形断面部 31 の断面（第 2 の断面）の幅と厚さとが、それぞれ約 7 mm、総巻数 8.5 である。実施例 1 のばね特性（荷重と撓みとの関係）は比較例 1 と同等である。実施例 1 のコイルばねの重量は 5.2 kg であり、比較例 1 のコイルばねと比較して約 24% の軽量化となった。

[0058] [比較例 2]

比較例 2 のコイルばねは、円形断面部の素線径が 15 mm、小断面部の素線径が 11 mm、総巻数 8.5、重量が 7.0 kg である。

[0059] [実施例 2]

実施例 2 のコイルばねは、円形断面部 30 の素線径が 15 mm、四角形断面部 31 の断面（第 2 の断面）の幅と厚さが、それぞれ約 7 mm、総巻数 9.0 である。実施例 2 のばね特性は比較例 2 と同等である。実施例 2 のコイルばねの重量は 4.0 kg であり、比較例 2 のコイルばねと比較して約 23% の軽量化となった。

[0060] [比較例 3]

比較例 3 のコイルばねは、円形断面部の素線径が 22 mm、小断面部の素線径が 17 mm、総巻数 8.0、重量が 8.5 kg である。

[0061] [実施例 3]

実施例 3 のコイルばねは、円形断面部 30 の素線径が 22 mm、四角形断面部 31 の断面（第 2 の断面）の幅と厚さが、それぞれ約 7 mm、総巻数 8.0 である。実施例 3 のばね特性は比較例 3 と同等である。実施例 3 のコイルばねの重量は 6.5 kg であり、比較例 3 のコイルばねと比較して約 22% の軽量化となった。

[0062] [比較例 4]

比較例 4 のコイルばねは、円形断面部の素線径が 16 mm、小断面部の素

線径が12mm、総巻数10.0、重量が6.0kgであった。

[0063] [実施例4]

実施例4のコイルばねは、円形断面部30の素線径が15mm、四角形断面部31の断面（第2の断面）の幅と厚さが、それぞれ約7mm、総巻数9.0である。実施例4のばね特性は比較例4と同等である。実施例4のコイルばねの重量は5.0kgであり、比較例4のコイルばねと比較して約18%の軽量化となった。

[0064] 四角形断面部31は、圧延ロールによって成形することができる。しかし成形の際に生じた形状誤差等により、第2の断面31の幅と厚さがばらつくことがある。第2の断面31の幅と厚さとを、それぞれ、素線径（第1の断面30の直径）よりも小さく、かつ、第2の断面31の面積を第1の断面S1の直径の円に内接する正方形の面積よりも小さくしたことにより、従来のコイルばねと比較して軽量化が可能となった。特に、四角形断面部31の幅T1と厚さT2とが、それぞれ、第1の断面S1の直径Dのルート（ $\sqrt{\quad}$ ）2分の1以下の場合に、軽量化率が大きかった。

[0065] 図10は、第2の実施形態に係るコイルばね1Aを示している。コイルばね1Aは、2巻以上の四角形断面部31と、1.0巻以上の断面変化部32とを有している。第2の座巻部12の素線の断面は円形であり、その素線径は円形断面部30の素線径と同じである。第2の座巻部12は、素線2の第2の端2bに向かってコイル径が減少する小径巻部90を有している。第2の座巻部12の素線径は、円形断面部30の素線径よりも小さくてもよい。上記以外の構成と作用について第2の実施形態のコイルばね1Aは、第1の実施形態のコイルばね1と共通であるため、両者に共通の符号を付して説明は省略する。

### 産業上の利用可能性

[0066] 本発明は、自動車等の車両の懸架用コイルばねに好適に使用できる。車両以外のコイルばねに適用することも可能である。

### 符号の説明

[0067] 1, 1 A…コイルばね、2…素線、2 a…第1の端、2 b…第2の端、1 1…第1の座巻部、1 2…第2の座巻部、1 3…有効部、1 3 a…巻部、G 1…隙間、S 1…第1の断面、3 0…円形断面部、D…直径、Y 1…円、Y 2…正方形、S 2…第2の断面、T 1…幅、T 2…厚さ、3 1…四角形断面部、3 1 a…第1の平面、3 1 b…第2の平面、3 1 c…第3の平面、3 1 d…第4の平面、3 2…断面変化部、3 2 a…第1の面、3 2 b…第2の面、3 2 c…第3の面、3 2 d…第4の面、3 2 e…第1円弧部、3 2 f…第2円弧部、3 2 g…第3円弧部、3 2 h…第4円弧部、4 1…第1の巻部、4 2…第2の巻部、4 3…当接部。

## 請求の範囲

### [請求項1]

第1の端(2a)と第2の端(2b)とを有する素線(2)からなり、  
前記素線(2)の前記第1の端(2a)を含む第1の座巻部(11)と、  
前記素線(2)の前記第2の端(2b)を含む第2の座巻部(12)と、  
前記第1の座巻部(11)と前記第2の座巻部(12)との間に形成された  
複数の巻部(13a)を有し、互いに隣り合う前記巻部(13a)の間に隙間(G  
1)が存する有効部(13)と、を有したコイルばねであって、  
前記素線(2)が、  
前記素線(2)の長さ方向と直角な断面が円形の第1の断面(S1)を有  
した円形断面部(30)と、  
前記長さ方向と直角な断面が四角形の第2の断面(S2)を有し、少な  
くとも第1の巻部(41)と第2の巻部(42)とを有し、前記第2の断面(S  
2)の幅(T1)と厚さ(T2)とが、それぞれ、前記第1の断面(S1)の直径(D  
)よりも小さく、かつ、前記第2の断面(S2)の面積が、前記第1の断  
面(S1)の直径(D)の円に内接する正方形(Y2)の面積よりも小さい四角  
形断面部(31)と、  
前記素線(2)の前記円形断面部(30)と前記四角形断面部(31)との間  
に形成され、前記長さ方向と直角な断面が、前記円形断面部(30)から  
前記四角形断面部(31)に向かって、円形から四角形に変化しかつ断面  
積が減少する断面変化部(32)と、  
を具備したコイルばね。

### [請求項2]

請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記四角形断面部(31)が、該コイルばねの径方向に沿う第1の平面  
(31a)および第2の平面(31b)と、該コイルばねの中心軸(C1)に沿う第  
3の平面(31c)および第4の平面(31d)とを有したコイルばね。

### [請求項3]

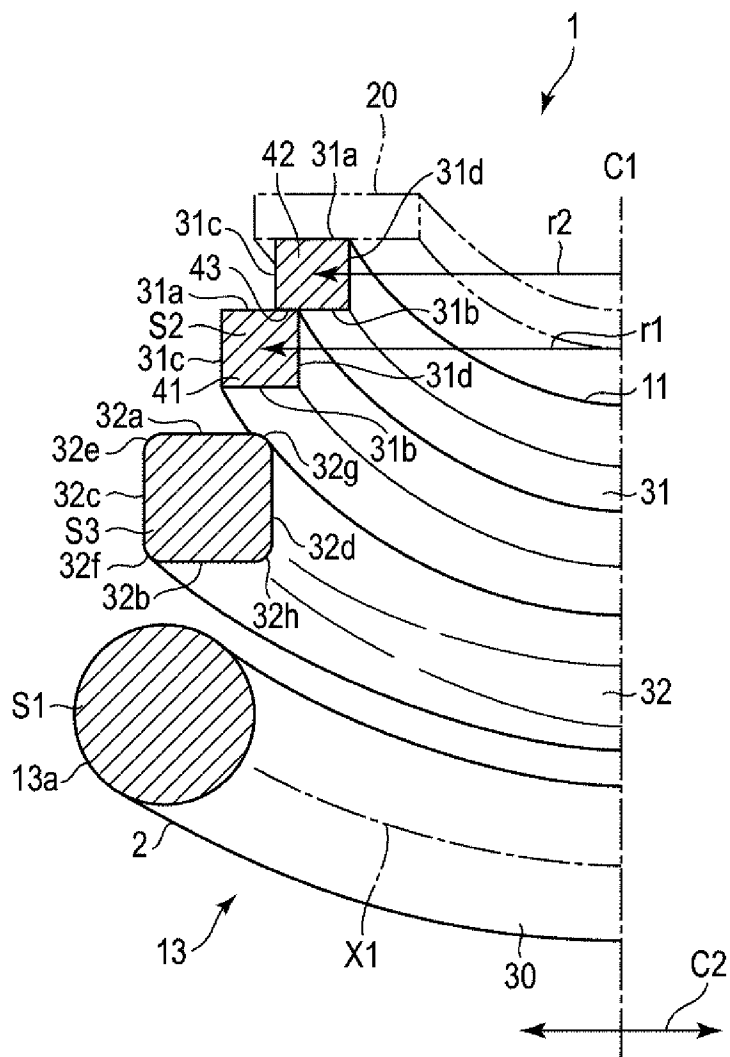
請求項2に記載のコイルばねにおいて、  
該コイルばねが圧縮された状態において前記第1の巻部(41)と前記  
第2の巻部(42)とが互いに接する当接部(43)を有したコイルばね。

- [請求項4] 請求項2に記載のコイルばねにおいて、  
前記断面変化部(32)が、前記第1の平面(31a)に連なる第1の面(32a)と、前記第2の平面(31b)に連なる第2の面(32b)と、前記第3の平面(31c)に連なる第3の面(32c)と、前記第4の平面(31d)に連なる第4の面(32d)と、前記第1の面(32a)と前記第3の面(32c)との間の第1円弧部(32e)と、前記第2の面(32b)と前記第3の面(32c)との間の第2円弧部(32f)と、前記第1の面(32a)と前記第4の面(32d)との間の第3円弧部(32g)と、前記第2の面(32b)と前記第4の面(32d)との間の第4円弧部(32h)とを有したコイルばね。
- [請求項5] 請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記第2の断面(S2)の幅(T1)と厚さ(T2)とが互いに異なるコイルばね。
- [請求項6] 請求項5に記載のコイルばねにおいて、  
前記第2の断面(S2)の前記幅(T1)が前記厚さ(T2)よりも大きいコイルばね。
- [請求項7] 請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記第2の断面(S2)の幅(T1)と厚さ(T2)とが実質的に等しいコイルばね。
- [請求項8] 請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記第2の断面(S2)の前記幅(T1)と前記厚さ(T2)とが、それぞれ、前記第1の断面(S1)の直径(D)の円(Y1)に内接する前記正方形(Y2)の一辺の長さよりも小さいコイルばね。
- [請求項9] 請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記第2の断面(S2)の前記幅(T1)と前記厚さ(T2)とが、それぞれ、前記第1の断面(S1)の直径(D)のルート( $\sqrt{\quad}$ )2分の1以下であるコイルばね。
- [請求項10] 請求項1に記載のコイルばねにおいて、  
前記四角形断面部(31)が少なくとも2.0巻き以上で、前記四角形

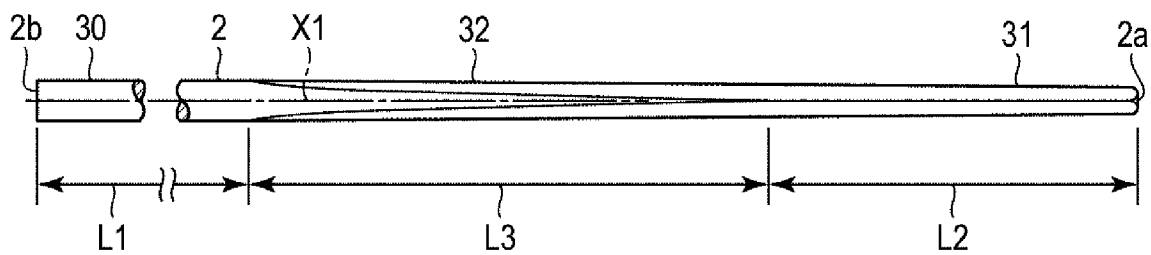
断面部(31)が前記第1の端(2a)から前記第1の座巻部(11)を超える長さを有し、かつ、前記断面変化部(32)が少なくとも1.0巻き以上であるコイルばね。



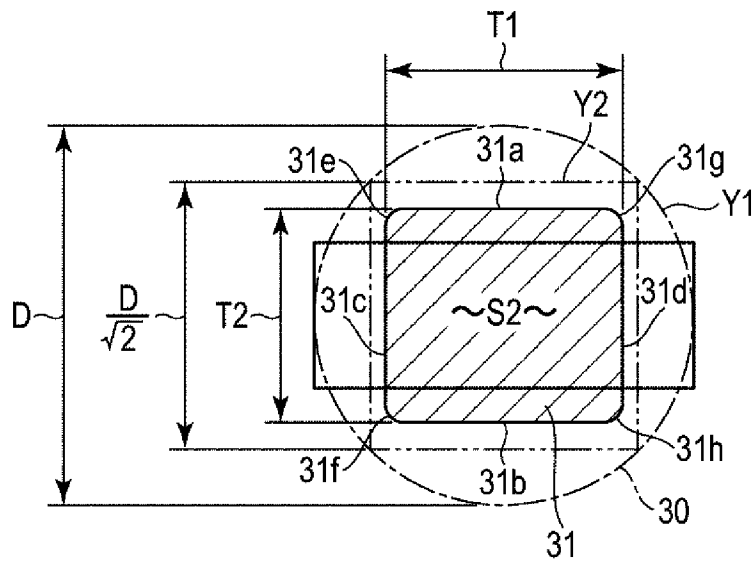
[図2]



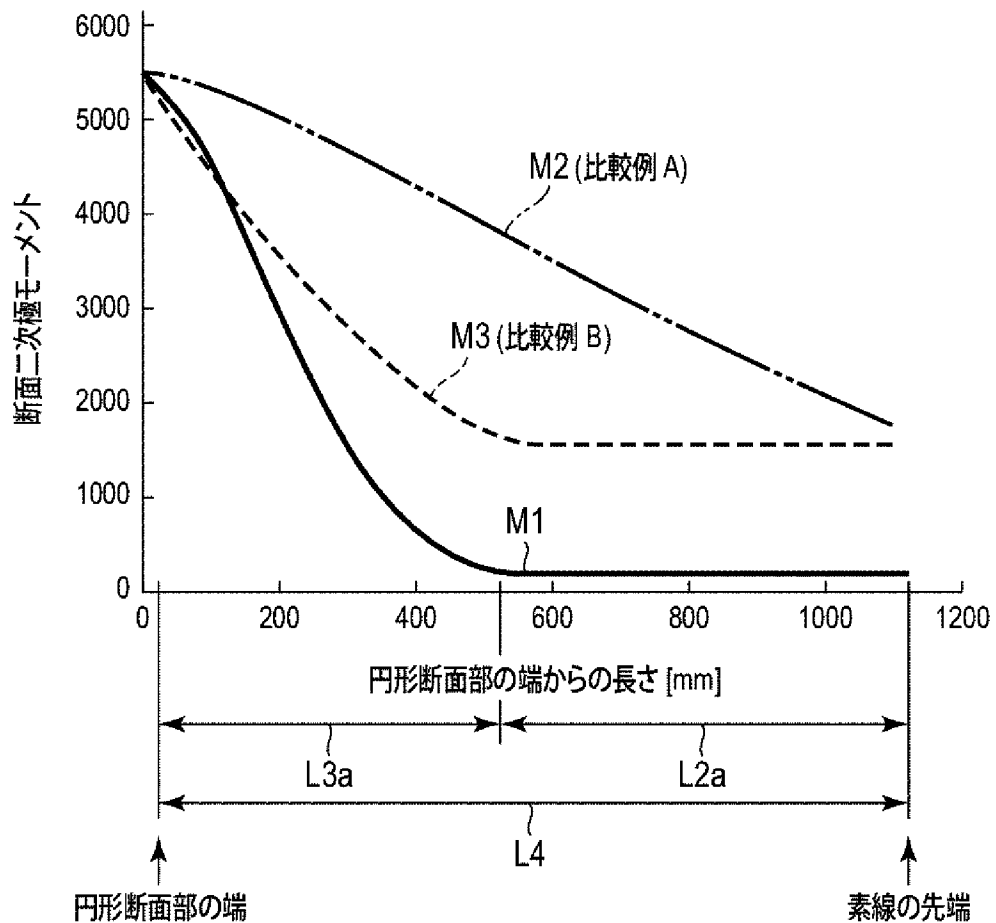
[図3]



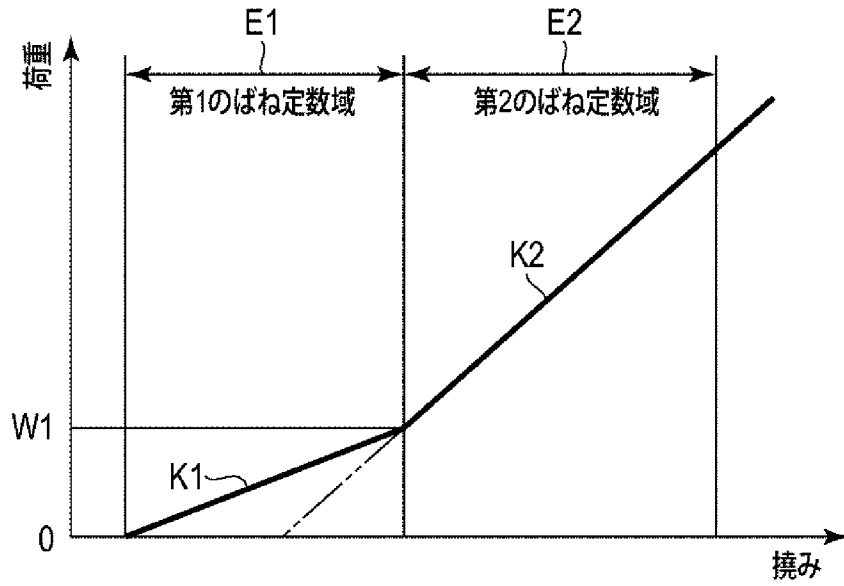
[図4]



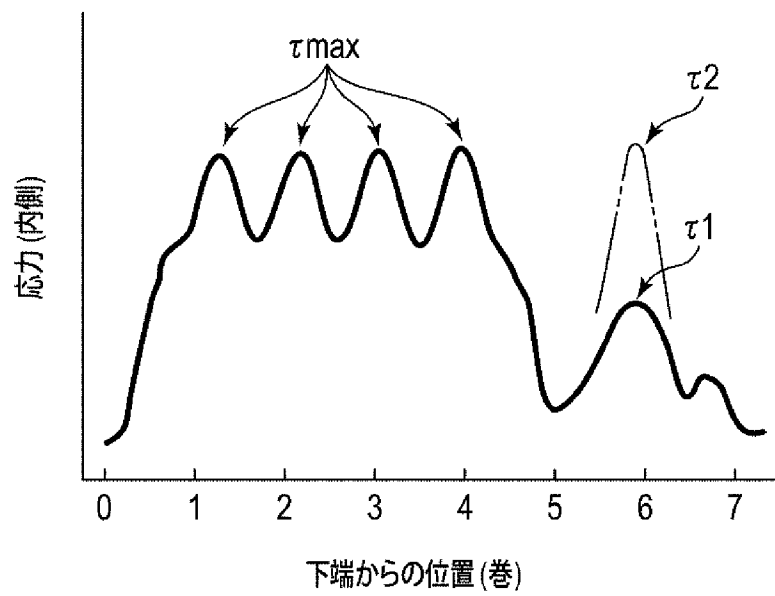
[図5]



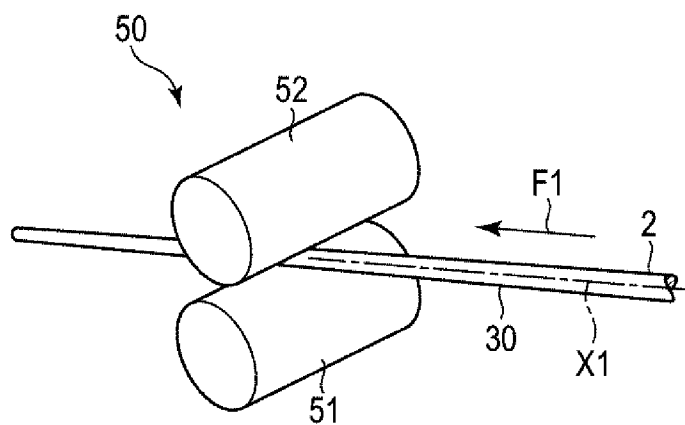
[図6]



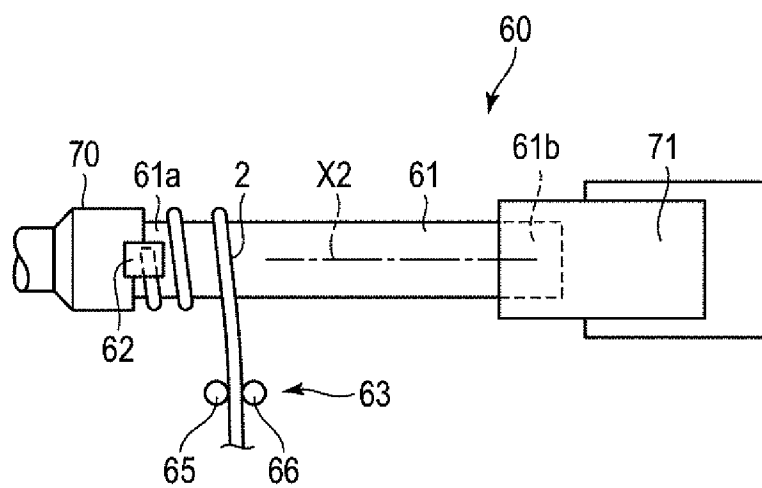
[図7]



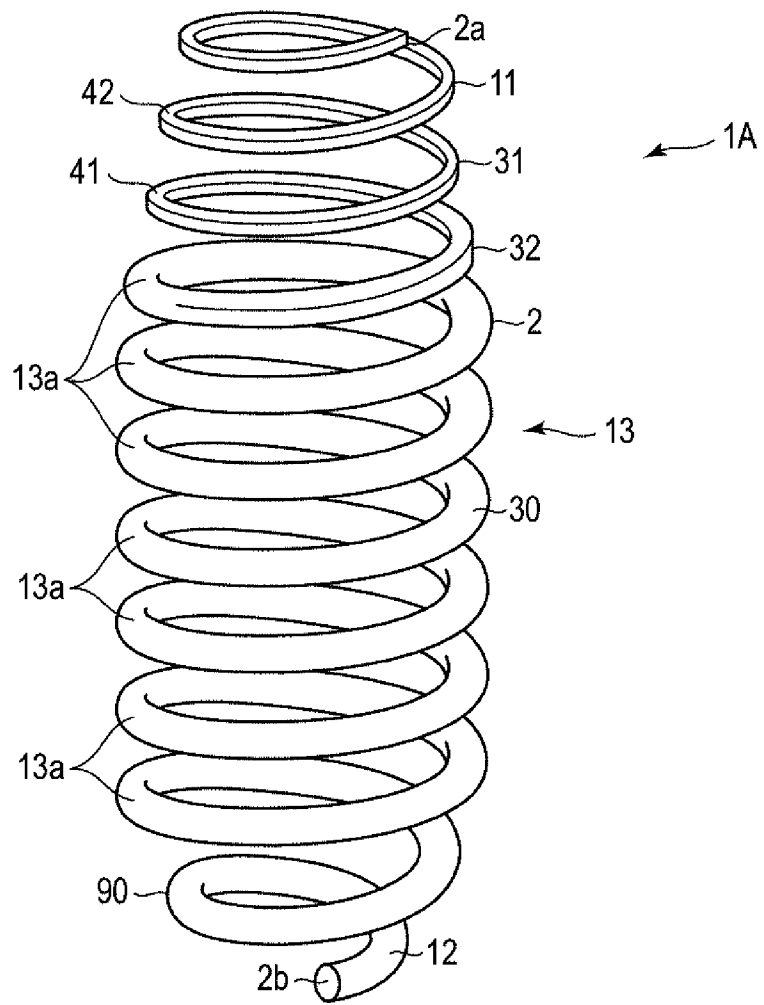
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020333

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F16F 1/06</i> (2006.01)j FI: F16F1/06 E		
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) F16F1/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-155342 A (NHK SPRING CO., LTD.) 10 July 1987 (1987-07-10) page 2, upper right column, line 14 to page 3, lower right column, line 1, fig. 1-4	1-10
A	US 3727902 A (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 17 April 1973 (1973-04-17) column 2, lines 28-33, fig. 1-3	1-10
A	DE 19619074 A1 (ALLEVARD FEDERN GMBH) 20 November 1997 (1997-11-20) column 2, lines 21-54, fig. 1-3, 7	1-10
A	CN 201382112 Y (CHINA SPRING CO., LTD.) 13 January 2010 (2010-01-13) page 2, lines 9-21, fig. 1-3	1-10
P, X	WO 2022/123960 A1 (NHK SPRING CO., LTD.) 16 June 2022 (2022-06-16) paragraphs [0018]-[0060], fig. 1-11	1-10
<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 <b>18 July 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 August 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2023/020333</b>
-----------------------------------------------------------


Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 62-155342 A	10 July 1987	(Family: none)	
US 3727902 A	17 April 1973	GB 1323187 A	
		DE 2020678 A1	
		FR 2090774 A5	
DE 19619074 A1	20 November 1997	(Family: none)	
CN 201382112 Y	13 January 2010	(Family: none)	
WO 2022/123960 A1	16 June 2022	US 2022/0178415 A1	paragraphs [0026]-[0050], fig. 1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16F 1/06(2006.01)i FI: F16F1/06 E		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F16F1/06 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 62-155342 A (日本発条株式会社) 10.07.1987 (1987-07-10) 第2ページ右上欄14行-第3ページ右下欄第1行、第1-4図	1-10
A	US 3727902 A (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 17.04.1973 (1973-04-17) 第2欄第28-33行、図1-3	1-10
A	DE 19619074 A1 (ALLEVARD FEDERN GMBH) 20.11.1997 (1997-11-20) 第2欄第21-54行、図1-3, 7	1-10
A	CN 201382112 Y (CHINA SPRING CO., LTD.) 13.01.2010 (2010-01-13) 第2ページ第9-21行、図1-3	1-10
P, X	WO 2022/123960 A1 (日本発条株式会社) 16.06.2022 (2022-06-16) 段落 [0018] - [0060]、図1-11	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
18.07.2023	01.08.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  児玉 由紀 3W 1576  電話番号 03-3581-1101 内線 3367	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/020333

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 62-155342 A	10.07.1987	(ファミリーなし)	
US 3727902 A	17.04.1973	GB 1323187 A	
		DE 2020678 A1	
		FR 2090774 A5	
DE 19619074 A1	20.11.1997	(ファミリーなし)	
CN 201382112 Y	13.01.2010	(ファミリーなし)	
WO 2022/123960 A1	16.06.2022	US 2022/0178415 A1	
		段落 [0026] - [0050]、  1-11	