



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105431651 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201480042636. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 05. 28

F16F 1/12(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F16F 1/00(2006. 01)

2016. 01. 28

F16F 15/06(2006. 01)

F16F 15/067(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/064165 2014. 05. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/181916 JA 2015. 12. 03

(71) 申请人 日本发条株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 丹下彰 冈田秀树

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡曼

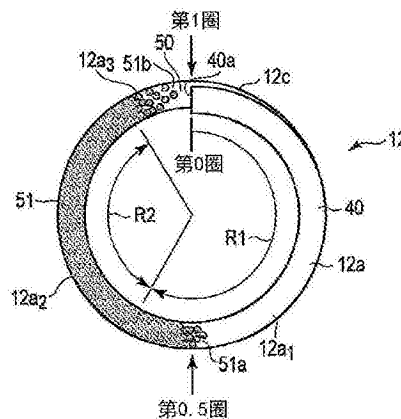
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

悬架用弹簧装置以及悬架用螺旋弹簧

(57) 摘要

在螺旋弹簧 (12) 的端部磨平圈部 (12a、12b) 之间形成有从线材 (40) 的表面到第一深度 (D1) 具有压缩残余应力的压缩残余应力部 (50)。端部磨平圈部 (12a) 包括第一部分 (12a₁)、第二部分 (12a₂) 及第三部分 (12a₃)。第一部分 (12a₁) 无论施加于螺旋弹簧 (12) 的负载为多大, 都始终与弹簧座接触。第二部分 (12a₂) 在施加于螺旋弹簧 (12) 的负载较大时与弹簧座接触, 在负载较小时与弹簧座分开。第三部分 (12a₃) 无论负载的大小如何, 都始终与弹簧座分开。在端部磨平圈部 (12a) 的包括第二部分 (12a₂) 的区域内形成有通过超声波喷丸硬化得到的深层残余应力部 (51)。深层残余应力部 (51) 从线材 (40) 的表面到比所述第一深度 (D1) 深的第二深度 (D2) 具有压缩残余应力。



1. 一种悬架用弹簧装置,包括:

下侧的弹簧座(13)(103);

上侧的弹簧座(14)(104);以及

螺旋弹簧(12),所述螺旋弹簧(12)具有成形为螺旋形的线材(40),并且所述螺旋弹簧(12)以压缩的状态配置在所述下侧的弹簧座(13)(103)与所述上侧的弹簧座(14)(104)之间,

其特征在于,

所述螺旋弹簧(12)具有从所述线材(40)的下端(40a)到不足第一圈的下侧的端部磨平圈部(12a)、以及从所述线材(40)的上端(40b)到不足第一圈的位置的上侧的端部磨平圈部(12b),

至少所述下侧的端部磨平圈部(12a)具有:第一部分(12a₁),所述第一部分(12a₁)无论施加于该螺旋弹簧(12)的负载的大小如何,都始终与所述下侧的弹簧座(13)(103)接触;第二部分(12a₂),所述第二部分(12a₂)根据施加于该螺旋弹簧(12)的负载而与所述下侧的弹簧座(13)(103)接触或分开;以及第三部分(12a₃),所述第三部分(12a₃)无论负载的大小如何,都始终与所述下侧的弹簧座(13)(103)分开,

在所述下侧的端部磨平圈部(12a)与所述上侧的端部磨平圈部(12b)之间具有压缩残余应力部(50),所述压缩残余应力部(50)从所述线材(40)的表面到第一深度(D1)施加有压缩残余应力,

在所述下侧的端部磨平圈部(12a)的包括所述第二部分(12a₂)的区域内具有深层残余应力部(51),所述深层残余应力部(51)从所述线材(40)的表面到比所述第一深度(D1)深的第二深度(D2)施加有压缩残余应力。

2. 如权利要求1所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

所述深层残余应力部(51)的压缩残余应力的绝对值的最大值比所述压缩残余应力部(50)的压缩残余应力的绝对值的最大值大。

3. 如权利要求1或2所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

在所述深层残余应力部(51)与所述压缩残余应力部(50)的交界处具有使所述深层残余应力部(51)的压缩残余应力逐渐减少的应力转移部。

4. 如权利要求1或2所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

在所述压缩残余应力部(50)的表面形成有第一喷丸硬化打痕(61),在所述深层残余应力部(51)的表面形成有第二喷丸硬化打痕(66),该第二喷丸硬化打痕(66)的大小比所述第一喷丸硬化打痕(61)的大小大。

5. 如权利要求1或2所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

在所述下侧的端部磨平圈部(12a)及所述上侧的端部磨平圈部(12b)均形成有所述深层残余应力部(51)。

6. 如权利要求1或2所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

所述下侧的弹簧座(13)具有分别对所述下侧的端部磨平圈部(12a)的下表面及外周面进行约束的底面(13a)及外侧壁(13b),在该下侧的端部磨平圈部(12a)的包括所述下表面及所述外周面的范围内形成有所述深层残余应力部(51)。

7. 如权利要求1或2所述的悬架用弹簧装置,其特征在于,

所述下侧的弹簧座(103)具有分别对所述下侧的端部磨平圈部(12a)的下表面及内周面进行约束的底面(103a)及内侧壁(103b),在该下侧的端部磨平圈部(12a)的包括所述下表面及所述内周面的范围内形成有所述深层残余应力部(51)。

8.一种悬架用螺旋弹簧,其特征在于,

所述悬架用螺旋弹簧具有从成形为螺旋形的线材(40)的下端(40a)到不足第一圈的下侧的端部磨平圈部(12a)、以及从该线材(40)的上端(40b)到不足第一圈的上侧的端部磨平圈部(12b),

至少所述下侧的端部磨平圈部(12a)具有无论负载的大小如何都始终与下侧的弹簧座(13)(103)接触的第一部分(12a₁)、依据负载的大小而与所述下侧的弹簧座(13)(103)接触或分开的第二部分(12a₂)、以及无论负载的大小如何都始终与所述下侧的弹簧座(13)(103)分开的第三部分(12a₃),

在所述下侧的端部磨平圈部(12a)与所述上侧的端部磨平圈部(12b)之间具有压缩残余应力部(50),所述压缩残余应力部(50)从所述线材(40)的表面到第一深度(D1)施加有压缩残余应力,

在所述下侧的端部磨平圈部(12a)的包括所述第二部分(12a₂)的区域内具有深层残余应力部(51),所述深层残余应力部(51)从所述线材(40)的表面到比所述第一深度(D1)深的第二深度(D2)施加有压缩残余应力。

悬架用弹簧装置以及悬架用螺旋弹簧

技术领域

[0001] 本发明涉及用在汽车等车辆的悬架机构中的悬架用弹簧装置以及悬架用螺旋弹簧。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种用在汽车等车辆的悬架机构中的悬架用弹簧装置的一例。该悬架用弹簧装置包括悬架用螺旋弹簧(压缩螺旋弹簧)、配置在该螺旋弹簧的下侧的下侧的弹簧座、以及配置在该螺旋弹簧的上侧的上侧的弹簧座。该螺旋弹簧与负载的大小对应地伸缩。

[0003] 作为悬架用螺旋弹簧发生折损的原因之一,公知有浸蚀孔。例如因飞石会使螺旋弹簧的涂装剥落而生锈,该锈增大而形成浸蚀孔。螺旋弹簧以该浸蚀孔作为起点发生折损。如专利文献2公开的那样,提出了一种在悬架用螺旋弹簧的表面形成双层结构的涂膜的技术。双层结构的涂膜由环氧树脂类树脂的内涂层以及形成在该内涂层之上的环氧聚酯纤维树脂类树脂的外涂层构成。在专利文献3中说明了第一喷丸硬化及第二喷丸硬化。在第一喷丸硬化中,利用较大的投射能对整个螺旋弹簧进行第一喷丸硬化。在进行了第一喷丸硬化后,利用较小的投射能进行第二喷丸硬化。

[0004] 悬架用螺旋弹簧的端部磨平圈部包括第一部分、第二部分以及第三部分。第一部分无论负载的大小都始终与弹簧座接触。第二部分依据负载的大小而与弹簧座接触或分开。第三部分无论负载的大小都始终与弹簧座分开。在第二部分与弹簧座之间有时夹有沙子等异物。对螺旋弹簧的表面实施了防锈涂装。但是,当在端部磨平圈部与弹簧座之间夹有沙子等较硬的异物的状态下使螺旋弹簧伸缩时,有时涂膜会剥落而生锈,或者被夹着的异物使螺旋弹簧的表面受到创伤。当该创伤处生锈,并且锈增大时,成为螺旋弹簧折损的原因。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利特开2000-103216号公报

[0008] 专利文献2:日本专利特开2005-171297号公报

[0009] 专利文献3:日本专利特开2011-000663号公报

发明内容

[0010] 发明所要解决的技术问题

[0011] 在如专利文献1的螺旋弹簧那样使端部磨平圈部的一部分与弹簧座接触或分开的情况下,沙子等异物特别容易进入到下侧的端部磨平圈部与弹簧座之间。当该异物被夹在端部磨平圈部与弹簧座之间时,涂膜会剥落而生锈,成为螺旋弹簧折损的原因。

[0012] 如专利文献2那样具有由内涂层及外涂层构成的双层结构的涂膜的螺旋弹簧对飞石是有效的。但是,对于因进入到端部磨平圈部与弹簧座之间的沙子等而产生的腐蚀及创

伤,效果较小。而且,与具有一般的涂膜的螺旋弹簧相比,双层结构的涂膜存在涂装所需的成本较高的问题。在专利文献3中,第一喷丸硬化及第二喷丸硬化均是对整个螺旋弹簧实施的。而且,在第一喷丸硬化中,利用较大的投射能对整个螺旋弹簧投射丸粒,因此存在能量消耗大的问题。而且,需要设置能经得住较大的投射能的喷丸硬化装置,因此喷丸硬化装置的消耗也大。

[0013] 因而,本发明的目的在于,提供一种能防止螺旋弹簧因产生于端部磨平圈部的腐蚀而发生折损的悬架用弹簧装置以及悬架用螺旋弹簧。

[0014] 解决技术问题所采用的技术方案

[0015] 本发明的悬架用弹簧装置包括:下侧的弹簧座;上侧的弹簧座;以及螺旋弹簧,上述螺旋弹簧具有成形为螺旋形的线材,并且上述螺旋弹簧以压缩的状态配置在上述下侧的弹簧座与上述上侧的弹簧座之间。该螺旋弹簧具有从上述线材的下端到不足第一圈的下侧的端部磨平圈部、以及从上述线材的上端到不足第一圈的上侧的端部磨平圈部,至少上述下侧的端部磨平圈部具有:第一部分,上述第一部分无论施加于该螺旋弹簧的负载的大小如何,都始终与上述下侧的弹簧座接触;第二部分,上述第二部分根据施加于该螺旋弹簧的负载而与上述下侧的弹簧座接触或分开;以及第三部分,上述第三部分无论负载的大小如何,都始终与弹簧座分开。并且,在上述下侧的端部磨平圈部与上述上侧的端部磨平圈部之间具有压缩残余应力部,对上述压缩残余应力部从上述线材的表面施加压缩残余应力直到第一深度,在上述下侧的端部磨平圈部的包括上述第二部分的区域内具有深层残余应力部,对上述深层残余应力部从上述线材的表面施加压缩残余应力直到比上述第一深度深的第二深度。

[0016] 在一实施方式中,上述深层残余应力部的压缩残余应力的绝对值的最大值比上述压缩残余应力部的压缩残余应力的绝对值的最大值大。另外,较好的是,在上述深层残余应力部与上述压缩残余应力部的交界处具有压缩残余应力逐渐减少的应力转移部。另外,在上述压缩残余应力部的表面形成有第一喷丸硬化打痕,在上述深层残余应力部的表面形成有第二喷丸硬化打痕,该第二喷丸硬化打痕的大小比上述第一喷丸硬化打痕的大小大。另外,可以在上述下侧的端部磨平圈部及上述上侧的端部磨平圈部均形成上述深层残余应力部。

[0017] 在一实施方式中,上述下侧的弹簧座具有分别对上述下侧的端部磨平圈部的下表面及外周面进行约束的底面及外侧壁,在该端部磨平圈部的包括上述下表面及上述外周面的范围内形成有上述深层残余应力部。在另一实施方式中,上述下侧的弹簧座具有分别对上述下侧的端部磨平圈部的下表面及内周面进行约束的底面及内侧壁,在该端部磨平圈部的包括上述下表面及上述内周面的范围内形成有上述深层残余应力部。

[0018] 发明效果

[0019] 采用本发明,能够抑制螺旋弹簧以因夹在悬架用螺旋弹簧的端部磨平圈部与弹簧座之间的沙子等较硬的异物而产生的腐蚀作为起点而发生折损,提高了螺旋弹簧的耐久性。该螺旋弹簧在端部磨平圈部的至少包括第二部分(与弹簧座接触或分开的部分)的区域内,例如通过超声波喷丸硬化形成深层残余应力部较佳。

附图说明

- [0020] 图1是示意地表示包括悬架用弹簧装置的车辆的前部的立体图。
- [0021] 图2是包括图1所示的悬架用弹簧装置的悬架机构的纵剖视图。
- [0022] 图3是表示螺旋弹簧的一例的立体图。
- [0023] 图4是示意地表示第一实施方式的螺旋弹簧的端部磨平圈部的仰视图。
- [0024] 图5是表示压缩残余应力部及深层残余应力部的各自的残余应力的分布的图。
- [0025] 图6是示意地表示压缩残余应力部及深层残余应力部的各自的表面附近、以及所使用的丸粒的剖视图。
- [0026] 图7是示意地表示用于形成深层残余应力部的超声波喷丸硬化装置及螺旋弹簧的一部分的剖视图。
- [0027] 图8是表示图3所示的螺旋弹簧的制造工序的一例的流程图。
- [0028] 图9是表示具有通过一般的喷丸硬化而形成的压缩残余应力部的螺旋弹簧,以及具有通过超声波喷丸硬化而形成的深层残余应力部的螺旋弹簧的各自的耐久试验结果的图。
- [0029] 图10是表示第二实施方式的螺旋弹簧的端部磨平圈部及弹簧座的一部分的剖视图。
- [0030] 图11是示意地表示图10所示的螺旋弹簧的端部磨平圈部的仰视图。
- [0031] 图12是示意地表示包括第三实施方式的悬架用弹簧装置的车辆的后部的立体图。
- [0032] 图13是从车辆侧面观察到的图12所示的悬架用弹簧装置的侧视图。
- [0033] 图14是将图13所示的悬架用弹簧装置的一部分放大后得到的剖视图。
- [0034] 图15是示意地表示图13所示的悬架用弹簧装置的螺旋弹簧的端部磨平圈部的仰视图。

具体实施方式

- [0035] 以下,参照图1至图9说明第一实施方式的悬架用弹簧装置。
- [0036] 图1及图2表示配置在车辆10的前侧的麦弗逊柱式悬架机构11。该悬架机构11包括螺旋弹簧12(压缩螺旋弹簧)、下侧的弹簧座13、上侧的弹簧座14、减振器15以及发动机支承隔振器16。螺旋弹簧12是悬架用螺旋弹簧的一例。下侧的弹簧座13配置在螺旋弹簧12的下侧。上侧的弹簧座14配置在螺旋弹簧12的上侧。螺旋弹簧12以压缩了的状态配置在下侧的弹簧座13与上侧的弹簧座14之间。利用螺旋弹簧12以及弹簧座13、14构成悬架用弹簧装置18。
- [0037] 减振器15具有气缸20、杆21、盖构件22以及设置在气缸20内的衰减力产生机构等。在气缸20的内部收容有油等流体。杆21插入在气缸20内。盖构件22覆盖杆21的滑动部分。杆21能相对于气缸20沿减振器15的轴线X1方向伸缩。上述衰减力产生机构对杆21的动作施加阻力。减振器15以相对于铅垂线X₀倾斜角度 θ 的姿势安装在车身30上。
- [0038] 在气缸20的下端部设置有供转向节构件25(如图1所示)安装的支架26。转向节构件25的下部借助球接头28旋转自如地支承在下臂27上。下臂27能沿上下方向转动地安装在横梁29上。横梁29沿车辆10的宽度方向延伸。
- [0039] 图3表示螺旋弹簧12未负荷压缩的负载的状态(所谓的自由状态)。在该说明书中,将在该自由状态下的螺旋弹簧12的长度称为自由长度。当螺旋弹簧12负荷负载时,螺旋弹

簧12朝长度比自由长度的长度变短的方向挠曲。图2所示的悬架用弹簧装置18以压缩在下侧的弹簧座13与上侧的弹簧座14之间的组件状态安装在车身30上。

[0040] 图3所示的螺旋弹簧12具有成形为螺旋形的线材(操作线)40。线材40由截面为圆形的弹簧钢构成。螺旋弹簧12具有下侧的端部磨平圈部12a及上侧的端部磨平圈部12b。下侧的端部磨平圈部12a是从线材40的下端40a到不足第一圈的部分。上侧的端部磨平圈部12b是从线材40的上端40b到不足第一圈的部分。在端部磨平圈部12a、12b之间形成有螺旋形的有效部12c。有效部12c以即使在被最大程度地压缩的状态下也不会使线材40彼此接触的那样的间距P卷绕。

[0041] 线材40的线径的一例为12.5mm。作为螺旋弹簧12的一例,平均卷绕直径为110.0mm,自由长度(无负载时的长度)为382mm,有效圈数为5.39,弹簧常数为33.3N/mm。线径为8mm~21mm虽然是主流,但也可以是除此之外的线径。螺旋弹簧12的一例为圆筒螺旋弹簧。若是螺旋弹簧的其它的形态,根据悬架机构的规格,可以是桶形螺旋弹簧、鼓形螺旋弹簧、锥形螺旋弹簧、非等间距螺旋弹簧或在自由状态下预先使中心轴弯曲的螺旋弹簧等。

[0042] 线材40由弹簧钢构成。弹簧钢的种类没有限定,但例如可以举出遵照美国的“汽车工程师协会(Society of Automotive Engineers)”的SAE9254。SAE9254的化学成分(mass%)为C:0.51~0.59、Si:1.20~1.60、Mn:0.60~0.80、Cr:0.60~0.80、S:最大0.040、P:最大0.030,其余部分为Fe。弹簧钢的另一例可以是超高强度弹簧钢。超高强度弹簧钢的化学成分(mass%)的一例为C:0.40、Si:1.8、Mn:0.3、Cr:1.05、P:0.010、S:0.005、Ni:0.4、Cu:0.25、V:0.18、Ti:0.07,其余部分为Fe。

[0043] 螺旋弹簧12以压缩的状态配置在下侧的弹簧座13与上侧的弹簧座14之间。并且,该螺旋弹簧12弹性地支承从车辆10的上方施加的负载。下侧的端部磨平圈部12a与弹簧座13的上表面接触。上侧的端部磨平圈部12b与弹簧座14的下表面接触。该螺旋弹簧12在全回弹时最大程度地拉长,在全冲击时最大程度地压缩。“全回弹”是指在升起车身时,弹簧下质量(unsprung mass)使螺旋弹簧12最大程度地拉长的状态。“全冲击”是指从车身上方施加的负荷使螺旋弹簧12最大程度地压缩的状态。

[0044] 图4是示意地表示螺旋弹簧12的端部磨平圈部12a的仰视图。该端部磨平圈部12a沿线材40的卷绕方向具有箭头R1所示的范围的第一部分12a₁、箭头R2所示的范围的第二部分12a₂以及第三部分12a₃。第一部分12a₁从线材40的下端40a(第0圈)延伸到超过第0.5圈的范围,例如从第0圈延伸到第0.6圈附近。第一部分12a₁无论施加于螺旋弹簧12的负载为多大,都始终与弹簧座13接触。

[0045] 第二部分12a₂与第一部分12a₁连续。第二部分12a₂从线材40的下端40a到不足第一圈(例如从第0.6圈附近到第0.9圈附近)的位置。第二部分12a₂根据施加于螺旋弹簧12的负载与弹簧座13接触或分开。也就是说,第二部分12a₂在负载小时与弹簧座13分开,在负载大时与弹簧座13接触。第三部分12a₃无论负载的大小如何,都始终与弹簧座13分开。

[0046] 上侧的端部磨平圈部12b与下侧的端部磨平圈部12a同样,也具有第一部分12b₁、第二部分12b₂及第三部分12b₃。第一部分12b₁从线材40的上端40b(第0圈)延伸到超过第0.5圈的范围。第一部分12b₁无论施加于螺旋弹簧12的负载为多大,都始终与弹簧座14接触。第二部分12b₂与第一部分12b₁连续。第二部分12b₂从线材40的上端40b到不足第一圈(例如从第0.6圈附近到第0.9圈附近)的位置。第二部分12b₂根据施加于螺旋弹簧12的负载而与弹

簧座14接触或分开。第三部分12b₃无论负载的大小如何,都始终与簧座14分开。

[0047] 螺旋弹簧12具有压缩残余应力部50及深层残余应力部51、52。压缩残余应力部50形成在端部磨平圈部12a、12b之间。深层残余应力部51、52分别形成在端部磨平圈部12a、12b。对于压缩残余应力部50,从线材40的表面施加压缩残余应力直到第一深度。

[0048] 在下侧的端部磨平圈部12a形成有第一深层残余应力部51。第一深层残余应力部51至少形成在端部磨平圈部12a的包括第二部分12a₂的区域内。对该深层残余应力部51施加压缩残余应力直到第二深度。在上侧的端部磨平圈部12b形成有第二深层残余应力部52。第二深层残余应力部52形成在端部磨平圈部12b的包括第二部分12b₂的区域内。对该深层残余应力部52也施加压缩残余应力直到上述第二深度。

[0049] 在图3中用平行斜线(剖面线)表示深层残余应力部51、52。在图4中,为了方便说明,用梨皮状花纹表示深层残余应力部51。该深层残余应力部51形成在将端部磨平圈部12a的第二部分12a₂的整个区域覆盖的范围内。深层残余应力部51的一端51a位于端部磨平圈部12a的第一部分12a₁。深层残余应力部51的另一端51b与形成于有效部12c的压缩残余应力部50相连。

[0050] 这样,下侧的深层残余应力部51形成在下侧的端部磨平圈部12a中的包括第二部分12a₂的区域内,即,可能与簧座13接触或分开的区域内。也可以在第二部分12a₂及第三部分12a₃均形成该深层残余应力部51。

[0051] 端部磨平圈部12a的第一部分12a₁始终与簧座13接触。因此,深层残余应力部51的一端51a始终与簧座13接触。深层残余应力部51的另一端51b,即,与压缩残余应力部50的交界处成为应力转移部。在应力转移部,压缩残余应力随着距下端40a的圈数位置增大而逐渐减小。利用该应力转移部防止另一端51b附近的压缩残余应力急剧变化,并且防止在另一端51b附近产生拉伸的残余应力。

[0052] 在上侧的端部磨平圈部12b也形成有深层残余应力部52。该深层残余应力部52与下侧的深层残余应力部51同样,形成在将端部磨平圈部12b的第二部分12b₂的整个区域覆盖的范围内。也就是说,上侧的深层残余应力部52形成在端部磨平圈部12b中的包括第二部分12b₂的区域内,即,可能与簧座14接触或分开的区域内。也可以在第二部分12b₂及第三部分12b₃均形成该深层残余应力部52。

[0053] 图5表示压缩残余应力部50的应力分布(虚线L1)以及深层残余应力部51、52的应力分布(实线L2)。图5的横轴表示距表面的深度(距离)。图5的纵轴表示残余应力值,作为本领域的惯例,压缩残余应力值表示为负值。如图5中虚线L1所示,在压缩残余应力部50,从表面到第一深度D1(深度0.30mm左右)形成有压缩残余应力。压缩残余应力部50的应力的最大值(绝对值)H1为750MPa左右。

[0054] 图5中的实线L2表示深层残余应力部51、52的应力分布。深层残余应力部51、52从表面到第二深度D2(深度0.8mm附近)形成有压缩残余应力。也就是说,在深层残余应力部51、52形成有压缩残余应力的位置比在压缩残余应力部50形成有压缩残余应力的位置深。而且,深层残余应力部51、52的压缩残余应力的最大值(绝对值)H2达到900MPa。也就是说,深层残余应力部51、52的压缩残余应力的最大值(绝对值)H2比压缩残余应力部50的压缩残余应力的最大值(绝对值)H1大。另外,H2可以与H1相同或比H1小。

[0055] 图6是示意地表示压缩残余应力部50及深层残余应力部51、52的表面附近的剖视

图。在压缩残余应力部50的表面形成有第一喷丸硬化打痕61。第一喷丸硬化打痕61由在以下说明的第一喷丸硬化中投射的丸粒60形成。由此,对压缩残余应力部50从表面施加压缩残余应力直到第一深度D1(如图5所示)。

[0056] 在深层残余应力部51、52的表面形成有第二喷丸硬化打痕66。第二喷丸硬化打痕66由在第二喷丸硬化(超声波喷丸硬化)中投射的钢球丸粒65形成。由此,对深层残余应力部51、52从表面施加比压缩残余应力部50大的压缩残余应力直到第二深度D2(如图5所示)。另外,深层残余应力部51、52的压缩残余应力的绝对值可以为压缩残余应力部50的压缩残余应力的绝对值的同等以下。

[0057] 通过第一喷丸硬化形成压缩残余应力部50。在第一喷丸硬化中,使离心式加速装置的轮子(叶轮)旋转。并且,利用由该轮子的高速旋转产生的离心力使丸粒60撞击整个螺旋弹簧12。丸粒60(如图6所示)的一例为钢丝。丸粒尺寸的一例为0.67mm,投射速度为77m/s。新的钢丝为圆柱形,使用了某种程度的钢丝的角被磨掉而带圆角。通过第一喷丸硬化在线材40的表面形成打痕尺寸为d1(如图6所示)的许多个打痕61,并且从线材40的表面到上述第一深度D1表现出压缩残余应力。

[0058] 图7示意地表示实施第二喷丸硬化的超声波喷丸硬化装置70。超声波喷丸硬化装置70包括框体71、超声波振动器72、驱动部73以及多个钢球丸粒65。框体71作为遮挡元件发挥功能。超声波振动器72配置在框体71的内部。钢球丸粒65移动自如地收纳在框体71的内部。钢球丸粒65例如像球轴承的钢球那样具有实际为正球状且平滑的表面。钢球丸粒65的直径例如为3mm~4mm。钢球丸粒65的直径比用在第一喷丸硬化中的丸粒60的尺寸(例如0.6mm~1.2mm)大很多。而且,钢球丸粒65与一般的丸粒60相比,表面平滑且接近于正球状。

[0059] 钢球丸粒65的硬度的一例为670HV。使框体71罩住线材40的被投射区域。在这种状态下,利用驱动部73使超声波振动器72以例如频率20kHz、振幅150 μ m的条件进行振动。由此,在框体71的内部朝向线材40投射钢球丸粒65。例如,钢球丸粒65的投射时间为80秒,投射距离为90mm,弧高(C级)为0.289mm。

[0060] 从超声波振动器72朝向线材40投射许多个钢球丸粒65。这些钢球丸粒65与线材40的表面碰撞而弹回,再次被超声波振动器72朝向线材40投射。通过这样反复进行钢球丸粒65的投射与反射,如图6所示,形成打痕尺寸(打痕直径)为d2的第二喷丸硬化打痕66。第二喷丸硬化打痕66的打痕尺寸d2比第一喷丸硬化打痕61的打痕尺寸d1大。

[0061] 当丸粒尺寸较大时,相应地丸粒的质量较大。因此,用在第二喷丸硬化中的钢球丸粒65的动能比用在第一喷丸硬化中的丸粒60的动能大很多。因此,在第二喷丸硬化中,如图5中线段L2所示,从表面到深度D2表现出较大的压缩残余应力。而且,深层残余应力部51、52的压缩残余应力的最大值(绝对值)H2比压缩残余应力部50的压缩残余应力的最大值(绝对值)H1大。

[0062] 以上述方式利用超声波喷丸硬化装置70使钢球丸粒65撞击到螺旋弹簧12上。钢球丸粒65的直径例如为4mm,比用在第一喷丸硬化中的丸粒60的丸粒尺寸大3倍以上。而且,由于钢球丸粒65的表面接近正球状,因此第二喷丸硬化打痕66的打痕尺寸d2变得比第一喷丸硬化打痕61的打痕尺寸d1大。而且,第二喷丸硬化打痕66的表面平滑。因此,能防止形成在端部磨平圈部12a的第二喷丸硬化打痕66成为螺旋弹簧12的折损的起点。

[0063] 图8表示通过加热来形成螺旋弹簧12的情况下的制造工序的一例。

[0064] 在图8中的加热工序S1中,将螺旋弹簧12的材料(线材)加热到奥氏体化温度(A_3 相变点以上且 1150°C 以下)。接着,在成形工序S2中,将材料卷成螺旋形。随后,在热处理工序S3中,进行淬火及回火的热处理。在热处理工序S3中,将线材的硬度调质为47HRC~59HRC。随后,利用热处理工序S3的余热通过温热处理(150°C ~ 350°C)进行加温变定处理工序S4。在加温变定处理工序S4中,对螺旋弹簧12以规定时间施加轴线方向的负载。

[0065] 此外,在第一喷丸硬化工序S5中,通过温热处理实施上述第一喷丸硬化。在第一喷丸硬化工序S5中,使用丸粒尺寸(粒径)为 0.67mm 的丸粒(铁制的钢丝)。以 230°C 的处理温度且以 77m/sec 的速度将该丸粒投射到线材上。由此,在整个螺旋弹簧12上形成压缩残余应力部50直到第一深度D1。另外,在第一喷丸硬化工序S5中,也可在 230°C 的处理温度下且以 77m/sec 的速度投射丸粒尺寸为 1.1mm 的丸粒。

[0066] 另外,也可以在第一喷丸硬化工序S5中应用多级喷丸硬化。在多级喷丸硬化中,分成两个阶段或三个阶段以上进行喷丸硬化。可以使用例如丸粒尺寸为 0.87mm ~ 1.2mm 的大尺寸的丸粒进行前级喷丸硬化,随后使用例如丸粒尺寸为 0.4mm ~ 0.7mm 的小尺寸的丸粒进行后级喷丸硬化。

[0067] 在第二喷丸硬化工序S6中,使用超声波喷丸硬化装置70实施第二喷丸硬化(超声波喷丸硬化)。以比第一喷丸硬化低的温度(例如室温)进行第二喷丸硬化。另外,在第二喷丸硬化中,使用比第一喷丸硬化的丸粒60大很多的直径为 4mm 的钢球丸粒65。钢球丸粒65的投射时间例如为80秒。

[0068] 如图7所示,利用超声波喷丸硬化装置70将钢球丸粒65投射到线材40的表面上。由此,在端部磨平圈部12a的下表面上遍布角度 α_1 的范围形成深层残余应力部51。届时,也可以使超声波喷丸硬化装置70沿箭头Y方向移动。

[0069] 超声波喷丸硬化装置70从深层残余应力部51的一端51a朝向另一端51b(如图4所示)移动。由此,在深层残余应力部51表现出第二深度D2的压缩残余应力。深层残余应力部51的另一端51b为应力转移部。在应力转移部,压缩残余应力从深层残余应力部51向压缩残余应力部50逐渐减小。在深层残余应力部51的另一端51b,为了形成应力转移部,逐渐增大超声波喷丸硬化装置70的移动速度,或者逐渐减小钢球丸粒65的投射速度。通过这样设置,压缩残余应力从深层残余应力部51向压缩残余应力部50减小。

[0070] 当在上侧的端部磨平圈部12b形成深层残余应力部52时,与图7相反,使上侧的端部磨平圈部12b朝向下方,从端部磨平圈部12b的下侧利用超声波振动器72朝向端部磨平圈部12b投射钢球丸粒65。

[0071] 用在第二喷丸硬化工序S6中的钢球丸粒65的外径比用在第一喷丸硬化工序S5中的丸粒的尺寸大很多。而且,钢球丸粒65实际上为正球状,并且表面平滑。因此,能够通过第二喷丸硬化工序S6使进行了第一喷丸硬化工序S5后的线材的表面状态得到改善。进行了第一喷丸硬化工序S5后的压缩残余应力部50的平均表面粗糙度例如为 $5.4\mu\text{m}$ 。相对于此,进行了第二喷丸硬化工序S6后的深层残余应力部51、52的平均表面粗糙度为 $5.1\mu\text{m}$ 。

[0072] 利用第二喷丸硬化工序S6在端部磨平圈部12a、12b形成深层残余应力部51、52。在形成有深层残余应力部51、52的部位,通过第一喷丸硬化形成的压缩残余应力部50被消除。因此,深层残余应力部51、52间的区域作为压缩残余应力部50留下。

[0073] 当第二喷丸硬化工序S6结束后,根据需要实施预调工序S7。在预调工序S7中,对螺

旋弹簧的无负载时的长度(自由长度)进行调节。也可以通过预调工序S7提高螺旋弹簧的蠕变性(耐弹力减弱性)。另外,也可以省略预调工序S7。接着,在涂装工序S8中,通过静电涂装等将防锈涂料涂敷到整个螺旋弹簧上。最后进行品质检查S9而完成螺旋弹簧。

[0074] 以上的说明是通过热加工来成形螺旋弹簧12的情况。相对于此,在通过冷加工来成形螺旋弹簧12的情况下,在热处理工序中对线材进行淬火及回火的热处理。随后,在成形工序(卷绕工序)中,将线材成形为螺旋形。随后,实施消除应力退火工序。在消除应力退火工序中,将螺旋弹簧在规定温度的环境气体中放置规定时间,从而将成形时产生的加工变形去除。随后,在加温变定处理工序中,实施加温变定处理。此外,在第一喷丸硬化工序中,实施上述第一喷丸硬化。在随后进行的第二喷丸硬化工序中,实施上述第二喷丸硬化(超声波喷丸硬化)。另外,通过根据需要实施预调工序,来调节螺旋弹簧的无负载时的长度(自由长度)。随后进行涂装工序及品质检查。另外,也可以省略上述预调工序。

[0075] 如上所述,本实施方式的螺旋弹簧12通过第一喷丸硬化工序S5形成压缩残余应力部50。此外,通过第二喷丸硬化工序S6在端部磨平圈部12a、12b形成深层残余应力部51、52。即,该螺旋弹簧12具有形成在端部磨平圈部12a、12b间的压缩残余应力部50、形成在下侧的端部磨平圈部12a的深层残余应力部51、以及形成在上侧的端部磨平圈部12b的深层残余应力部52。在压缩残余应力部50形成有第一喷丸硬化打痕61。在深层残余应力部51、52形成有第二喷丸硬化打痕66。而且,深层残余应力部51、52的压缩残余应力的最大值H2比压缩残余应力部50的压缩残余应力的最大值H1大。另外,H2可以与H1相同或比H1小。

[0076] 螺旋弹簧12在弹簧座13、14间被压缩,以施加了预负载(preload)的状态组装在减振器15上,进一步安装到车身30上。对安装在车身30上的悬架用弹簧装置18施加上下方向的负载。螺旋弹簧12根据该负荷的大小在下侧的弹簧座13与上侧的弹簧座14之间挠曲。即,该螺旋弹簧12根据负荷的大小在全冲击(最大压缩状态)与全回弹(最大拉长状态)之间伸缩。

[0077] 在螺旋弹簧12伸长了的状态下,下侧的弹簧座13与第二部分12a₂之间或弹簧座13与第三部分12a₃之间的间隙扩大。上侧的弹簧座14与第二部分12b₂之间或弹簧座14与第三部分12b₃之间的间隙也扩大。因此,沙子等较硬的异物可能进入到这些间隙内。特别是,沙子容易进入到下侧的弹簧座13与端部磨平圈部12a的第二部分12a₂之间。

[0078] 相反,当螺旋弹簧12被压缩时,下侧的弹簧座13与第二部分12a₂之间或弹簧座13与第三部分12a₃之间的间隙缩小。上侧的弹簧座14与第二部分12b₂之间或弹簧座14与第三部分12b₃之间的间隙也缩小。因此,当沙子等较硬的异物进入到端部磨平圈部12a、12b的上述间隙内时,螺旋弹簧12的涂装会剥落或使线材40受到创伤等,成为线材40生锈的原因。

[0079] 在以往的螺旋弹簧中,当在端部磨平圈部与弹簧座之间夹着沙子等异物时,涂装有时会剥落而形成浸蚀孔。当浸蚀孔在一定程度上增大时,螺旋弹簧有时以浸蚀孔为起点发生折损。对此,在上述实施方式中,从端部磨平圈部的包括第二部分区域的表面到较深的位置施加有较大的压缩残余应力。因此,能够抑制螺旋弹簧因产生于端部磨平圈部的腐蚀而发生折损,提高了耐久性。另外,根据悬架机构的结构的不同,有时要防止沙子等异物进入到上侧的弹簧座14与端部磨平圈部12b之间。在这种情况下,只在下侧的端部磨平圈部12a形成深层残余应力部51即可。

[0080] 图9中的线段M1表示只具有通过一般的喷丸硬化形成的压缩残余应力部50的螺旋

弹簧的耐久试验结果。图9中的线段M2表示具有通过超声波喷丸硬化形成的深层残余应力部51、52的螺旋弹簧的耐久试验结果。在该耐久试验中,使具有浸蚀孔的螺旋弹簧振动规定次数,测定了折损的有无与浸蚀孔的深度及应力振幅的关系。

[0081] 如图9中线段M1所示,若是只具有压缩残余应力部50的螺旋弹簧,则在浸蚀孔的深度超过0.2mm时,在应力振幅为230MPa附近时折损。相对于此,若是具有深层残余应力部51、52的螺旋弹簧,即使在浸蚀孔的深度较大,为0.4mm的情况下,在应力振幅为420MPa时也不折损。具有该深层残余应力部51、52的螺旋弹簧在应力振幅为460MPa时,从浸蚀孔以外的部位开始折损。

[0082] 以上说明的效果无论什么钢种都呈现出同样的倾向,以上述的SAE9254及超高强度弹簧钢为首,例如即使是SUP7等也能得到同样的结果。采用本发明,能在悬架用螺旋弹簧中使用通常使用的弹簧钢,并能提高端部磨平圈部的腐蚀耐久性。因此,也有抑制螺旋弹簧的材料成本增高的效果。

[0083] 图10表示第二实施方式的螺旋弹簧12的端部磨平圈部12a的一部分及弹簧座13的一部分。图11是示意地表示图10所示的端部磨平圈部12a的仰视图。本实施方式的端部磨平圈部12a的下表面及外周面分别被弹簧座13的底面13a及外侧壁13b约束。因此,该端部磨平圈部12a在 $\alpha 2$ 所示的范围内与弹簧座13的底面13a及外侧壁13b接触。因此,深层残余应力部51形成在比 $\alpha 2$ 宽的范围 $\alpha 3$ 内。除此之外的结构与第一实施方式的螺旋弹簧12相同。

[0084] 图12至图15表示第三实施方式的用在肘式的悬架机构100中的螺旋弹簧12的一例。如图12所示,在车辆10的后侧设置有左右一对的悬架机构100。右侧一对的悬架机构100为彼此相同的结构,因此以下以一方的悬架机构100为代表进行说明。

[0085] 图13是从车辆10的侧面观察悬架机构100的侧视图。该悬架机构100包括作为后摆臂发挥功能的臂构件101、悬架用螺旋弹簧12、下侧的弹簧座103、上侧的弹簧座104以及减振器105(如图12所示)。下侧的弹簧座103配置在螺旋弹簧12的下端侧。上侧的弹簧座104配置在螺旋弹簧12的上端侧。臂构件101利用枢轴(摆动轴)111安装在车身的臂安装部110上。臂构件101能以枢轴111为中心沿上下方向移动。如图12所示,左右一对的臂构件101利用梁构件112彼此结合。梁构件112沿车辆10的宽度方向延伸。在臂构件101上利用车轴支承部113设置有轮毂单元114。

[0086] 如图13所示,下侧的弹簧座103设置在臂构件101上。下侧的弹簧座103沿以枢轴111为中心的圆弧状的轨迹X3(如图13所示)相对性地沿上下方向摆动。上侧的弹簧座104设置在车身的弹簧安装部120上。螺旋弹簧12在下侧的弹簧座103与上侧的弹簧座104之间被压缩,朝向下方对臂构件101施力。利用螺旋弹簧12及弹簧座103、104构成悬架用弹簧装置130。

[0087] 图14表示端部磨平圈部12a的一部分及弹簧座103的一部分。该端部磨平圈部12a的下表面及内周面分别被弹簧座103的底面103a及内侧壁103b约束。因此,端部磨平圈部12a的下表面及内周面分别在 $\alpha 4$ 所示的范围内与弹簧座103的底面103a及内侧壁103b接触。如图14所示,深层残余应力部51形成在比 $\alpha 4$ 宽的范围 $\alpha 5$ 内。除此之外的结构与第一实施方式的螺旋弹簧12(图3至图6)相同。

[0088] 图15是示意地表示端部磨平圈部12a的仰视图,深层残余应力部51用梨皮状花纹表示。与第一实施方式的螺旋弹簧12(图3至图6)相同,该深层残余应力部51至少形成在端

部磨平圈部12a的包括第二部分12a2的区域内。

[0089] 设置在悬架机构100上的螺旋弹簧12根据负载的大小在全冲击(最大压缩状态)与全回弹(最大拉长状态)之间伸缩。例如当螺旋弹簧12伸长时,下侧的端部磨平圈部12a的第二部分12a₂与下侧的弹簧座103分开。因此,沙子等异物可能进入到第二部分12a₂与弹簧座103之间。相反,当螺旋弹簧12被压缩时,第二部分12a₂与弹簧座103接触。因此,当在端部磨平圈部12a与弹簧座103之间夹着沙子等较硬的异物时,螺旋弹簧12的涂装剥落或使线材40受到创伤,成为产生浸蚀孔的原因。

[0090] 本实施方式的螺旋弹簧12(图15)与在第一实施方式中说明的螺旋弹簧12(图3至图6)同样,在至少包括第二部分12a₂的区域内形成有深层残余应力部51。因此,能够抑制螺旋弹簧12因端部磨平圈部12a的腐蚀而发生折损,提高了耐久性。另外,也可以在上侧的端部磨平圈部12b也形成与下侧的深层残余应力部51同样的深层残余应力部52。

[0091] 工业上的可利用性

[0092] 当实施本发明时,当然能对螺旋弹簧的具体的形状、尺寸、圈数、材料、弹簧常数以及构成悬架用弹簧装置的各要素(螺旋弹簧及弹簧座等)的形态、结构及配置等进行各种变更而实施本发明。另外,本发明也能应用在除汽车以外的车辆的悬架机构中。

[0093] (符号说明)

[0094] 10…车辆;11…悬架机构;12…悬架用螺旋弹簧;12a…下侧的端部磨平圈部;12a₁…第一部分;12a₂…第二部分;12a₃…第三部分;12b…上侧的端部磨平圈部;12b₁…第一部分;12b₂…第二部分;12b₃…第三部分;13…下侧的弹簧座;14…上侧的弹簧座;18…悬架用弹簧装置;40…线材;40a…下端;40b…上端;50…压缩残余应力部;51…深层残余应力部;51a…一端;51b…另一端(应力转移部);52…深层残余应力部;70…超声波喷丸硬化装置;100…悬架机构;103…下侧的弹簧座;104…上侧的弹簧座;130…悬架用弹簧装置。

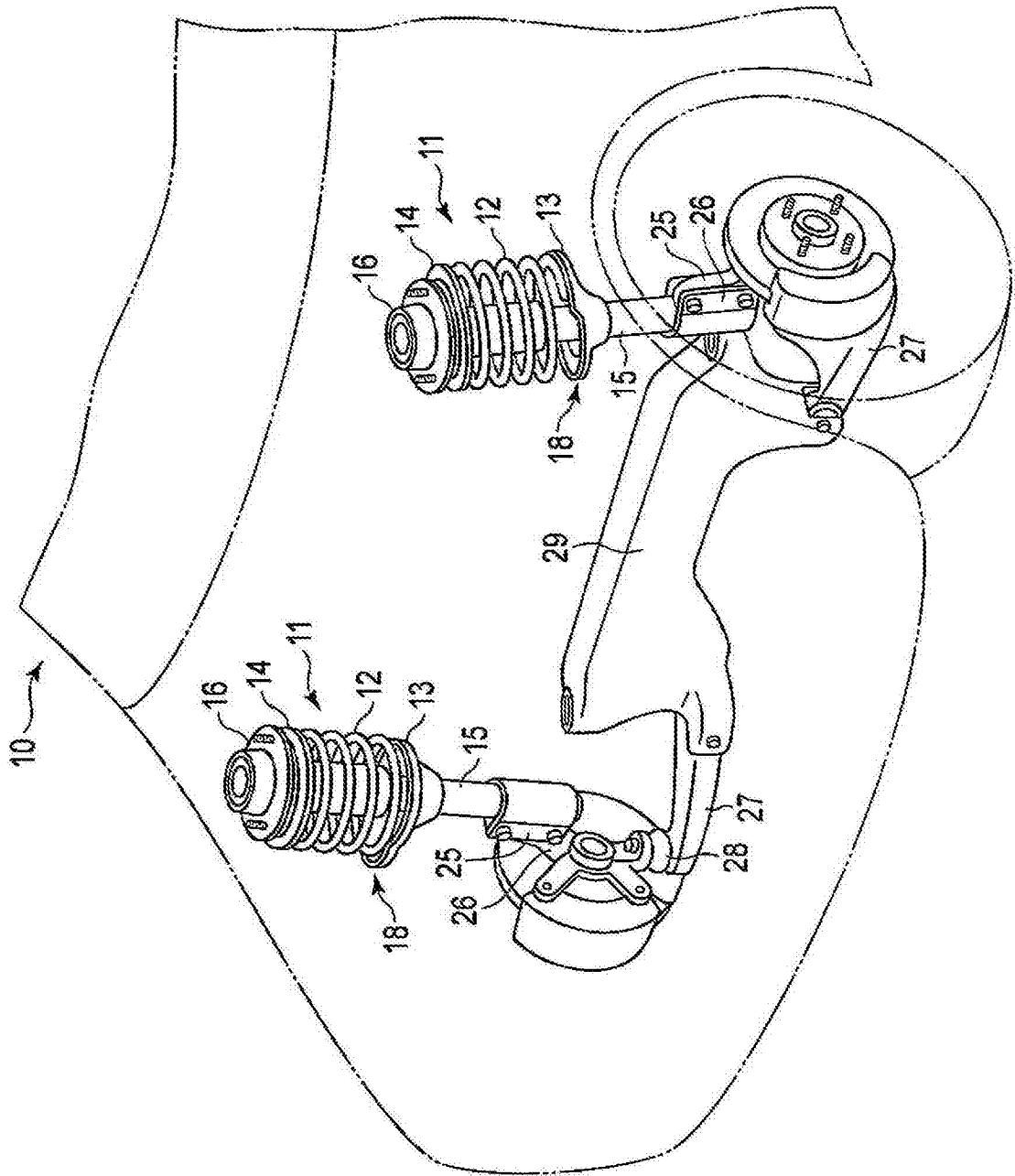


图1

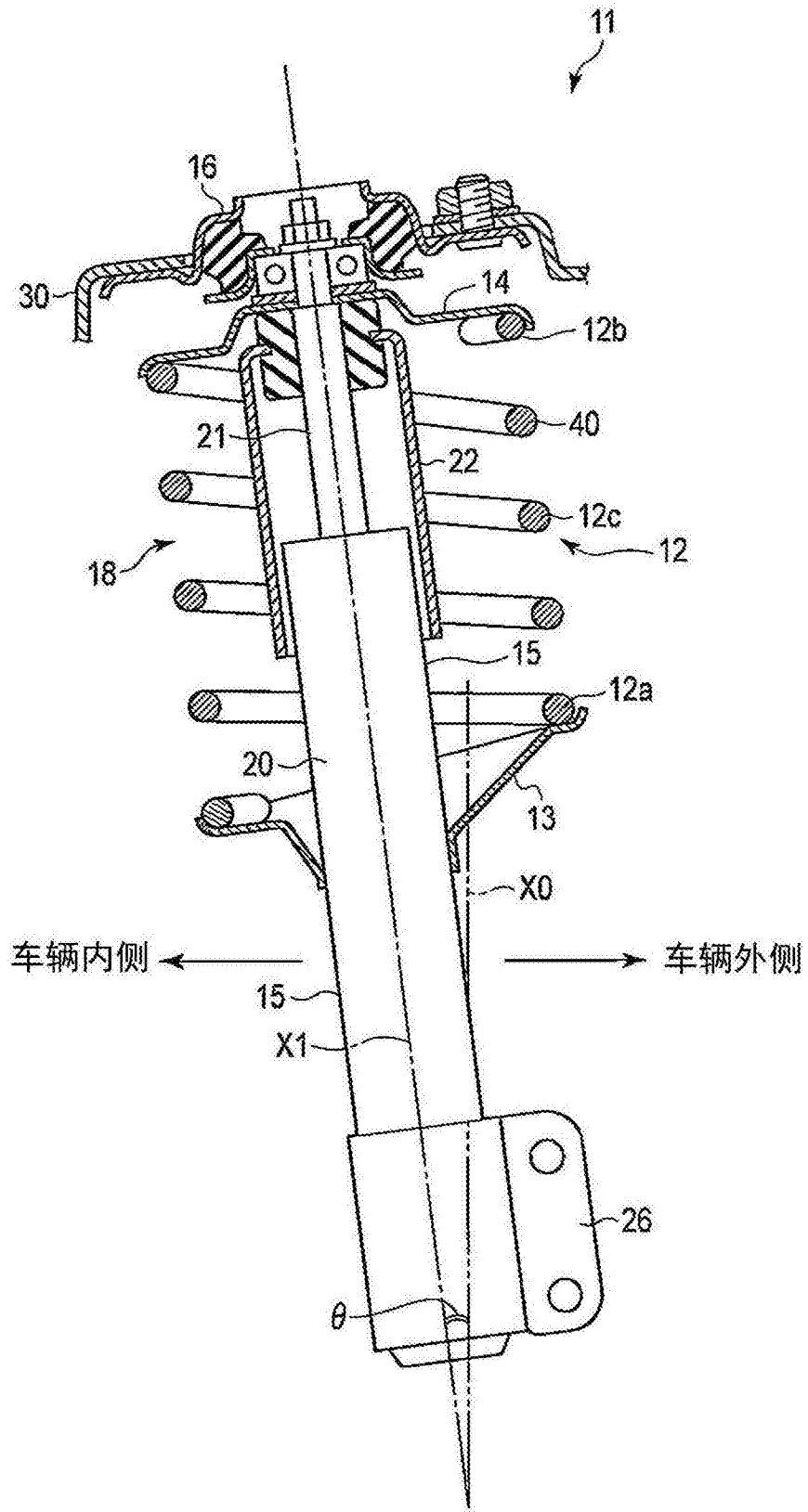


图2

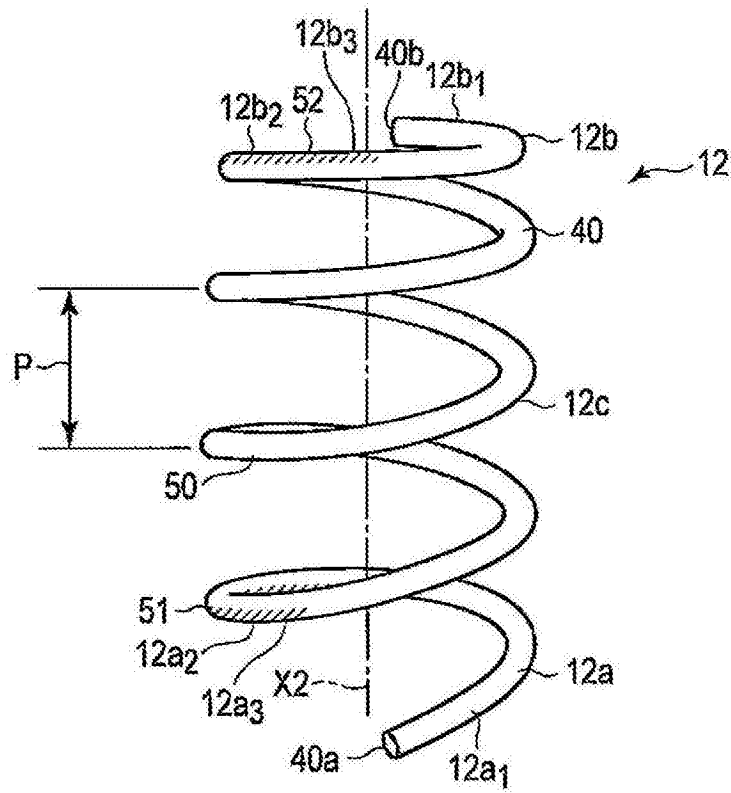


图3

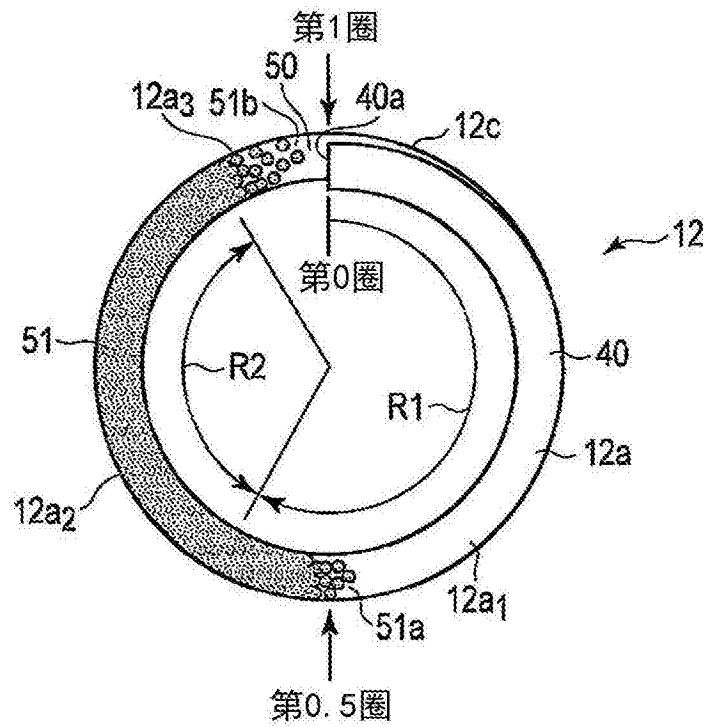


图4

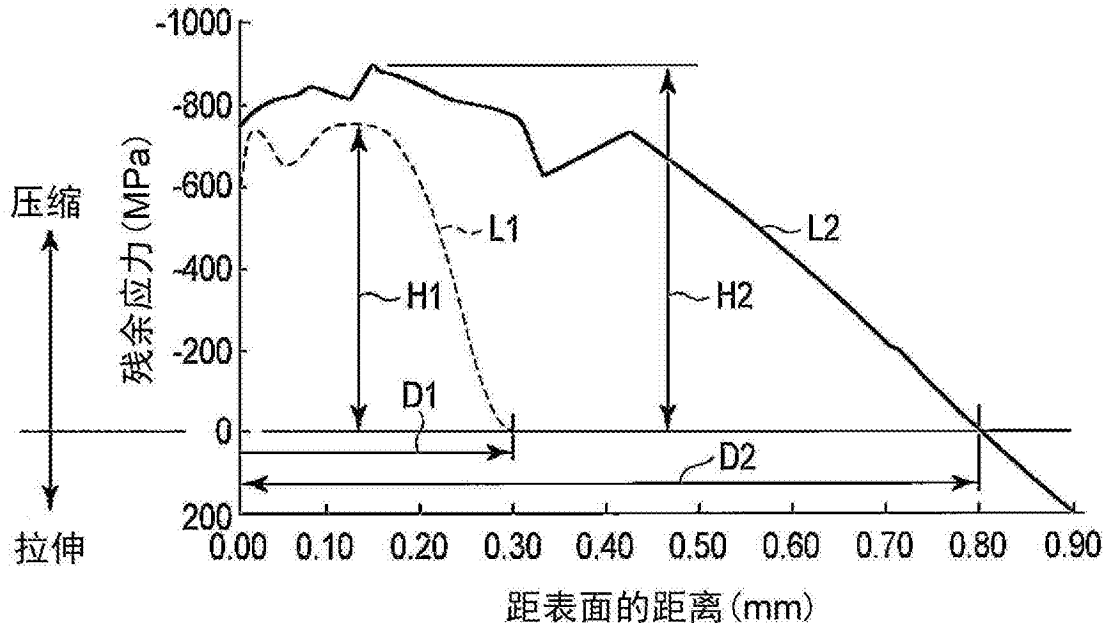


图5

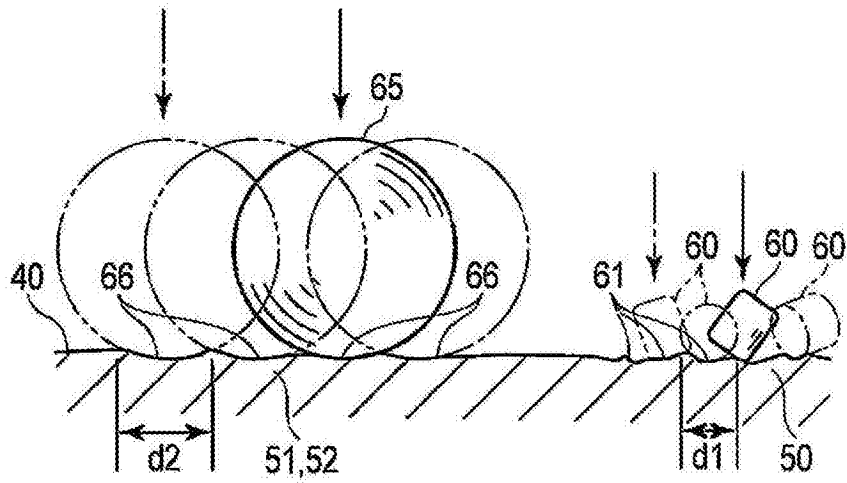


图6

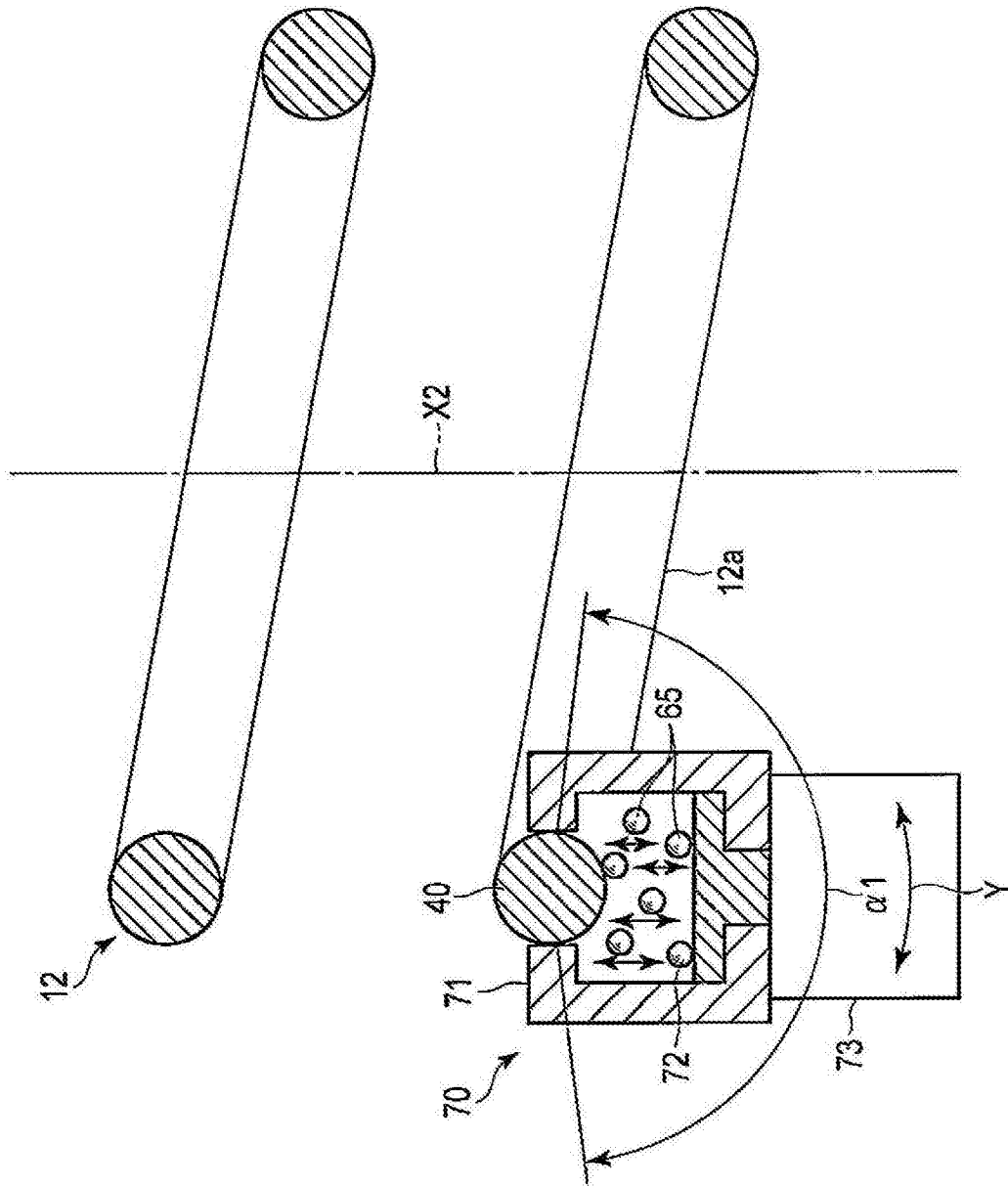


图7

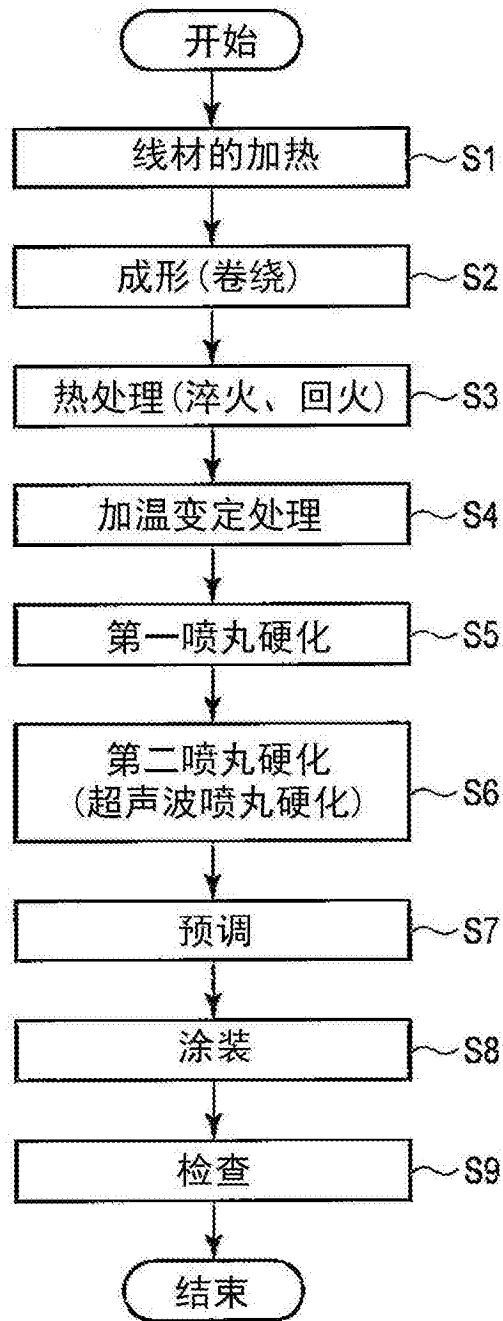


图8

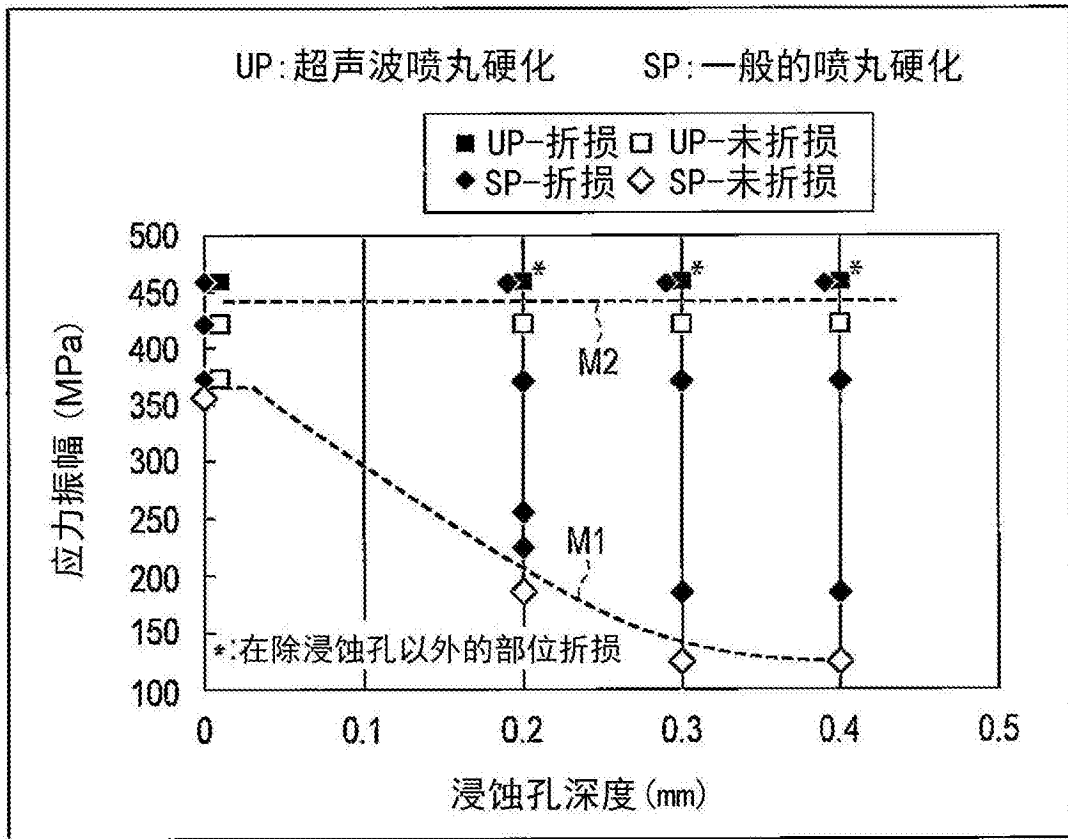


图9

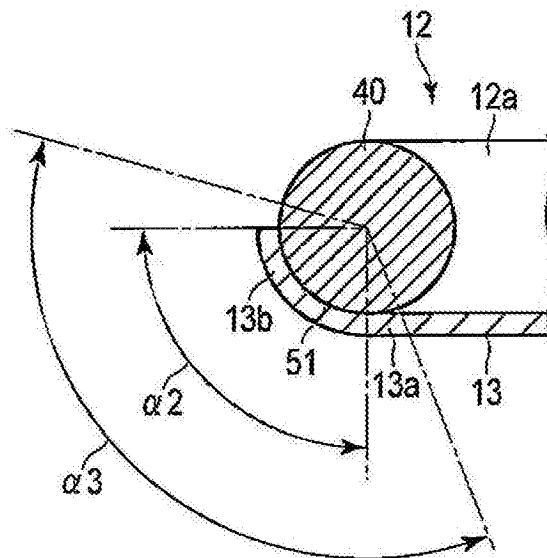


图10

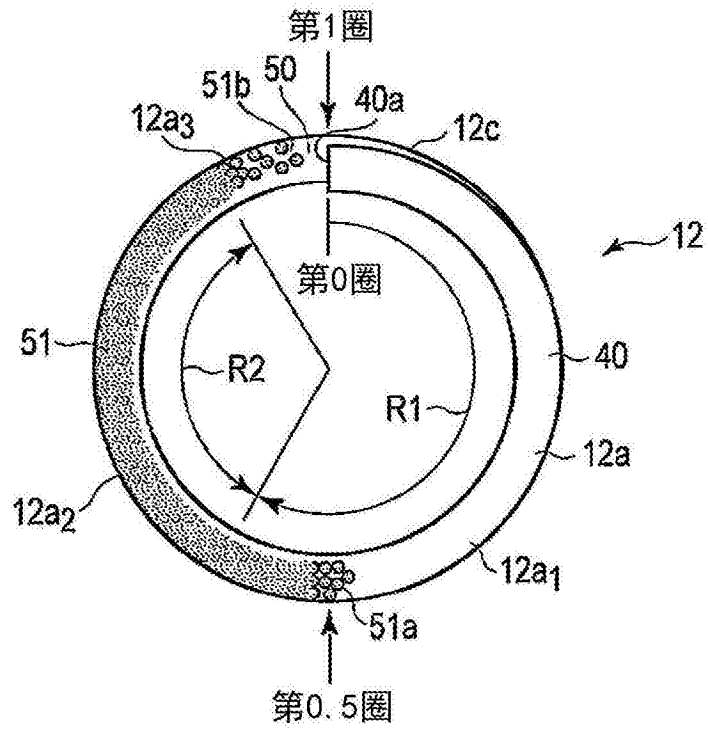


图11

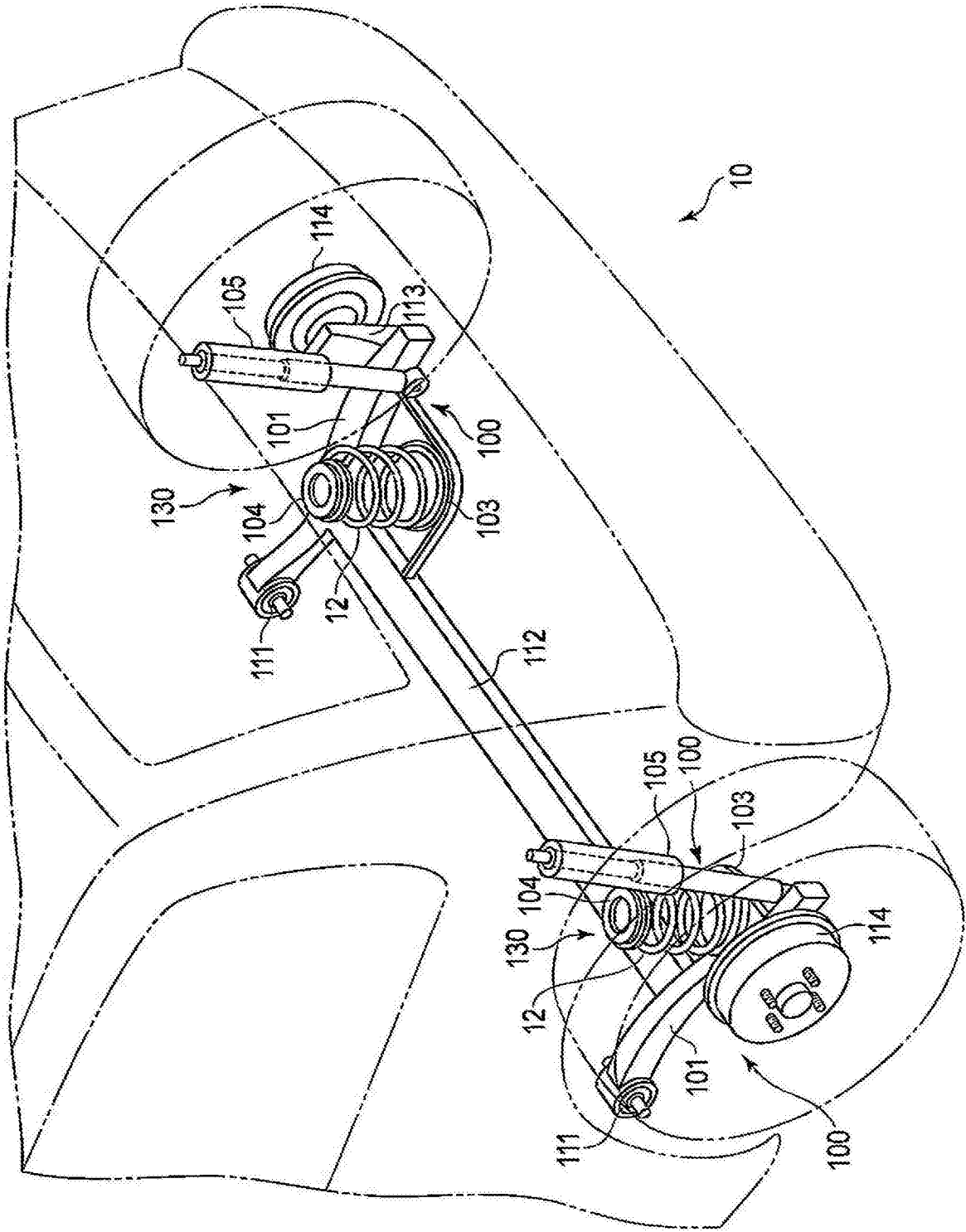


图12

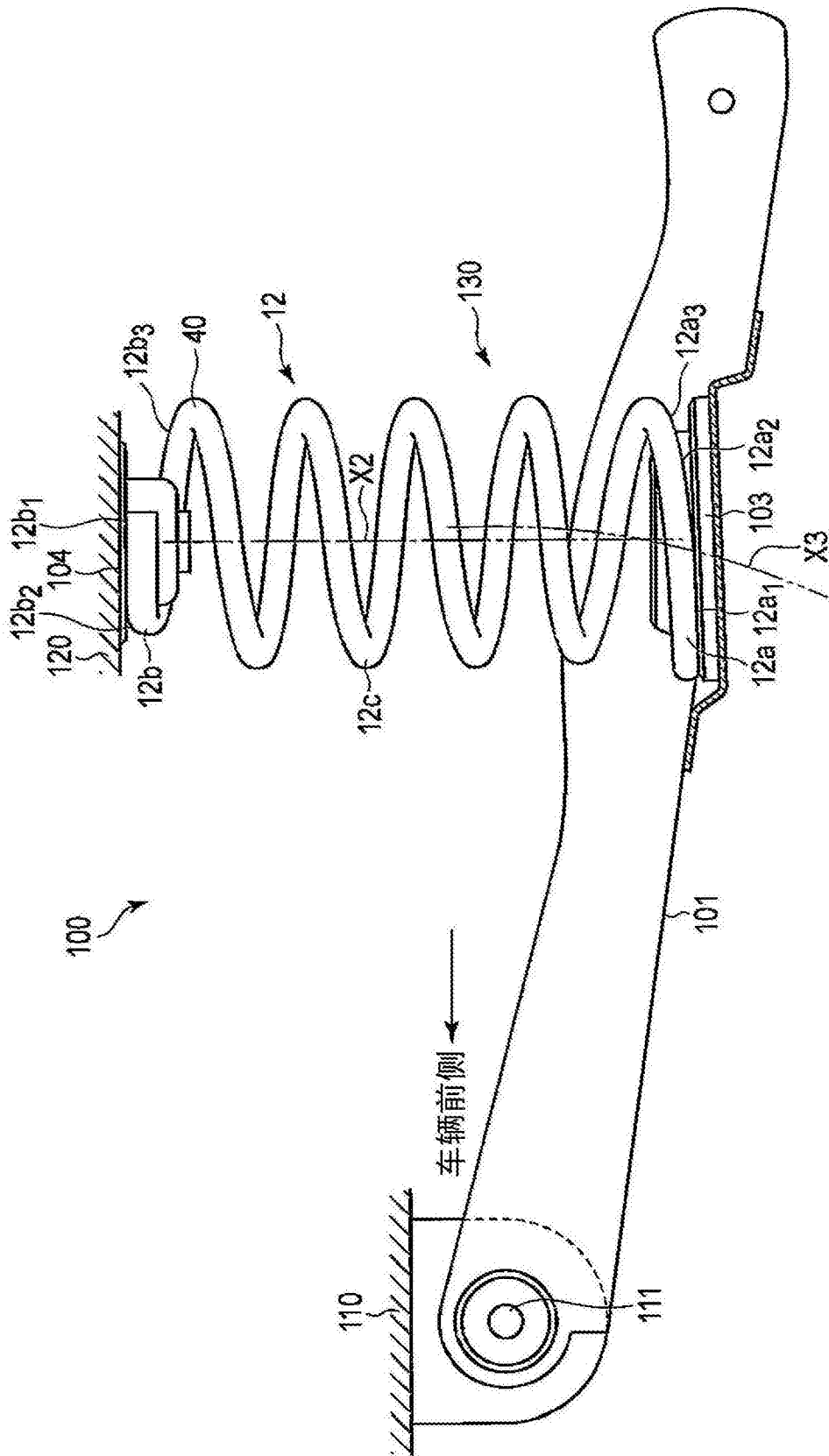


图13

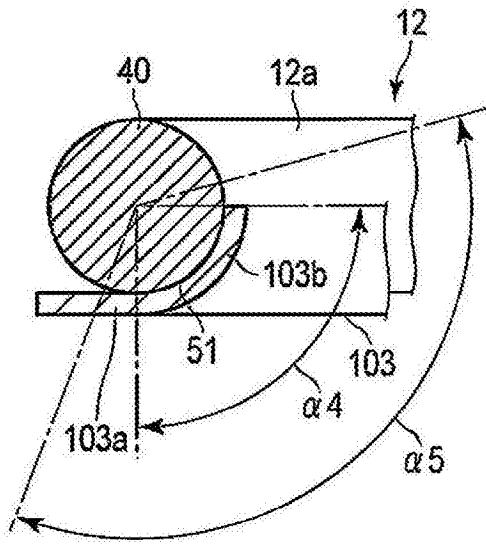


图14

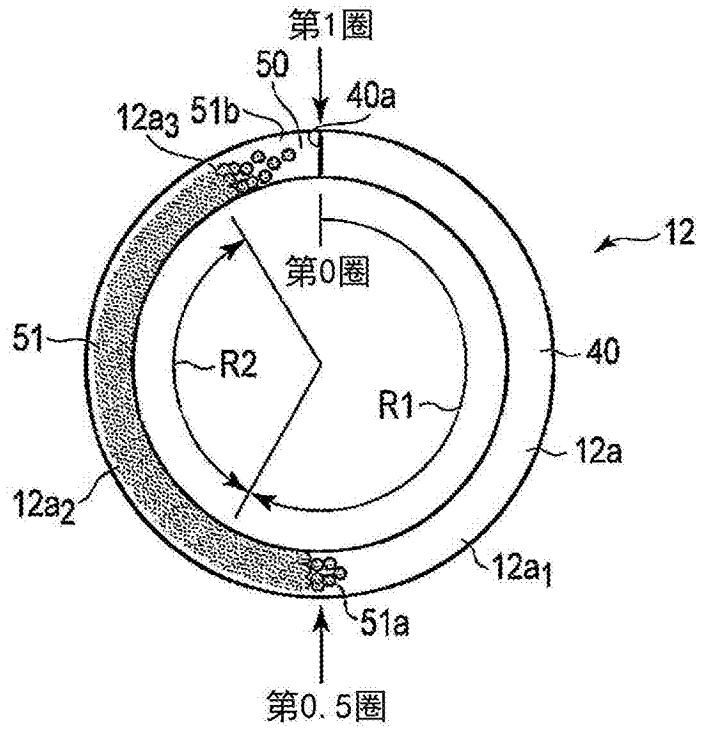


图15