



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119301381 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 10

(21) 申请号 202380044004.7

(22) 申请日 2023.05.31

(30) 优先权数据

17/830,147 2022.06.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.11.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/020333 2023.05.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/234364 JA 2023.12.07

(71) 申请人 日本发条株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 西泽真一 古濑武志 森山千里

(74) 专利代理机构 上海申新律师事务所 31272

专利代理师 董科

(51) Int.Cl.

F16F 1/06 (2006.01)

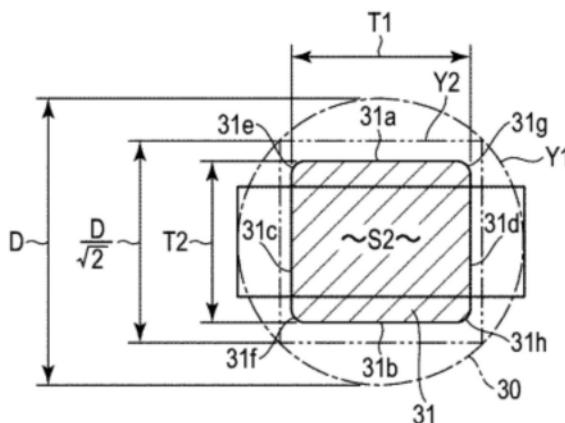
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

螺旋弹簧

(57) 摘要

根据一个实施例的螺旋弹簧由具有第一端(2a)和第二端(2b)的线材(2)组成。线材(2)包括:具有垂直于线材(2)的长度方向的截面为圆形的第一截面(S1)的圆形截面部(30),具有垂直于线材(2)的长度方向的截面为四边形的第二截面(S2)的四边形截面部(31),以及形成在圆形截面部(30)与四边形截面部(31)之间的截面变化部(32)。截面变化部(32)在圆形截面部(30)朝向四边形截面部(31)的方向上,其截面从圆形变化为四边形。螺旋弹簧的端匝部(11)包括四边形截面部(31)。第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)均小于第一截面(S1)的直径(D)。第二截面(S2)的面积小于与第一截面(S1)的直径(D)的圆内切的正方形(Y2)的面积。



1. 一种螺旋弹簧,由具有第一端(2a)和第二端(2b)的线(2)组成,包括具有线材(2)的第一端(2a)的第一端匝部(11);具有线材(2)的第二端(2b)的第二端匝部(12);形成在前述第一端匝部(11)和第二端匝部(12)之间的多个绕组部(13a);前述相邻绕组部(13a)之间存在间隙的有效部(13);

其特征在于,前述线材(2)包括具有垂直于线材(2)的长度方向的截面为圆形的第一截面(S1)的圆形截面部(30);包括具有垂直于线材(2)的长度方向的截面为四边形的第二截面(S2)的四边形截面部(31);至少包括第一绕组部(41)和第二绕组部(42),其中第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)分别都小于第一截面(S1)的直径(D)且其第二截面(S2)的面积小于与第一截面(S1)的直径(D)的圆内切的正方形(Y2)的面积;包括截面变化部(32),其中截面变化部(32)垂直于线材长度方向形成于线材(2)的圆形截面(30)与四边形截面(31)之间,其截面从圆形截面部(30)朝着四边形截面部(31)的方向上从圆形变为四边形且截面面积减小。

2. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

四边形截面(31)具有沿着螺旋弹簧的径向方向的第一平面(31a)和第二平面(31b)以及沿着螺旋弹簧的中心轴线(C1)的第三平面(31c)和第四平面(31d)。

3. 在根据权利要求2所述的螺旋弹簧中,

螺旋弹簧具有接触部(43),当螺旋弹簧被压缩时,第一绕组部(41)和第二绕组部(42)在接触部(43)彼此接触。

4. 在根据权利要求2所述的螺旋弹簧中,

截面变化部(32)包括与第一平面(31a)连续的第一表面(32a)、与第二平面(31b)连续的第二表面(32b)、与第三平面(31c)连续的第三表面(32c)、以及与第四平面(31d)连续的第四表面(32d);还包括位于第一面(32a)与第三面(32c)之间的第一圆弧部(32e)、位于第二面(32b)与第三面(32c)之间的第二圆弧部(32f)、位于第一面(32a)和第四面(32d)之间的第三圆弧部(32g)、以及在第二面(32b)和第四面(32d)之间的第四圆弧部(32h)。

5. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

一种螺旋弹簧,其特征在于,第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)彼此不同。

6. 在根据权利要求5所述的螺旋弹簧中,

一种螺旋弹簧,其特征在于,第二截面(S2)的宽度(T1)大于厚度(T2)。

7. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

一种螺旋弹簧,其特征在于,第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)基本相等。

8. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)均小于第一截面(S1)中与直径(D)的圆形截面的内接正方形(Y2)一边的长度。

9. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

第二截面(S2)的宽度(T1)和厚度(T2)均小于或等于第一截面(S1)中圆截面直径(D)的根号二分之一倍。

10. 在根据权利要求1所述的螺旋弹簧中,

四边形截面(31)具有至少2.0匝,并且四边形截面(31)距第一端(2a)的距离有超过第一端匝部(11)的长度,且截面变化部(32)具有至少1.0匝或更多匝。

## 螺旋弹簧

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用在车辆悬架等场景使用的螺旋弹簧。

### 背景技术

[0002] 车辆悬架系统中使用的螺旋弹簧的一个示例是由螺旋缠绕的线材制成的。通常，螺旋弹簧的线材截面(垂直于线材长度方向的截面)是圆形的。螺旋弹簧具有与悬架装置的第一弹簧座接触的第一端匝部、与第二弹簧座接触的第二端匝部、以及第一端匝部和第二端匝部之间的有效部。有效部具有多个绕组部。

[0003] 在该螺旋弹簧通过载荷被压缩至预定长度的状态下，在有效部的绕组部之间存在间隙。无论负载大小如何，端匝部分始终与弹簧座接触。根据负载的大小，有效部的一部分与弹簧座接触或远离弹簧座。

[0004] 螺旋弹簧在假定的最小负载和最大负载之间以预定行程伸展和收缩。根据车辆的不同，可能需要具有非线性特性的螺旋弹簧。具有非线性特性的螺旋弹簧的弹簧常数根据载荷的大小而变化。例如，当载荷小时，螺旋弹簧以第一弹簧常数挠曲，而当载荷变大时，螺旋弹簧以第二弹簧常数挠曲。第二弹簧常数大于第一弹簧常数。

[0005] 总所周知还有一种具有锥形部分的锥形螺旋弹簧，其中线材直径从有效部的中部朝向线材的端部减小。在锥形螺旋弹簧中，由于锥形部的刚性低，因此锥形部主要在小载荷范围内弯曲。当负载增加时，锥形部分紧密接触，有效部分主要挠曲，导致非线性特性。

[0006] [参考技术文献]

[0007] [专利文献]

[0008] [专利文献1]日本特开昭57-11743号公报

[0009] [专利文献2]美国专利NO.4,111,407号说明书

[0010] [专利文献3]日本特开昭56-141431号公报

[0011] [专利文献4]日本特开昭2000-337415号公报

[0012] [专利文献5]日本特开昭54-52257号公报。

### 发明内容

[0013] 本发明要解决的问题

[0014] 日本特开昭57-11743号公报(专利文献1)和美国专利No.4,770,139中描述的锥形螺旋弹簧的线径会逐渐减小。在日本特开昭56-141431号公报(专利文献3)中描述的锥形螺旋弹簧中，锥形部和端匝部的线材的截面是接近圆形的圆角八边形形状。在这种由具有大致圆形截面的线材制成的螺旋弹簧中，不容易使线材直径极小的部分成形。

[0015] 例如，为了通过塑性加工充分减小线材直径，需要使用特殊的轧制辊。虽然可以通过切削或模锻来减小线径，但加工成本高且加工时间长，不适合实际使用。由于这些情况，很难大幅减小线材对应部分的直径。

[0016] 在具有非线性特性的螺旋弹簧中，虽然减小锥形部分和小截面部分(小直径部分)

的线材直径这种方法存在极限,但增加锥形部分和小截面部分的圈数仍然可以使小载荷范围内的弹簧常数降低。具有非线性特性的螺旋弹簧的锥形部分和小截面部分随着载荷的增加而紧密接触。因此,紧密接触的锥形部分和小截面部分会成为不发挥弹簧功能的死卷部。死卷部多的螺旋弹簧会导致车辆重量的增加。

[0017] 日本特开昭2000-337415号公报(专利文献4)和日本特开昭54-52257号公报(专利文献5)中描述的螺旋弹簧包括线材在长度方向上的一部分(包括端匝部的部分)被轧制成具有扁平截面的平坦部,可以使用一般的轧辊来使之成型。然而,平坦部分具有比具有圆形截面的线材大得多的面积二次轴矩。因此,即使能够获得所希望的非线性特性,也难以减轻螺旋弹簧的重量。

[0018] 本发明的目的在于提供一种具有非线性特性的轻量螺旋弹簧。

[0019] 解决问题的手段

[0020] 本发明的一个实施例是一种由具有第一端和第二端的线材制成的螺旋弹簧,具有包括线材的第一端的第一端匝部和包括线的第二端的第二端匝部和有效部。有效部具有多个形成于第一端匝部与第二端匝部之间的绕组部,且彼此相邻的绕组部之间存在间隙。

[0021] 本实施方式的线材具有圆形截面部,四边形截面部和截面变化部,该圆形截面部具有垂直于线材长度方向的截面为圆形的第一截面,该四边形截面部具有垂直于长度方向的截面为四边形的第二截面。该四边形截面至少具有第一绕组部和第二绕组部,且第二截面的宽度和厚度均小于第一截面的直径。此外,第二截面的面积小于具有第一截面直径的圆内接正方形的面积。截面变化部分形成在线材的圆形截面和四边形截面之间,并且垂直于长度方向的截面形状从圆形截面向四边形截面渐渐从圆形变为四边形,且截面积减小。

[0022] 四边形截面可以使用轧辊等相对容易地加工。减少四边形截面部的截面积的加工比减少圆形截面部的截面积的加工容易。

[0023] 四边形截面部可以具有沿着螺旋弹簧的径向方向的第一平面和第二平面、以及沿着螺旋弹簧的中心轴线的第三平面和第四平面。本实施例的螺旋弹簧可以具有第一绕组部和第二绕组部在压缩状态下彼此接触的接触部。

[0024] 截面变化部包括与第一平面连续的第一表面、与第二平面连续的第二表面、与第三平面连续的第三表面以及与第四平面连续的第四表面。截面变化部还包括前述第一表面和第三表面之间的第一圆弧部、第二表面和第三表面之间的第二圆弧部、以及第一表面和第四表面之间的第三圆弧部以及第二表面和第四表面之间的第四圆弧部。

[0025] 第二截面的宽度和厚度可以彼此不同。第二截面的宽度可以大于厚度。此外,第二截面的宽度和厚度也可以基本相同。第二截面的宽度和厚度均可以小于与具有第一截面直径的圆内接正方形的一条边的长度。第二截面的宽度和厚度可各自等于或小于第一截面的直径的根号二分之一倍。四边形截面的匝数可具有至少2.0匝或更多匝,并且从第一端开始算,四边形截面部可具有超过第一端匝部的长度。截面变化部则可以具有至少1.0匝或更多匝。

[0026] 发明的效果

[0027] 四边形截面可以使用轧辊等相对容易地加工。减小四边形截面部的截面积的加工比减小圆形截面部的截面积的加工容易。

## 附图说明

- [0028] 图1是根据第一实施例的螺旋弹簧的透视图。
- [0029] 图2是表示图1所示的螺旋弹簧处于压缩状态时,表现同一螺旋弹簧的一部分断面的透视图。
- [0030] 图3是表示卷绕之前的螺旋弹簧的线材的一部分的侧视图。
- [0031] 图4是线材的四边形截面的一个实施例的示意截面图。
- [0032] 图5是表示具有不同截面的三种线材的二次轴矩的图。
- [0033] 图6是示意性地表示图1所示的螺旋弹簧的弹簧特性(挠曲与载荷之间的关系)的图。
- [0034] 图7是表示距螺旋弹簧下端的绕组位置与应力之间的关系关系的图。
- [0035] 图8是示意性地表示轧辊装置的透视图。
- [0036] 图9是卷绕机的一部分的平面图。
- [0037] 图10是根据第二实施例的螺旋弹簧的透视图。

## 具体实施方式

- [0038] 下面将根据本发明第一实施例的螺旋弹簧,参照图1至图9进行说明。
- [0039] 图1示出了用于诸如汽车的车辆的悬架系统中的螺旋弹簧1。螺旋弹簧1具有螺旋状缠绕的线材2。线材2例如由弹簧钢制成,并且具有第一端2a和第二端2b。螺旋弹簧1具有:包括线材2的第一端2a的第一端匝部11、包括第二端2b的第二端匝部12以及有效部13。
- [0040] 有效部13形成在第一端匝部11和第二端匝部12之间,并且具有多个绕组部13a。当螺旋弹簧1组装到车辆的悬架系统中时,包括第一端2a的第一端匝部11位于上侧,并且包括第二端2b的第二端匝部12位于下侧在这种情况下,螺旋弹簧1的中心轴线C1沿垂直方向延伸。垂直于中心轴线C1的方向(由图2中的双头箭头C2表示)是螺旋弹簧1的径向方向。
- [0041] 有效部13的一个示例是具有恒定的节距P1(如图1所示)和基本恒定的线圈直径R1的圆柱形形状。这里,“基本恒定”是指由卷绕机制造的螺旋弹簧的公差范围的变化以及由于回弹引起的公差范围的变化实际上可以忽略不计。另外,也可以使用节距P1和线圈直径R1在沿着中心轴C1的方向上变化的非圆柱形螺旋弹簧。
- [0042] 第一端匝部11由悬架上侧上的弹簧座20(如图2所示)支撑。第二端匝部12由悬架下侧上的弹簧座21(如图1所示)支撑。螺旋弹簧1被压缩在上弹簧座20和下弹簧座21之间。当螺旋弹簧1在预定载荷范围(用作悬架装置的载荷范围)内被压缩时,有效部13在相邻绕组部13a之间具有间隙G1。
- [0043] 用于车辆悬架系统的螺旋弹簧1在预期最小负载和最大负载之间的负载范围内使用。有效部13在最大压缩全冲击状态和最大延伸全回弹状态下均有效地起到弹簧的作用,并且相邻的绕组部13a彼此不接触。
- [0044] 图2是用截面示出螺旋弹簧1的一部分(靠近端匝部11)的透视图,其中螺旋弹簧1处于压缩状态。本实施例的螺旋弹簧1包括圆形截面部30、四边形截面部31和截面变化部32。截面变化部32形成于圆形截面部30与四边形截面部31之间。第一端匝部11包括四边形截面部31并且形成为螺旋形状。第二端匝部12包括圆形截面部30的一部分并且形成为螺旋形状。有效部13具有圆形截面部30并且具有多个螺旋形成的绕组部13a。

[0045] 图3示出了线材2在卷绕之前的一部分。穿过线材2的中心轴线X1沿线材2的长度方向延伸。图3所示的线材2具有长度为L1的圆形截面部30、长度为L2的四边形截面部31、以及长度为L3的截面变化部32。圆形截面部30具有有效部13的多个绕组部13a所需的长度L1。

[0046] 四边形截面部31形成在距线材2的第一端2a的长度L2上。长度L2相当于螺旋弹簧1的两匝或更多匝对应的长度。截面变化部32在圆形截面部30与四边形截面部31之间以长度L3形成。四边形截面部31具有距离第一端2a超过第一端匝部11的长度L2,并且至少包括第一绕组部41和第二绕组部42。

[0047] 如图2所示,圆形截面部30具有垂直于线材2的轴线X1的第一截面S1。第一截面S1为圆形。第一截面S1在线材2的长度方向(沿轴线X1的方向)上基本恒定。由于第二端匝部12是圆形截面部30的一部分,因此此处线材2的截面是圆形的。第二端匝部12的线材直径(线材2的截面直径)与有效部13的线材直径相同。

[0048] 四边形截面部31具有与线材2的轴线X1垂直的截面为四边形的第二截面S2。四边形截面部31具有上部第一平面31a、下部第二平面31b、外侧第三平面31c以及内侧第四平面31d。第一平面31a和第二平面31b均沿着螺旋弹簧1的径向(由图2中的双箭头C2表示)布置。第三平面31c和第四平面31d均沿着螺旋弹簧1的中心轴线C1布置。

[0049] 图2示出了螺旋弹簧1沿中心轴线C1被载荷压缩的状态。四边形截面部31具有第一绕组部41和第二绕组部42。第二绕组部42的线圈直径r2小于第一绕组部41的线圈直径r1,或者与第一绕组部41的线圈直径r1相同。当螺旋弹簧1被压缩时,第一绕组部41的第一平面31a和第二绕组部42的第二平面31b在沿着螺旋弹簧1的中心轴线1C的方向上重叠。结果,形成第一绕组部41和第二绕组部42在厚度方向上彼此接触的接触部43。因此,能够防止第二绕组部42进入(滑落)到第一绕组部41的内部。

[0050] 图4是示意性地表示四边形截面部31的一例的截面图。第二截面S2是包括正方形或矩形的四边形。在图4中,第一平面31a和第二平面31b各自的宽度由T1表示。第三平面31c和第四平面31d各自的厚度由T2表示。四边形截面部31的截面(第二截面S2)在线材2的长度方向(沿轴线X1的方向)上基本恒定。

[0051] 如图4所示,第二截面S2的宽度T1和厚度T2均小于第一截面S1的直径D。第二截面S2的面积用T1和T2的乘积表示,即 $(T1 \cdot T2)$ 。图4中的单点划线表示直径为D的圆Y1。圆Y1对应于线材2的外周表面的轮廓。图4中的双点划线表示内接于圆Y1的正方形Y2。四边形截面部分31的截面面积,即第二截面S2的面积,小于圆Y1的内接正方形Y2的面积。即, $T1 < D$ 、 $T2 < D$ 、 $T1 \cdot T2 < D^2/2$ 。

[0052] 四边形截面部31的截面宽度T1可以大于厚度T2。在这种情况下,与正方形截面相比,能够增大接触部43的接触面积。如果宽度T1大于厚度T2,则与由具有圆形截面的线材制成的端匝部相比,可以增加线圈径向方向(由图2中的双箭头C2表示)上的刚性。然而,宽度T1和厚度T2可以相同。优选宽度T1和厚度T2均等于或小于第一截面的直径D的根号下1/2倍。

[0053] 第一平面31a与第三平面31c之间的角度例如为 $90^\circ$ 。第一平面31a与第四平面31d之间的角度例如为 $90^\circ$ 。第二平面31b与第三平面31c之间的角度例如为 $90^\circ$ 。第二平面31b与第四平面31d之间的角度例如为 $90^\circ$ 。

[0054] 第一圆角部31e可以形成在第一平面31a和第三平面31c之间。第二圆角部31f可以

形成在第二平面31b和第三平面31c之间。第三圆角部31g可以形成在第一平面31a和第四平面31d之间。第四圆角部31h可以形成在第二平面31b和第四平面31d之间。

[0055] 截面变化部32的截面(与轴线X1垂直的第三截面S3)从圆形截面部30向四边形截面部31逐渐从圆形变为四边形,并且截面面积减小。截面变化部32在圆形截面部30与四边形截面部31之间形成1.0圈以上。

[0056] 如图2所示,截面变化部32的截面(第三截面S3)具有第一表面32a、第二表面32b、第三表面32c以及第四表面32d。第一表面32a与第三表面32c之间形成有第一圆弧部32e。在第二表面32b与第三表面32c之间形成有第二圆弧部32f。在第一面32a与第四面32d之间形成有第三圆弧部32g。在第二面32b与第四面32d之间形成有第四圆弧部32h。

[0057] 第一表面32a与四边形截面部31的第一平面31a连续。第二表面32b与第二平面31b连续。第三表面32c与第三平面31c连续。第四表面32d与第四平面31d连续。第一表面32a和第二表面32b均沿着螺旋弹簧1的径向(由图2中的双箭头C2表示)延伸。第三表面32c和第四表面32d均沿着螺旋弹簧1的中心轴线C1布置。

[0058] 第一圆弧部32e与四边形截面部31的第一角部31e(如图4所示)连续。第二圆弧部32f与四边形截面部31的第二角部31f连续。第三圆弧部32g与四边形截面部31的第三角部31g连续。第四圆弧部32h与四边形截面部31的第四角部31h连续。

[0059] 图5种示出了具有不同截面的三种线材的长度方向位置与二次轴矩(扭转刚度)之间的关系。图5中的实线M1表示具有四边形截面部31的线材2的二次轴矩。圆形截面部30的线材直径为15.4mm,四边形截面部31的宽度T1和厚度T2各约为6mm。

[0060] 在图5中,横轴上从零(0)开始的长度L3a是截面变化部32的二次轴矩,长度L2a是四边形截面部31的二次轴矩。四边形截面部31的二次轴矩比圆形截面部30的二次轴矩小。

[0061] 图5中的双点划线M2表示具有扁平锥形部的比较例A的线材的二次轴矩。比较例A的线材的圆形截面部的线材直径为15.4mm。在从该圆形截面部的端部到线材的末端的长度L4上设置扁平锥形部。扁平锥形部的截面(垂直于线材长度方向的截面)是扁平四边形。扁平锥形部的端面的宽度为15.4mm以上,厚度为5.5mm。

[0062] 具有扁平锥形部的比较例A(双点划线M2)的二次轴矩远大于具有四边形截面部31的线材2(实线M1)的二次轴矩。在比较例A的由线材制成的螺旋弹簧的情况下,为了减小在小载荷范围挠曲时的第一弹簧常数,需要增加扁平锥形部的圈数。因此,当比较例A的螺旋弹簧以第二弹簧常数(大负载范围)挠曲时,不起到弹簧作用的死卷部分的卷数增加,并且重量相应地增加。

[0063] 图5中的虚线M3表示具有圆锥部的比较例B的线材的二次轴矩。比较例B的线材具有从圆形截面部的端部开始算长度为L3a的圆锥部和长度为L2a的小截面部(线材直径11.4mm)。圆形截面的线材直径为15.4mm。比较例B的截面二次轴矩(虚线M3)比具有四边形截面部31的线材2的截面二次轴矩(实线M1)大。

[0064] 在比较例B的由线材制成的螺旋弹簧的情况下,为了减小在小载荷范围挠曲时的第一弹簧常数,需要增加圆锥部的圈数。因此,当弹簧以第二弹簧常数(大负载范围)挠曲时,不起到弹簧作用的死卷部分的卷数增加,并且重量相应地增加。此外,通过加工圆形截面的线材来形成圆锥部并不容易。另一方面,使用至少一对轧辊能够相对容易地加工四边形截面部31。

[0065] 图6示意性地示出了具有四边形截面部31的螺旋弹簧1的弹簧特性(载荷与挠曲之间的关系)。图6中的横轴表示挠度,纵轴表示载荷。螺旋弹簧1被压缩在下弹簧座21(如图1所示)和上弹簧座20(如图2所示)之间。当载荷在零和 $W_1$ 之间时,弯曲主要发生在四边形截面部31。

[0066] 因此,如图6中的线K1所示,第一弹簧常数区域E1具有相对小的弹簧常数。当载荷超过 $W_1$ 时,四边形截面部31紧密接触,并且主要是圆形截面部30弯曲。因此,如图6中的线K2所示,弹簧常数变大(第二弹簧常数区域E2)。

[0067] 图7示出了当螺旋弹簧1被压缩时线材内部产生的应力与距线材2下端的位置之间的关系。在有效部13的各绕组部13a中产生应力峰值 $\tau_{max}$ 。这些峰值 $\tau_{max}$ 小于悬架系统中的容许应力。小峰 $\tau_1$ 出现在端匝部分1附近。

[0068] 本发明人进行了广泛的研究,发现当截面变化部32的匝数小于1.0时,截面变化部32中的应力达到有效部13中的应力的峰值,如下所示:由图7中的 $\tau_2$ 可知,超过了 $\tau_{max}$ 。截面变化部32中的应力超过有效部13中的应力是不优选的。因此,在本实施方式中,截面变化部32的匝数设定为1.0以上。

[0069] 图8示意性地示出了用于形成四边形截面部31和截面变化部分32的轧辊装置50的示例。具有圆形截面的线材2沿箭头F1所示的方向移动。轧辊装置50具有轧辊51、52。轧辊51、52之间的距离可以调节。线材2通过轧辊51和52而被轧制。此后,线材2绕轴线X1旋转90度,并且线材2再次被轧制轧辊51和52轧制。

[0070] 图9示出了热成型螺旋弹簧的卷绕机60的一部分(例如,在A3相变点之上并且在1150°C以下)。卷绕机60包括圆柱形心轴61、卡盘62和引导部63。引导部63包括一对第一引导辊65、66。

[0071] 由弹簧钢制成的线材2被预先切割成一根螺旋弹簧的长度。线材2被加热至奥氏体化温度(A3相变点以上且1150°C以下),并通过供给机构供给至心轴61。卡盘62将线材2的前端固定于心轴61。引导部63通过引导线材2来控制卷绕在心轴61上的线材2的位置。

[0072] 心轴61的一端61a通过卡盘62保持在驱动头70上。心轴61通过驱动头70绕心轴61的轴线X2旋转。心轴61的另一端61b可旋转地支撑在心轴保持器71上。引导部63在沿着心轴61的轴线X2的方向上移动,并且根据待形成的螺旋弹簧的螺距角来引导线材2。

[0073] 线材2的长度相当于一个螺旋弹簧。在将线材2供给至心轴61之前,线材2在加热炉中被加热。加热丝2的前端通过卡盘62固定在心轴61上。当心轴61旋转时,引导部63与心轴61的旋转同步地在沿着心轴61的轴线X2的方向上移动。结果,线材2以预定节距缠绕在心轴61上。

[0074] 下面描述的比较例1、2、3和4是具有非线性特性的螺旋弹簧,其各自具有包括圆形截面的有效部、圆形锥部和小截面部。另一方面,与图1所示的螺旋弹簧1类似,实施例1、2、3和4均具有非线性特性,其具有圆形截面部30、四边形截面部31和截面变化部32。它是一个螺旋弹簧。

[0075] [比较例1]

[0076] 比较例1的螺旋弹簧的圆形截面的线径为18mm,小截面的线径为13mm,总圈数为8.5圈,重量为7.0kg。

[0077] [实施例1]

[0078] 在实施例1的螺旋弹簧中,圆形截面部30的线材直径为18mm,四边形截面部31的截面(第二截面)的宽度和厚度各约为7mm,并且总数匝数为8.5。实施例1的弹簧特性(载荷与挠曲量的关系)与比较例1相同。实施例1的螺旋弹簧的重量为5.2kg,比比比较例1的螺旋弹簧轻约24%。

[0079] [比较例2]

[0080] 比较例2的螺旋弹簧的圆形截面的线径为15mm,小截面的线径为11mm,总圈数为8.5圈,重量为7.0kg。

[0081] [示例2]

[0082] 在实施例2的螺旋弹簧中,圆形截面部30的线材直径为15mm,四边形截面部31的截面(第二截面)的宽度和厚度各约为7mm,并且总数匝数为9.0。实施例2的弹簧特性与比较例2相同。实施例2的螺旋弹簧的重量为4.0kg,比比比较例2的螺旋弹簧轻约23%。

[0083] [比较例3]

[0084] 比较例3的螺旋弹簧的圆形截面的线径为22mm,小截面的线径为17mm,总圈数为8.0圈,重量为8.5kg。

[0085] [实施例3]

[0086] 在实施例3的螺旋弹簧中,圆形截面部30的线材直径为22mm,四边形截面部31的截面(第二截面)的宽度和厚度各约为7mm,并且总数匝数为8.0。实施例3的弹簧特性与比较例3相同。实施例3的螺旋弹簧的重量为6.5kg,比比比较例3的螺旋弹簧轻约22%。

[0087] [比较例4]

[0088] 比较例4的螺旋弹簧的圆形截面的线径为16mm,小截面的线径为12mm,总圈数为10.0圈,重量为6.0kg。

[0089] [实施例4]

[0090] 在实施例4的螺旋弹簧中,圆形截面部30的线材直径为15mm,四边形截面部31的截面(第二截面)的宽度和厚度各约为7mm,并且总数匝数为9.0。实施例4的弹簧特性与比较例4相同。实施例4的螺旋弹簧的重量为5.0kg,比比比较例4的螺旋弹簧轻约18%。

[0091] 四边形截面部31可以使用轧辊来形成。然而,第二截面S2的宽度和厚度可能由于模制期间引起的形状误差而变化。第二截面S2的宽度和厚度均小于线材直径(第一截面S1的直径),并且将第二截面S2的面积制成以第一截面S1的直径为圆的圆形。通过使第一截面S1的面积小于内切正方形,与传统的螺旋弹簧相比可以减轻重量。特别地,当四边形截面部31的宽度T1和厚度T2均等于或小于第一截面S1的直径D的根号1/2时,重量能大幅减轻。

[0092] 图10示出了根据第二实施例的螺旋弹簧1A。螺旋弹簧1A具有2圈以上的四边形截面部31和1.0圈以上的截面变化部32。第二端匝部12的导线截面为圆形,且导线直径与圆形截面部分30的导线直径相同。第二端匝部12具有小直径绕组部90,其中线圈直径朝向线材2的第二端2b减小。第二端匝部12的线径可以小于圆形截面部分30的线径。由于第二实施例的螺旋弹簧1A和第一实施例的螺旋弹簧1除上述之外具有相同的结构和操作,因此对它们两者给出相同的附图标记,并且将省略其说明。

[0093] [产业应用可能性]

[0094] 本发明能够适用于汽车等车辆用的悬架螺旋弹簧。也可以应用于车辆以外的螺旋弹簧。

[0095] [符号说明]

[0096] 1, 1A、螺旋弹簧; 2、线材; 2a、第一端; 2b、第二端; 11、第一端匝部; 12、第二端匝部; 13、有效部; 13a、绕组部; G1、间隙; S1、d第一截面; 30、圆形断面部; D、直径; Y1、圆; Y2、正方形; S2、第二截面; T1、宽度; T2、厚度; 31、四边形截面部; 31a、第一平面; 31b、第二平面; 31c、第三平面; 31d、第四平面; 32、截面变化部; 32a、第一表面; 32b、第二表面; 32c、第三表面; 32d、第四表面; 32e、第一圆弧部; 32f、第二圆弧部; 32g、第三圆弧部; 32h、第四圆弧部; 41、第一绕组部; 42、第二绕组部; 43、接触部。

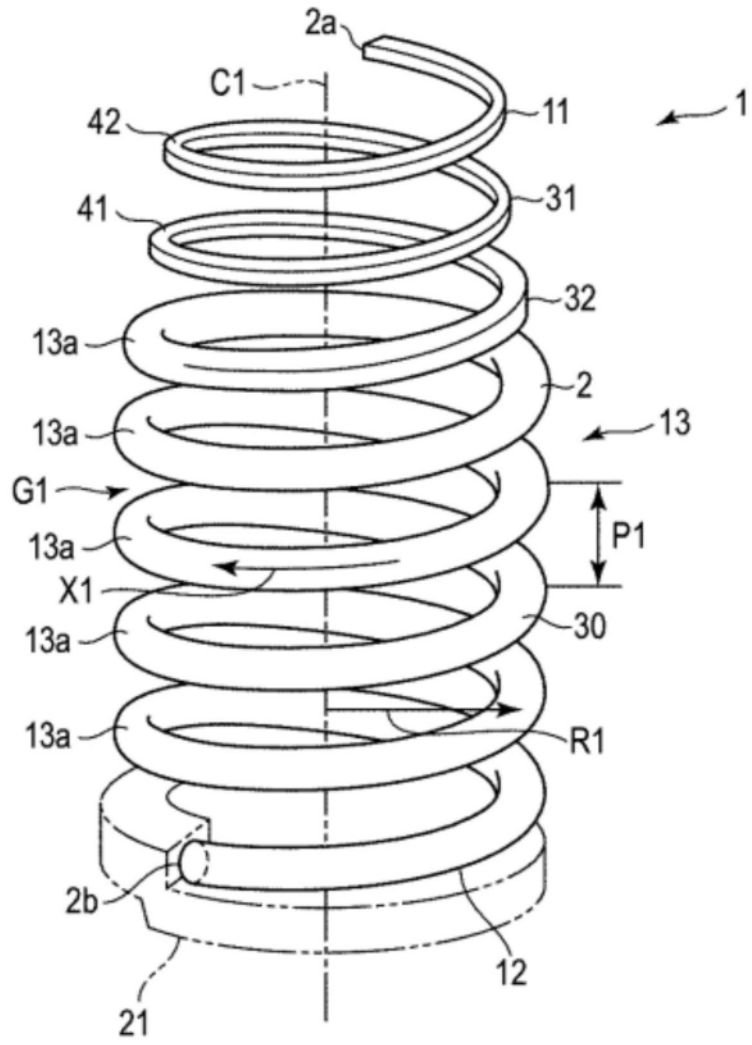


图1

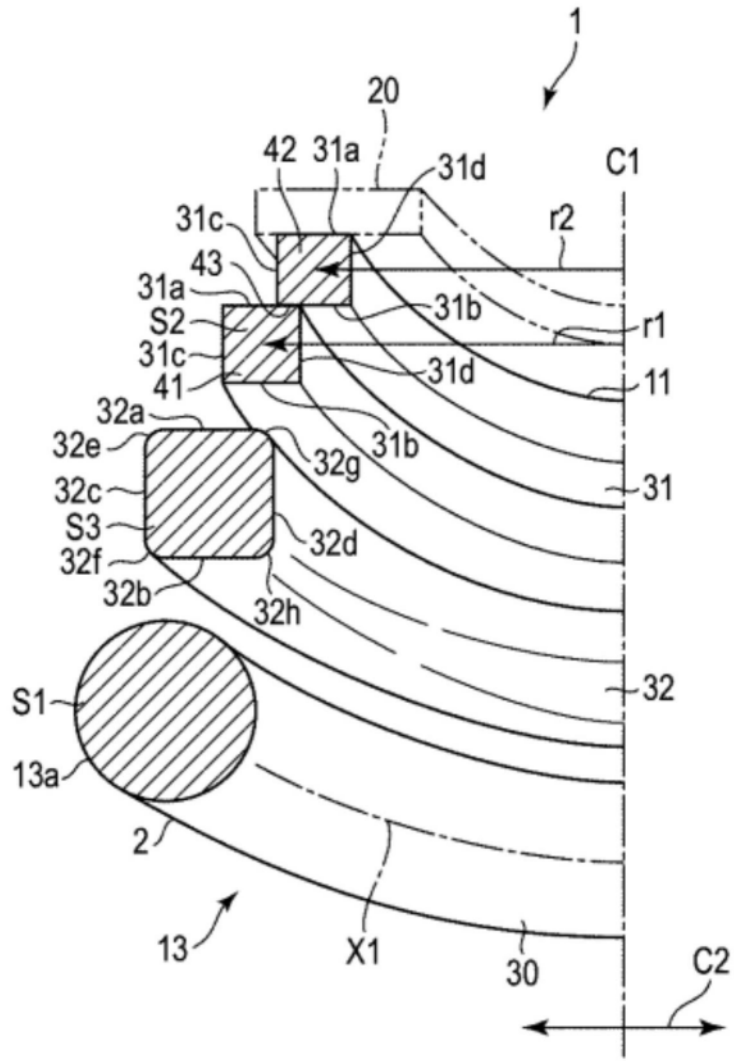


图2

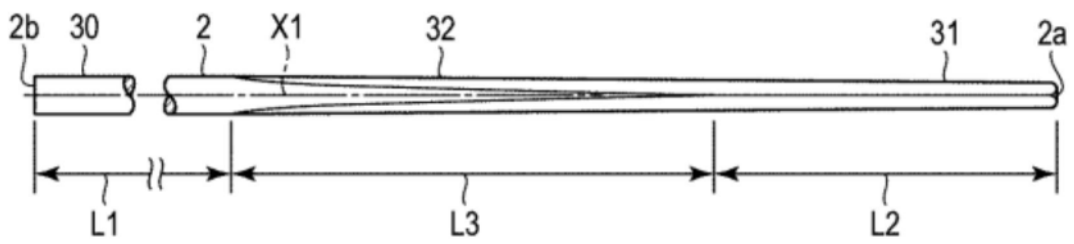


图3

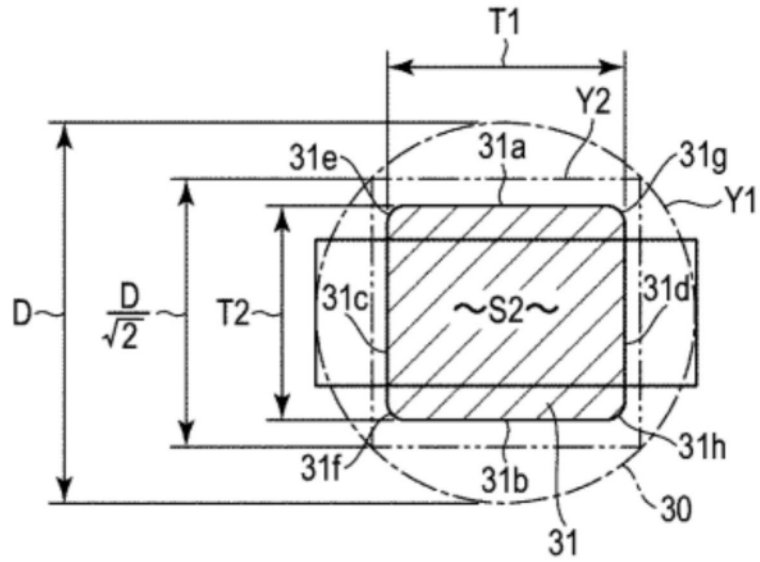


图4

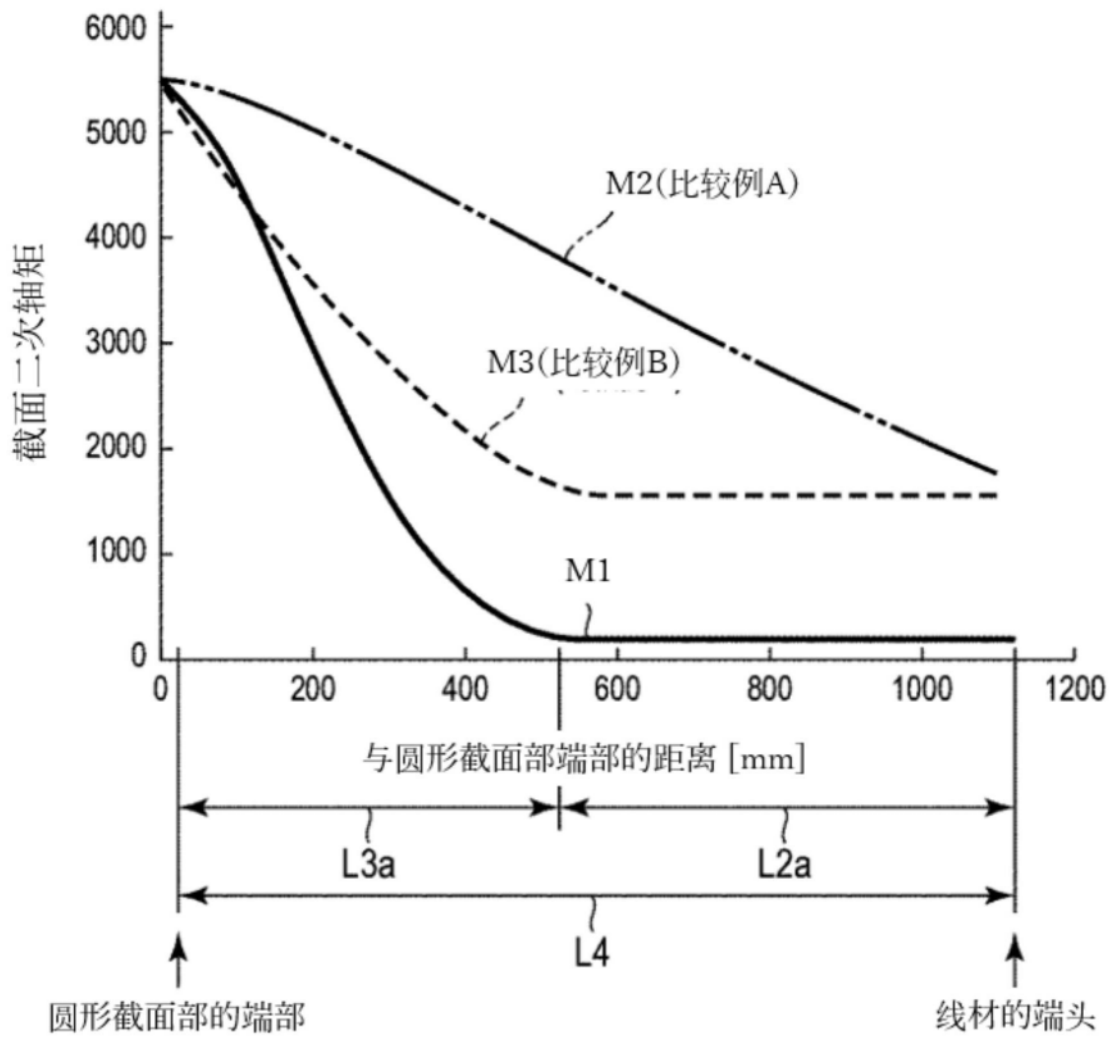


图5

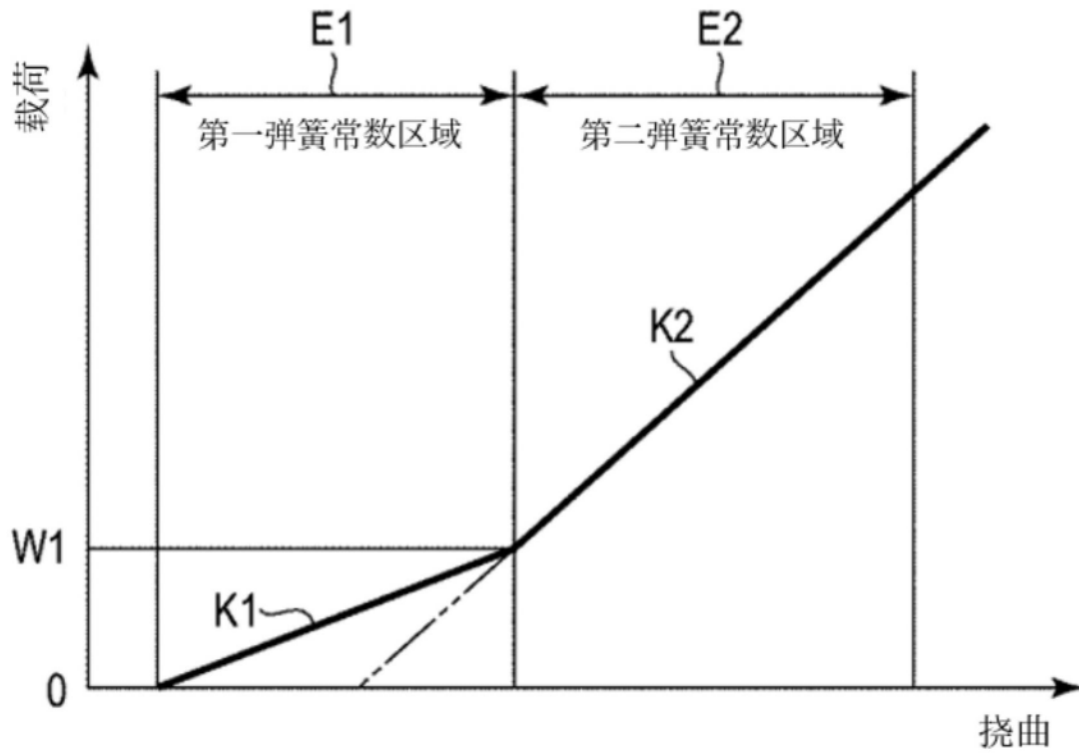


图6

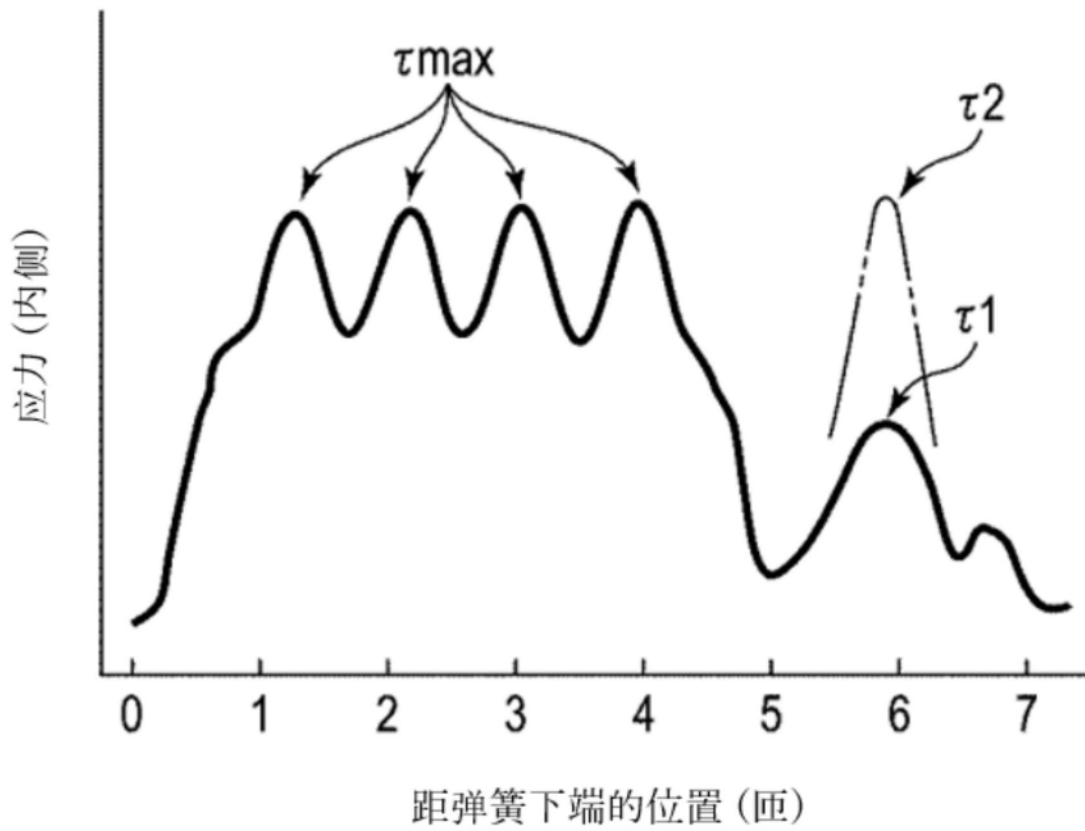


图7

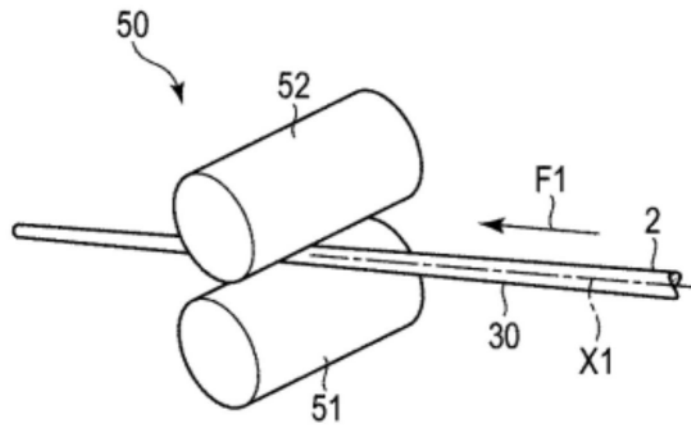


图8

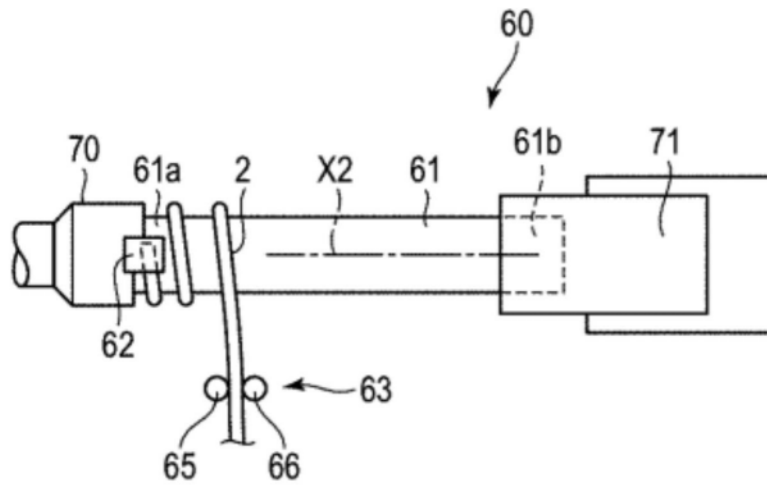


图9

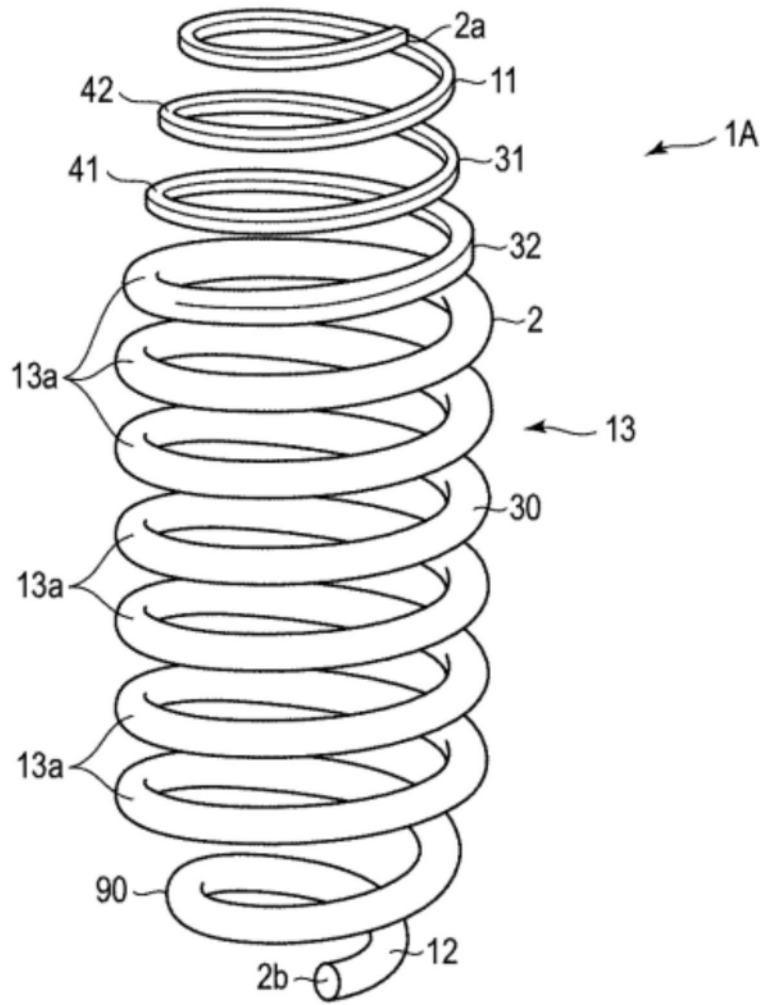


图10