



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109415081 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 201780042002.9

(22) 申请日 2017.07.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109415081 A

(43) 申请公布日 2019.03.01

(30) 优先权数据
102016212303.3 2016.07.06 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/066625 2017.07.04

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/007379 DE 2018.01.11

(73) 专利权人 蒂森克虏伯普利斯坦股份公司
地址 列支敦士登埃申
专利权人 蒂森克虏伯股份公司

(72) 发明人 赖因哈德·巴德尔
马库斯·马格斯

拉尔夫·埃克斯坦 于尔根·多曼
勒内·福伊尔施泰因

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 黄霖 杨颖

(51) Int.Cl.
B62D 3/12 (2006.01)
B21K 1/76 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103025453 A, 2013.04.03
CN 101060949 A, 2007.10.24
WO 2014037579 A1, 2014.03.13
CN 1421346 A, 2003.06.04
CN 101060949 A, 2007.10.24
EP 1946865 A1, 2008.07.23
CN 103661570 A, 2014.03.26
WO 2009052552 A1, 2009.04.30

审查员 靳红蕾

权利要求书2页 说明书15页 附图11页

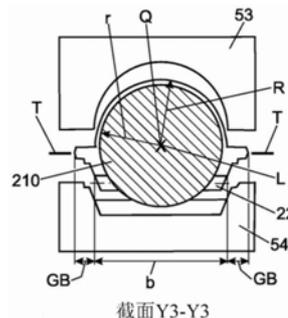
(54) 发明名称

齿条和用于生产机动车辆的转向装置的齿条的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于形成机动车辆的转向装置的齿条(2)的方法,该齿条包括带齿部分(21),带齿部分(21)具有齿部(22)和背部(23),齿部(22)沿纵向轴线(L)延伸,背部(23)与齿部(22)相反地布置并且至少基本上定形状为具有背部半径(R)的柱形区段。在所述方法中,具有原始半径(r)的柱形坯件(3)形成在沿平行于纵向轴线(L)延伸的分离平面(T)分开的模具(5)的腔中、位于齿模具部件(51)与背部模具部件(53、531)之间,齿模具部件(51)具有齿成形凹部(52)以用于形成齿部(22),背部模具部件(53、531)具有背部成形凹部(54)以用于形成背部(23),凹部大致定形状为呈具有背部半径(R)的柱形区段,

其中,就成形过程而言,当模具打开时,坯件(3)插入到齿成形凹部(52)与背部成形凹部(54)之间,所述凹部(52、54)相对于分离平面(T)相互间隔开,并且齿模具部件(51)和背部模具部件(53、521)随后在锻造行程中沿关闭方向移动到关闭位置中,以便使腔关闭。为了改进齿条的生产过程,本发明提出了背部成形凹部(54)的背部半径(R)大于坯件(3)的原始半径(r)。



1. 一种用于形成机动车辆的转向装置的齿条 (2) 的方法, 所述齿条具有带齿部分 (21), 所述带齿部分 (21) 具有齿部 (22) 和背部 (23), 所述齿部 (22) 沿纵向轴线 (L) 延伸, 所述齿部 (22) 具有横向于所述纵向轴线 (L) 测量的齿部宽度 (b), 所述背部 (23) 至少在其基本形状中呈柱形区段形, 所述背部 (23) 与所述齿部 (22) 相反地布置并具有背部半径 (R);

在所述方法中, 具有未加工半径 (r) 的柱形坯件 (3) 形成在带齿模具部件 (51) 与背部模具部件 (53、531) 之间、位于在平行于所述纵向轴线 (L) 的分离平面 (T) 中分开的模具 (5) 的腔中, 所述带齿模具部件 (51) 具有带齿模制间隙 (52) 以用于形成所述齿部 (22), 所述背部模具部件 (53、531) 具有背部模制间隙 (54) 以用于形成所述背部 (23), 所述模具 (5) 呈具有所述背部半径 (R) 的柱形区段形基本形状;

其中, 为了被成形, 所述坯件 (3) 在所述模具的打开位置插入到所述带齿模制间隙 (52) 与所述背部模制间隙 (54) 之间, 所述间隙 (52、54) 相对于所述分离平面 (T) 相互间隔开, 并且所述带齿模具部件 (51) 和所述背部模具部件 (53、531) 随后在锻造行程中为了使所述腔关闭沿关闭方向移动至关闭位置, 所述背部模制间隙 (54) 的所述背部半径 (R) 大于所述坯件 (3) 的所述未加工半径 (r);

其特征在于,

与所述背部半径 (R) 的两倍相对应的背部宽度 ($2 \times R$) 以及所述齿部宽度 (b) 大于所述坯件 (3) 的所述未加工半径 (r) 的两倍。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述背部 (23) 在横截面中呈D形。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述背部 (23) 在横截面中呈V形。

4. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述带齿模具部件 (51) 的横向于所述纵向轴线 (L) 测量的齿部宽度 (b) 大于所述未加工半径 (r)。

5. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述坯件 (3) 具有至少一个过渡部分 (210、211), 所述至少一个过渡部分 (210、211) 以与所述带齿模具部件 (51) 和所述背部模具部件 (53、531) 相邻的方式被保持在保持装置 (55、56) 中。

6. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 带齿区域中的背部轴线 (Q) 在成形时相对于所述纵向轴线 (L) 在朝向所述背部的方向上径向偏移了间距 (c1、c2)。

7. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述坯件 (3) 提供为杆部分或管状部分。

8. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述坯件 (3) 被加工以构造在所述纵向轴线 (L) 的方向上以一体方式邻接所述带齿部分 (21) 的轴部分 (22)。

9. 根据前述权利要求1-3中的一项所述的方法, 其特征在于, 带齿部分 (21) 构造在带齿区段 (61) 上, 所述带齿区段 (61) 连接至至少一个另外的功能区段。

10. 一种根据前述权利要求1-9任一项所述的方法形成的用于机动车辆的转向装置的齿条 (2), 所述齿条 (2) 具有带齿部分 (21), 所述带齿部分 (21) 具有沿纵向轴线 (L) 延伸的齿部 (22), 其中, 所述齿部 (22) 具有齿部宽度 (b), 并且所述带齿部分 (21) 具有自由形成的毛刺, 所述毛刺具有毛刺宽度 (GB), 其特征在于,

所述毛刺宽度 (GB) 等于或小于所述齿部宽度 (b) 的25%。

11. 根据权利要求10所述的齿条, 其特征在于, 所述毛刺宽度 (GB) 等于或小于所述齿部宽度 (b) 的18%。

12. 根据权利要求10所述的齿条,其特征在于,所述毛刺宽度(GB)等于或小于所述齿部宽度(b)的10%。

13. 根据权利要求10所述的齿条,其特征在于,所述毛刺宽度(GB)大于所述齿部宽度(b)的0.5%。

齿条和用于生产机动车辆的转向装置的齿条的方法

背景技术

[0001] 本发明涉及用于形成用于机动车辆的转向装置的齿条的方法,所述齿条具有带齿部分,该带齿部分具有齿部和背部,齿部沿纵向轴线延伸,背部至少在其基本形状中呈柱形区段形,所述背部与齿部相对地布置并具有背部半径,在该方法中,具有未加工半径的柱形坯件形成在带齿模具部件与背部模具部件之间、位于在平行于纵向轴线(L)的分离平面(T)中分开的模具(5)的腔中,带齿模具部件具有带齿模制间隙以用于形成齿部,背部模具部件具有背部模制间隙以用于形成背部,所述模具呈具有背部半径的柱形区段形基本形状;其中,为了被成形,坯件在模具的打开位置插入到带齿模制间隙与背部模制间隙之间,所述间隙相对于分离平面相互间隔开,并且带齿模具部件和背部模具部件——在锻造行程中用于使腔关闭——随后会聚至关闭位置。

[0002] 本发明还涉及用于机动车辆的转向装置的齿条,该齿条具有带齿部分,带齿部分具有沿纵向轴线延伸的齿部,其中,齿部具有齿部宽度,并且带齿部分具有自由形成的毛刺,毛刺具有毛刺宽度。

[0003] 在车辆转向机构中,作为旋转运动的转向命令通过方向盘引入到转向轴中,所述转向轴附接有与转向装置中的齿条的齿部啮合的小齿轮。齿条安装在转向装置中,以便能够沿轴向方向移位,也就是说,沿所述齿条的纵向轴线的方向移动,使得小齿轮的旋转转换成齿条沿齿条的轴线的纵向方向的平移运动。连接至待转向的车轮的转向节的拉杆紧固至齿条,齿条的平移运动在所述车轮处转换成转向运动。

[0004] 齿条具有至少一个带齿部分,其中,带齿部分构造成用于使小齿轮在纵向方向上——即在齿条的纵向轴线的方向上——在预定的轴向长度上啮合,该预定的轴向长度在下文中被称为齿部长度。带齿部分具有横向于纵向轴线测量的齿部宽度。为了使高的力从小齿轮可靠地传递至齿条,把在齿条的给定材料横截面处的最大可能齿部宽度作为目标。

[0005] 根据通用方法生产的齿条的特殊构造模式具有齿条背部,在下文中也简称为背部,该背部相对于纵向轴线与齿部在直径上相对,并且该背部相对于与纵向轴线平行的背部轴线具有柱形区段形状,例如近似半柱形的形状。在背部横截面大致定形状为半柱形的情况下,该结构模式也被称为D形齿条。D形的特征在于其背部半径,该背部半径对应于柱形基本形状的横截面的半径,也就是说包络背部横截面的包络圆的半径。作为D形的替代方案,也可以是V形背部,其中,V形腿的面形成包络圆的割线。V形腿的面朝向背部会聚。在此,背部也包括柱形区段形部分,或者背部可以由柱形区段形状的包络圆包络。

[0006] 背部具有至少一个支承面,齿条在该至少一个支承面上安装在转向装置中,以便能够在纵向轴线的方向上移位。支承面优选地位于D形背部面或V形腿面上。横向于纵向轴线并且将齿部按压成啮合在小齿轮上的接触压力可以借助于接触压力装置分别通过背部或支承面施加在齿条上。接触压力通过压缩件在径向方向上传递至背部。在齿条运动的情况下,压缩件沿纵向方向在背部上滑动。将尽可能大的背部半径作为目标,以便在引入力时避免高的局部载荷。

[0007] 具有D形横截面的齿条通常由实心或中空柱形杆状原材料制成,从实心或中空柱

形杆状原材料切下所需长度的坯件,所述坯件在进一步的加工步骤中提供有齿部。用于形成带齿部分的常见成形方法是模锻,模锻形成通用类型。用于齿条的通用生产的模具具有模腔,也称为腔,该腔由模具部件中位于纵向轴线的相对的两侧的模制间隙界定,所述模制间隙在每种情况下在关闭位置中在与纵向轴线平行的分离平面上彼此支承并且包围带齿部分的阴模。通用类型的模具部件中的一个模具部件具有齿部形式的模制间隙,即所谓的带齿模制间隙,并且因此在下文中称为带齿模具部件,并且相对于纵向轴线与带齿模具部件在直径上相对地布置的另一模具部件具有模制间隙,即所谓的背部模制间隙,呈其相对于纵向轴线与齿条上的齿部在直径上相对地布置的齿条背部的形式,并且该另一模具部件在下文中被称为作为背部模具部件。对于锻造,首先打开模具,其中,带齿模具部件和背部模具部件与横向于纵向轴线的分离平面垂直地分开。然后将坯件结合到带齿模制间隙与背部模制间隙之间,并且模具分别受到锻造力或压力的作用,使得模具部件会聚直到模具关闭为止。坯件的材料——通常是钢或能够热成形或冷成形的其它金属——在此发生塑性变形,并且在模具中流动,直到腔的模制间隙被完全填充为止。因此,可以在一个工作步骤中经济地制造具有预定义的齿几何形状和背部几何形状的带齿部分。

[0008] 坯件的分别被称为未加工半径或未加工直径的半径或直径通常分别被预定义为对应于齿条的在带齿部分外侧的轴直径。与减材制造方法相反,模锻具有以下优点:可以在所述坯件上实施相对于柱形坯件的未加工半径更大的齿部宽度,所述更大的齿部宽度有利于改善力从小齿轮至齿条的传递。这在锻造中实现为:坯件被带齿模具径向压缩,使得带齿模制间隙中的材料在宽度上流动,也就是说在齿部宽度的方向上横向于纵向轴线流动。

[0009] 例如在DE 10 2010 036 609 A1和WO 2005/053875 A1中描述了用于D形锻造的方法。在上述公开中描述了相对较大的齿部宽度的实施方案。为了实现所需的材料在成形中的流动,模具分别具有附加的可移动模具部件或侧向柱塞,并因此以麻烦且复杂的方式构造。此外,齿部宽度和背部半径受到腔的宽度的限制,腔的宽度对应于坯件的直径。

[0010] 在上面解释的一组问题的背景下,本发明的目的是改进齿条的制造过程,特别是允许锻造具有优化的横截面几何形状且具有相对低的生产费用的齿部。以同样的方式提供改进的齿条。

[0011] 该目的通过根据权利要求1的特征的用于形成用于转向装置的齿条的方法和根据权利要求10的特征的用于转向装置的齿条来实现。在从属权利要求中说明了本发明的有利改进。

[0012] 为了解决上述一组问题,根据本发明提出了开头所述的方法,其中,背部模制间隙的背部半径大于坯件的未加工半径。在此,坯件的未加工半径在坯件的整个长度上是一致的。使用实心材料作为坯件。

[0013] 背部模制间隙的背部半径等于在模具中形成的齿条的带齿部分的背部半径。在D形背部的情况下,背部半径对应于柱形区段的半径;在横截面为V形的背部的情况下,背部半径是包络背部横截面的包络圆的半径。

[0014] 在根据本发明的方法的情况下,使用具有背部模具部件的模具,所述背部模具部件的背部模制间隙具有柱形区段形基本形状,所述基本形状的包络圆大于坯件的直径,也就是说背部半径大于未加工半径。坯件在锻造中通过带齿区段进入背部区段一定程度使得背部模具中的材料横向于纵向轴线流动并且填充背部模制间隙的宽度——所述宽度相对

于未加工直径较大——而在锻造行程的方向上被压缩,锻造行程的方向对应于模具的关闭方向。因此,形成具有较大背部半径的背部,该较大背部半径尤其不受坯件的相应的直径或半径的限制。

[0015] 由于在锻造中背部半径相对于坯件的未加工半径扩大,并且由于背部宽度的相关扩大,相对较大的宽度可用于齿部,齿部位于与背部在直径上相对的并且通过带齿模具部件模制齿部的那一侧上。因此,由于带齿模制间隙的设计,可以实现大于坯件的未加工半径以便对应于齿部的横向于纵向轴线测量的宽度的齿部宽度,所述齿部同样不由坯件的相应的直径或半径界定。

[0016] 因此,根据本发明的方法能够节省用于切断齿部旁边的毛刺的材料和处理,所述毛刺在成形方法期间以对应于现有技术的方式产生。此外,通过根据本发明的方法的生产可以使用两件式模具来进行,该两件式模具具有比现有技术中描述的模具更简单的结构,所述模具除了带齿模具部件或背部模具部件之外还具有例如可移动的侧向柱塞。因此,降低了生产复杂性。

[0017] 根据本发明的方法可以用于生产齿条,其中,背部构造成D形,即柱形区段形。因此,背部模具中的背部模制间隙构造成分别具有背部半径的柱形或柱形区段形。

[0018] 背部在横截面中构造成V形的齿条的生产可以同样按照根据本发明的方法进行。为了实现以一定相互夹角布置的V形腿面的棱柱形布置,背部模制间隙以使得同样为V形的相应的方式构造。V形横截面——在该V形横截面中V形腿面在与纵向轴线平行的边缘中相互邻近——被根据本发明的具有较大背部半径的包络圆包络,使得横截面中的V形腿面表示包络圆的割线。在此,背部模制间隙的背部半径对应于包络圆的半径,根据本发明,包络圆的半径大于坯件的未加工半径。

[0019] 可以通过根据本发明的方法既在D形背部的情况下又在V形背部的情况下或者在定形状为偏离D形背部和V形背部的背部的情况下实现下述较大的背部宽度:该较大的背部宽度当横向于纵向轴线测量时比与坯件的未加工半径的两倍相对应的直径宽。因此,转向装置中的齿条的支承面可以设计成相应地比在现有技术中宽。由此可以实现的在纵向方向上的齿条摩擦轴承的支承面上的较低表面压力确保了改进的滑动性能和较低的磨损。通过根据本发明的齿条的较宽后部进一步改善了D形或V形背部的基本优点,其中,材料输入保持相同并且成形工作量低于在现有技术中描述的成形方法中的成形工作量。

[0020] 根据本发明的方法的另一优点是,成形所需的并且模具部件相互压缩所借助的锻造力可以低于现有技术中的锻造力,以便产生尽可能大的相应的背部宽度或齿部宽度。具有小于目标背部半径的未加工半径的坯件的成形特别需要比当坯件的未加工半径基本上已经对应于背部半径时更低的锻造力。由此可以以较小的压力并且以更节能的方式进行制造。

[0021] 当按照根据本发明的方法成形时,有利的是,坯件具有至少一个过渡部分,该至少一个过渡部分保持在保持装置中。坯件在在纵向轴线方向上邻接带齿部分的过渡部分中没有成形,所述坯件保持其圆形横截面具有小于背部半径的未加工半径。过渡部分优选地在纵向方向上布置在带齿部分的两侧。保持装置在每种情况下包括过渡部分,并且保持装置在成形期间确保坯件以同轴方式可靠地支撑在齿条的纵向轴线上。带齿部分可以通过这种类型的柱形过渡部分连接至齿条的可选地在下游加工步骤中产生的轴、螺纹、轴承、连接件

或其他功能部分。

[0022] 该方法的改进方案规定带齿区域中的背部轴线在成形时相对于纵向轴线在朝向背部的方向上径向偏移预定间距。根据定义的背部轴线延伸穿过包络圆的中心,从而形成部分圆柱形的D形背部的轴线,或形成包裹V形背部的包络柱体的轴线。背部轴线在背部的成形中构造并且平行于齿条的纵向轴线以间距延伸,该间距也称为偏移量,其中,径向方向上的背部轴线相对于纵向轴线朝向带齿部分侧偏移。因此,实现了齿条的更高的抗弯曲性。由于与背部轴线的径向间距减小,与通过现有技术中已知的具有侧向柱塞的模具将可能实现的齿部相比,可以实现在横截面中布置地更深的齿部。较深齿部的较小轴向间距使得在相对大的齿部宽度处具有相对小的包络圆。

[0023] 结果,根据本发明,可以以较低的生产复杂性获得下述较轻的齿条,该较轻的齿条在通过小齿轮引入力方面具有较高承载能力和较高的抗弯性,所述齿条由于较宽的背部几何形状,使得能够更好地安装在转向装置上。

[0024] 借助于根据本发明的方法的坯件可以被加工,以便构造轴部分,该轴部分在纵向轴线的方向上以一体的方式邻接带齿部分。以该方式可以由坯件生产一体式齿条,在该整体齿条中,带齿部分与一个或多个功能部分——例如具有带螺纹部分的轴部分,或用于将辅助力耦合到齿条中的另一带齿部分——相邻。

[0025] 替代性地,同样可能的是,带齿部分构造在带齿区段上,该带齿区段连接至至少一个另外的功能区段。对于所谓的构造的齿条,首先单独制造各个区段,比如带齿区段、轴区段、带螺纹区段和/或其他功能区段,并且随后通过合适的接合方法在纵向方向上接合各个区段以形成齿条。根据本发明,产生带齿区段,其中,通过根据本发明的模具为区段坯件提供齿部和背部。根据本发明的方法的优点可以用于以相应的方式生产构造的齿条。

[0026] 成形优选地执行为热成形,特别是热锻或温锻。在此,坯件在结合到模具中之前被加热,在钢的情况下被加热至750°C至1250°C的温度。优点包括较低成形力下的更容易的成形能力。替代性地,也可以进行冷成形,其中,可以实现严格的尺寸公差和提高的材料强度。

[0027] 有利的是,坯件在成形之前在所述坯件的长度上以连续的尺寸精确的方式例如通过减材法或非减材法加工。例如,圆形横截面形状可以通过铣削、剥离、磨削、拉伸、轧制等以足够精确的方式预定义,使得在成形中出现毛刺的较少形成,因此,根据所述区域的后续功能,不需要后加工或者仅需要较少的后加工,并且齿部外侧的非成形区域同样不必在成形后进行后加工或仅在较小的程度上被后加工。

[0028] 该目的还通过一种用于机动车辆的转向装置的齿条来实现,所述齿条包括带齿部分,带齿部分具有沿纵向轴线延伸的齿部,其中,齿部具有齿部宽度,并且其中,带齿部分具有自由形成的毛刺,毛刺具有毛刺宽度,毛刺宽度等于或小于齿部宽度的25%。

[0029] 毛刺宽度优选地等于或小于齿部宽度的18%,特别优选地等于或小于齿部宽度的10%。特别优选地,毛刺宽度小于齿部宽度的5%,所述毛刺宽度能够通过根据本发明的方法以简单的方式表示。

[0030] 齿条——该齿条的齿部部分沿纵向轴线延伸,并且所述齿条相对于纵向轴线与带齿部分相对地具有柱形区段形的背部,背部具有背部半径R——优选地还包括过渡部分,所述过渡部分的半径r小于背部半径R。

[0031] 毛刺宽度可以优选地构造为大于齿部宽度的0.5%。

附图说明

[0032] 在下文中将通过附图对本发明的有利实施方式进行更详细地说明,在附图中:

[0033] 图1示出了用于机动车辆的转向系统;

[0034] 图2示出了根据本发明生产的齿条;

[0035] 图3示出了连续硬化的轴区段半成品;

[0036] 图4示出了连续磨削的轴区段半成品;

[0037] 图5示出了当旋转以用于生产带螺纹半成品时的轴区段半成品;

[0038] 图6示出了由根据图5的带螺纹半成品按长度切割的带螺纹区段;

[0039] 图7示出了连续磨削的带齿部分半成品;

[0040] 图8示出了连续剥离的带齿部分半成品;

[0041] 图9示出了由根据图7或图8的带齿区段半成品按长度切割的带齿区段坯件;

[0042] 图10示出了在成形之前横向于处于打开状态的模具的纵向轴线的示意图;

[0043] 图11示出了在后续方法步骤中处于部分关闭状态的图10中的模具;

[0044] 图12示出了在后续方法步骤中处于关闭状态的图11中的模具;

[0045] 图13示出了在后续方法步骤中在成形之后处于重新打开状态的图12中的模具;

[0046] 图14以在齿部的宽度方向上(在齿部宽度的方向上)横向于纵向方向的视图示出了根据图13的完成的带齿区段;

[0047] 图15以(在高度方向上)朝向齿部的视图示出了根据图13的完成的带齿区段,所述视图横向于纵向方向;

[0048] 图16示出了穿过根据图11的模具的横截面X1-X1;

[0049] 图17示出了穿过根据图12的模具的横截面X2-X2;

[0050] 图18示出了穿过根据图13的模具的横截面X3-X3;

[0051] 图19示出了穿过根据图13的模具的横截面Y3-Y3;

[0052] 图20以齿部的宽度方向上的视图示出了第二实施方式中的带齿区段,所述视图横向于纵向方向并且与图19的视图类似;

[0053] 图21示出了穿过根据图20的模具的横截面C-C;

[0054] 图22以齿部的宽度方向上的视图示出了第三实施方式中的带齿区段,所述视图横向于纵向方向并且与图19的视图类似;

[0055] 图23示出了穿过根据图22的模具的横截面D-D;

[0056] 图24示出了连续硬化的带齿区段;

[0057] 图25示出了在夹持在夹持装置中之前的带螺纹区段和带齿区段;

[0058] 图26示出了在摩擦焊接之前位于夹持装置中的带螺纹区段和带齿区段;

[0059] 图27示出了在摩擦焊接之后位于夹持装置中的带螺纹区段和带齿区段;

[0060] 图28示出了根据本发明的摩擦焊接连接的示意性硬度分布图;

[0061] 图29以立体图示出了带齿区段;

[0062] 图30示出了替代性实施方式中的构造的齿条;

[0063] 图31示出了在另一替代性实施方式中具有V形背部的齿条;

[0064] 图32以立体截面图示出了根据图31的齿条;

[0065] 图33示出了替代性实施方式中具有V形轮廓的齿条;

- [0066] 图34以类似于图16的方式示出了穿过在锻造之前具有插入的半成品的模具的横截面；
- [0067] 图35示出了穿过锻造之后的根据图34的模具的横截面；
- [0068] 图36以立体图示出了另一实施方式中的根据本发明生产的齿条；
- [0069] 图37以齿部的宽度方向上的视图示出了根据图36的齿条，所述视图横向于纵向方向；以及
- [0070] 图38示出了替代性实施方式中的与图37的齿条类似的齿条。

具体实施方式

[0071] 在各个附图中，相同的部件始终具有相同的附图标记，因此所述相同的部件在每种情况下通常也仅被标识或提及一次。

[0072] 图1示出了机动车辆转向机构1的示意性立体图，其中，作为转向扭矩的扭矩可以由驾驶员通过方向盘102引入到转向轴101中。转向扭矩通过转向轴101传递至与齿条2啮合的转向小齿轮104，然后齿条2又通过相应的拉杆108将预定的转向角传递至机动车辆的可转向轮110。转向小齿轮104与齿条2一起形成转向装置105。转向装置105具有壳体（在此未示出），其中，转向小齿轮104安装成能够旋转，并且齿条2安装成能够沿纵向方向A，也称为轴向方向A，该轴向方向A由双箭头指示、在两个方向上纵向移位。

[0073] 分别以动力辅助单元112或者还有动力辅助单元114或116形式的电动和/或液压动力辅助单元可以分别联接至转向轴1、转向小齿轮104或齿条2。相应的动力辅助单元112、114或116将辅助扭矩引入到转向轴1、转向小齿轮104中，并且/或者将辅助力引入到齿条2中，由此辅助驾驶员操作转向。图1中示出的三个不同的动力辅助单元112、114和116示出了用于布置所述动力辅助单元的替代性位置。所示位置中只有一个位置通常由动力辅助单元占据。在考虑由扭矩传感器118检测到的输入扭矩时，确定借助于相应的动力辅助单元112、114或116施加的用于支承驾驶员的辅助扭矩或辅助力，扭矩传感器118布置在动力辅助单元112或114中。

[0074] 转向轴1具有连接至方向盘102的输入轴103和连接至小齿轮104的输出轴106。

[0075] 输出轴106通过构造为万向接头或万向节的铰接接头107连接至轴109，轴109形成转向轴101的中间轴，并且轴109通过另一相同结构的铰接接头107连接至转向装置105的输入轴119。

[0076] 转向装置105的齿条2在图2中单独示出。因此，可以得出齿条2构造成条形并且具有在轴向方向A上伸长的柱形基本形状并且具有纵向轴线L。轴向方向A——齿条2在该轴向方向A上安装成能够在转向装置105中纵向移位——定位成与纵向轴线L平行。

[0077] 齿条2具有带齿部分21，带齿部分21的一侧上设置有齿部22，齿部22在纵向方向A上延伸。与纵向轴线L有关的与齿部在直径上相对的那侧构造为齿条背部23，该齿条背部23在下文中简称为背部23。

[0078] 齿条2还具有轴部分24，轴部分24在图2中示出的示例中具有螺纹25，并且轴部分24也称为带螺纹部分24。在转向装置105中主轴螺母（未示出）螺旋配合至螺纹25，所述主轴螺母通过动力辅助单元116能够被驱动成绕纵向轴线L旋转，由此用于支承转向的力可以在纵向方向A上施加至齿条2。

[0079] 为了形成其中主轴螺母构造为循环滚珠螺母的滚珠丝杠驱动,螺纹25在螺纹轮廓和材料特性方面可以例如通过硬化制造轴部分24的钢而优化为用于使滚珠滚动。

[0080] 带齿部分21和轴部分24具有外自由端部26,所述外自由端部26在纵向方向上彼此背离并且形成齿条2的可以连接拉杆108的端部。

[0081] 根据本发明的齿条2是下述构造的齿条:在该齿条中,具有齿部22的带齿部分21和具有螺纹25的轴部分24在带齿部分21和轴部分24的在轴向方向上彼此面对的端部处通过所述带齿部分21的端面和所述轴部分24的端面——在下文中称为接合面28——例如通过比如摩擦焊接的焊接方法在接头27中彼此连接。

[0082] 当沿纵向轴线L测量时,处于图2中示出的完成状态的齿条2具有长度Z,该长度Z由在每种情况下从自由端部26测量至接头27的轴部分长度S和带齿部分长度V组成。带齿部分21和轴部分24可以优选地由实心材料制成。

[0083] 借助于根据各个区段的齿条2的构型,可以设想用于轴部分和带齿部分的未加工部分的直径是不同的。因此,在不使用中空的未加工材料(管)的情况下也可以实现材料方面的节省。

[0084] 轴部分和带齿部分有利地由实心材料形成,这是因为初始产品更具成本效益、制造更简单并且后加工——包括硬化——与更少的风险相关联。

[0085] 此外,借助于根据各个区段的齿条的构型,带齿部分和轴部分可以由不同的材料形成。例如,带齿部分优选地由根据DIN EN 10083的钢种SAE1040或37CrS4制成,并且轴部分优选地由根据DIN EN 10083的可热处理钢C45形成。

[0086] 为了生产构造的齿条2,首先必须提供预制区段,所述预制区段随后通过其接合面28在接头27处接合在一起。下面将解释如何通过加工根据本发明的区段来执行、特别是经济地执行通过根据本发明的方法生产构造的齿条2。

[0087] 区段的生产被执行为使得从未加工的区段材料件3开始,该未加工的区段材料件3也被简称为未加工的材料件3,或者考虑到进一步的预期用途而被称为例如未加工的轴材料件或未加工的带齿材料件。未加工的材料件3可以作为条形材料提供,该条形材料例如具有圆形横截面,例如由轧制钢或挤压钢制成。未加工的材料件3的件长度G原则上可以是任意尺寸;在实践中,在直径的大小为20mm至40mm时提供2m至10m范围内的件的长度G。件长度G分别为齿条2的长度Z的倍数、或轴部分24的长度S的倍数、或带齿部分21的长度V的倍数,齿条2的长度Z、或轴部分24的长度S、或带齿部分21的长度V在约0.1m与0.5m之间。

[0088] 当对材料硬度设定特殊要求时,使用硬化钢来生产轴部分或带齿部分。根据本发明的硬化可以如图3中示意性地示出的那样进行。提供并在纵向轴线L上对准硬化钢的未加工的材料件3,例如未加工的轴材料件。所述未加工的材料件3沿如图3中的箭头所指示的加工方向D纵向地移动以便与纵向轴线L平行。在此所述未加工的材料件3被导引通过连续加热装置41,例如通过感应加热装置的线圈组件。在连续加热装置41中进行连续加热,其中,钢被加热为超过钢的奥氏体化温度。在加工方向D上邻接有连续冷却装置42,加热的未加工的材料件3以同样的方式连续地移动通过所述连续冷却装置42。在此通过气态和/或液态冷却流体进行受控的连续冷却,例如,由此钢被硬化,因此实施连续硬化。工艺参数比如温度以及加热周期及加热速率和冷却周期及冷却速率是根据所使用的钢种和硬化所针对的材料特性而预定义的。在连续冷却装置42中连续冷却之后,可以获得硬化的区段半成品31,所

述硬化的区段半成品31能够被给送至其他处理步骤。如图3的示例中所示出的,硬化操作之后的区段半成品优选地具有柱形芯部区域311,该柱形芯部区域311相对于未加工的材料件3的初始材料还未被赋予任何硬度增加。

[0089] 连续硬化的优点在于提供了硬化的轴区段半成品31,该硬化的轴区段半成品31基本上具有未加工的材料件3的件长度G,所述件长度G分别对应于齿条的长度Z的倍数或轴部分长度S的倍数或带齿部分长度V的倍数。因此,可以进行比现有技术更经济的制造,在现有技术中通常将硬化之前的未加工的材料切割成一个区段长度 $1s$ 的长度。

[0090] 借助于分割装置43,具有区段长度 $1s$ 的硬化区段32可以以简单的方式由具有件长度G的硬化轴区段半成品31按长度切割。这在图9中示意性地示出。由于件长度G是硬化区段32的区段长度 $1s$ 的倍数,因此可以经济地产生相应大量的区段32。硬化的区段32可以连接至其他区段或者用作区段坯件,区段坯件在其他加工步骤中可以根据所述区段的预期用途被加工,例如被加工为轴区段、连接区段或其他功能区段。

[0091] 为了生产齿条2,可能需要提供具有高尺寸精度的轮廓的区段。如现有技术中常见的那样,已经缩短至区段长度 $1s$ 的区段坯件的磨削是繁琐且复杂的。

[0092] 为了使生产被设计为更经济,提出了在图4中示意性示出的根据本发明的方法。在此,提供并在纵向轴线L上对准具有件长度G的未加工的轴材料件3,例如一个未加工的轴材料件。所述未加工的轴材料件3沿如图4中的箭头所指示的加工方向D纵向地移动以便与纵向轴线L平行。在此,所述未加工的轴材料件3在所述未加工的轴材料件3如由弯曲箭头所指示的绕纵向轴线L旋转时被导引通过连续磨削装置44。因此,未加工的材料件3在其整个件长度G上通过连续磨削以尺寸精确的方式被连续地磨削成圆形,所述未加工的材料件3在区段半成品33以尺寸精确的方式磨削时沿加工方向D离开连续磨削装置44。

[0093] 以尺寸精确的方式磨削的区段半成品33具有与已经被给送至连续磨削的原始未加工的材料件3相同的件长度G。借助于分割装置43,比如在图9中已经示出的用于硬化的区段半成品31的分割装置43,以尺寸精确的方式磨削成圆形的区段34可以以简单的方式由所述磨削的半成品33按长度切割。由于区段半成品33的件长度G是硬化区段34的区段长度 $1s$ 的倍数,因此可以经济地产生相应大量的区段34。区段34可以用作区段坯件,区段坯件在其他加工步骤中可以根据所述区段的预期用途被加工,例如被加工为轴区段、连接区段或其他功能区段。

[0094] 作为未加工的区段材料件3的替代,可以想到并且可能的是,根据图4中示出的连续硬化通过连续磨削来加工硬化的区段半成品31。结果,产生以尺寸精确的方式磨削的、具有件长度G的硬化的区段半成品33,多个区段34可以由该区段半成品33经济地按长度切割。

[0095] 在图5和图6中示意性地示出了如何通过根据本发明的方法经济地生产构造为带螺纹区段35的轴区段。为此,提供了未加工的轴材料件36,如前述实施方式已经描述的,该未加工的轴材料件36具有与轴部分长度S的倍数相对应的件长度G。当轴部分24构造为具有在所述轴部分24的长度上连续的螺纹25的带螺纹部分时,轴向方向A上的螺纹长度对应于轴部分长度S。

[0096] 在图5中示出了旋风铣削装置45,具有件长度G的未加工的区段材料件3沿加工方向D插入该旋风铣削装置45中。在轴向方向A上、在整个件长度G上连续延伸的螺纹25借助于快速旋转的旋风铣削头在未加工的区段材料件3中进行切割,所述未加工的区段材料件3沿

加工方向D移动并且在此在旋风铣削装置中缓慢地旋转。通过该螺纹以连续方法旋风铣削——也被简称为连续旋风铣削——产生具有与未加工的区段材料件3相同的件长度G的带螺纹半成品37。

[0097] 在每种情况下具有区段长度 l_s 的带螺纹区段35在每种情况下可以借助于分割装置43从带螺纹半成品37按长度切割。由于带螺纹半成品37的件长度G为带螺纹区段35的区段长度 l_s 的倍数,因此可以经济地产生相应大量的带螺纹区段35。带螺纹区段35可以连接至其他区段,例如连接至齿区段,或者带螺纹区段35可以用作区段坯件,区段坯件在其他加工步骤中根据所述区段坯件的预期用途被加工。

[0098] 图7示出了可以如何借助于连续磨削装置44在连续磨削过程中将例如用于生产带齿部分21的未加工的区段材料件3在所述未加工的区段材料件3的整个件长G上磨削成圆形尺寸。替代性地,可以借助于如图8中所示出的剥离装置46将未加工的区段材料件3在所述未加工的分段材料件3的整个件长G上以同样的方式连续地加工成尺寸,以便产生尺寸精确的区段半成品33。与未加工的轴材料件3的图示相比,未加工的带齿材料件32没有硬化,从而不会使任何后续成形复杂。因此,在借助于磨削(图7)或剥离(图8)进行加工之后直接优选地通过锯切将未加工的带齿材料件32切割成所需的长度 l_s 。

[0099] 图10至图13示意性地示出了在根据本发明的方法的连续步骤中的模具5的快照。在此视点,也就是说观察方向,在宽度方向B上横向于纵向轴线L(纵向轴线L平行于纵向方向A)、垂直于高度方向H。宽度方向B由对准成与齿部22的端部截面SE正交的方向限定。在正齿的情况下,宽度方向B由齿部22通过齿部宽度 b 横向于纵向轴线L延伸的方向限定。高度方向H由径向方向限定,该径向方向以垂直于纵向轴线L并垂直于宽度方向B的方式从背部23垂直地延伸穿过齿条2的齿部22。

[0100] 模具5包括带齿模具部分51和背部模具部分53,带齿模具部分51具有带齿模制间隙52,带齿模制间隙52形成为齿部22的负印模,背部模具部分53具有背部模制间隙54。模具5在分离平面T中分离,分离平面T在宽度方向B上平行于纵向轴线L延伸。背部模制间隙54构造为背部23的阴模,并且如所示出的定形状为呈具有背部半径R的大致半筒形,如可以在图16的横截面图中清楚地看到的。同样可以想到并且可能的是,背部具有哥特式横截面轮廓、具有成夹角的两个凸出弯曲的部分。上保持装置55(在图示的底部处)沿纵向方向A也就是说与纵向轴线L平行地布置,以便在两侧与带齿模具部分51相邻,并且下保持装置56(在图示的顶部处)布置成与背部模具部分53相邻。终端制动器57在在纵向方向上背离模具部分52、53的一侧部上布置在保持装置55、56的旁边。

[0101] 为了执行根据本发明的方法,提供具有区段长度 l_z 的柱形未加工的区段材料件3,下文中也简称为坯件3,根据该方法将坯件3加热至 750°C 至 250°C 的锻造温度,并且将坯件3插入到在打开位置中彼此间隔开的带齿模制间隙52和背部模制间隙53中。通过夹持在保持装置55与56之间来进行坯件3的纵向轴线L相对于模具5的限定的径向固定。坯件3通过自由端部26在纵向方向A上停止在端子制动器57上,由此坯件3轴向定位,也就是说定位在纵向轴线L的方向上。

[0102] 背部模具部件53从根据图10的打开状态与高度方向H相逆地移动,如由图10中的箭头所指示的,直到背部模制间隙54(从图中的上方)位于坯件3上的后侧上为止,如图11和图16所示。可以从图16的截面图得出的是,柱形坯件3具有坯件半径 r ,如根据本发明所需要

的,坯件半径 r 小于背部模制间隙54的半径背部半径 R 。因此,背部模制间隙54最初仅以线性方式支承在坯件3的背部区域中的外圆周上。背部模具部件53现在位于锻造位置。

[0103] 锻造行程在下一步骤中进行,其中,带齿模具部分51沿高度方向 H (图中向上)、垂直于纵向轴线 L 朝向坯件3的齿侧移动,如由图11和图12中的箭头所指示的。在此坯件3的成形被执行为材料——优选地在锻造温度下的钢——塑性变形,其中,材料流动并填充背部模具部分53与带齿模具部分51之间的腔。由此,背部模制间隙54被压印在坯件3的后侧中,使得具有背部半径 R 的背部23被构造,并且在关于纵向轴线 L 相对的那侧上,齿部22由带齿模制间隙51压印在带齿侧上,使得构造带齿部分21。坯件3已经以这种方式形成为带齿区段61,带齿区段61具有带齿部分21和与带齿部分邻接的过渡部分210和211,带齿部分21具有齿部22和背部23。齿部22包括齿根平面 ZFE 。过渡部分210和211在锻造中没有变形,并且因此保持与坯件3相同的坯件半径 r 和纵向轴线 L 。例如呈带螺纹区段35形式的轴区段可以接合的接合面28位于过渡部分210的自由端部处的端侧部处。

[0104] 锻造行程的终端位置在图17中的横截面中示出,位于穿过带齿部分21的横截面 $X2-X2$ 中。在此可以观察到高度方向 H 上垂直于纵向轴线 L 的压缩,当锻造程度非常大时,在分离 T 中带齿模具部分51与背部模具部分53之间的带齿部分21中的材料在宽度方向 B 上被横向地挤出,同时形成从宽度 B 突出的毛刺29,毛刺29具有相对于纵向轴线 L 的毛刺宽度 GB 。毛刺29在高度方向 H 上以毛刺间距 Z 与齿根平面 ZFE 间隔开。毛刺间距 Z 是在高度方向 H 上测量的齿根平面 ZFE 与相应毛刺29的周边区域之间的最小间距。相应毛刺29的周边区域由自由形成的区域形成。为了在成形时特别确定地构造齿部22,毛刺间距 Z 优选地具有小于背部半径 R 的20%的值。毛刺间距 Z 特别优选地具有小于背部半径 R 的15%的值。毛刺间距 Z 最优选地具有小于背部半径 R 的5%的值。由于自由形成的毛刺构造成靠近齿根平面 ZFE ,因此可以实现成形方面的改进的流动行为和齿部22的结构改进的构型。

[0105] 带齿部分21中的背部半径 R 限定背部轴线 Q ,背部23分别通过半筒形或部分筒形的形状绕该背部轴线 Q 以同轴的方式延伸。由于在成形中引起的压缩和在与压缩相关联的宽度方向 B 上的流动,在宽度方向 B 上测量时背部被赋予与背部半径 R 的两倍相对应的背部宽度 $(2 \times R)$ 。由于成形而与背部23相对的齿部22在宽度方向 B 上被赋予齿部宽度 b 。优选地产生可利用的齿部宽度 b ,也称为齿根宽度,其基本上对应于背部宽度 $(2 \times R)$ 。实现齿部22的借助于背部23的最佳径向支承,并且由此实现高抗弯性。

[0106] 由于根据本发明的方法,背部宽度 $(2 \times R)$ 以及齿部宽度 b 可以大于坯件3的未加工直径 $(2 \times r)$,所述未加工直径 $(2 \times r)$ 对应于两倍的未加工半径。由此,改善了从转向小齿轮104进入齿部22的力。此外,可以实现背部23在转向装置105中的优化安装,所述背部23相对于坯件3加宽。

[0107] 在锻造行程之后,背部模具部分53和带齿模具部分51再次以与锻造行程相反的反向行程运动的方式分开,如图13所示并且由箭头指示。如图10所示,模具5由此再次打开。完成的带齿区段61可以从处于该位置的模具5移除,并且可以插入新的坯件3,如图10所示。

[0108] 图14中的完成的带齿区段61以沿宽度方向 B 的侧向视图示出,该宽度方向 B 横向于纵向轴线 L 因此与齿部22在齿部宽度 b 的方向上平行,并且图15中的完成的带齿区段61在以齿部21上的横向于纵向轴线 L 因此与高度方向 H 相逆的平面图中示出。

[0109] 可以从图16至图19中、特别是从图19中示出的横截面得出,形成坯件3的轴线并且

在形成之后对应地形成过渡部分210的轴线的纵向轴线L与背部轴线Q一致,背部轴线Q由于背部半径R以同轴方式被背部23围绕。在图19中可以清楚地观察到这种同轴布置,其中,未加工半径r和背部半径R分别与相同的轴线L和Q有关。

[0110] 根据本发明的带齿区段611的第二实施方式在图20中以与图14的横向视图相对应的横向视图示出,并且以与图19的方式类似的方式以穿过过渡部分210的截面C-C示出。与带齿区段61相反,在此背部轴线Q相对于纵向轴线L以平行的方式在朝向齿部21的方向上径向偏移,具体地偏移间距c1,该间距c1被称为偏移量。所示出的示例中的偏移量c1对应于半径之间的差值R-r,因此偏移量c1大于零,并且可以被称为正偏移量。当以横截面观察时,背部23在径向方向上由于过渡部分210的圆周终止于最低点。因此,齿部22在径向方向上以差值(R-r)更靠近过渡部分210的外圆周,或者换句话说,与根据图14的第一实施方式中的情况相比,齿部22在带齿区段61的横截面中模制得较不深。

[0111] 根据本发明的带齿区段612的第三实施方式在图22中以与图14的横向视图相对应的横向视图示出,并且在图23中以与图18的方式类似的方式以穿过带齿部分21的截面D-D示出。如最后描述的带齿区段611的实施方式中的情况,背部轴线Q再次相对于纵向轴线L偏移,具体地相应地偏移间距或偏移量c2。该实施方式中的偏移量c2大于半径差(R-r),使得横截面中的过渡部分210突出超过背部23,如图23的截面图中可以观察到的。所示出的示例中的偏移量c2选择成使得齿部22在高度方向H上终止成与过渡部分210的圆周齐平。齿部22相对于纵向轴线L定位成高于带齿区段611的第二实施方式的情况。

[0112] 由于根据本发明的方法,如果需要,可以通过模具5的对应设计以简单的方式实现偏移量c1或c2。这可以详细地实现为:根据半径差(R-r)设定对纵向轴线L的位置进行固定的保持装置55与保持装置56之间的径向偏移并设定带齿模具部分51和背部模具部分53,带齿模具部分51和背部模具部分53通过背部23的成形确定背部轴线Q的位置。以这种方式,齿部22的深度可以通过具有相对简单结构的模具5实现为对应于转向装置105中的相应要求。

[0113] 根据本发明的方法的另一优点还在于,尤其还可以通过较少的材料输入来实现齿条,因为半径差不会导致任何浪费。即使在坯件由实心材料形成的情况下也可以由此减少材料输入。

[0114] 用于机动车辆的转向装置的齿条优选地以这种方法实现,所述齿条具有带齿部分21,带齿部分21沿纵向轴线L延伸,并且所述齿条相对于纵向轴线L、与带齿部分21相反地具有柱形区段形背部23,该背部具有背部半径R,其中,在带齿部分21上构造有另外的柱形过渡部分201、211,所述另外的柱形过渡部分201、211的半径r小于背部半径R。优选地,半径差在相对于背部半径R的3%至7%的范围内。半径差特别优选地在4.5%至6.5%的范围内。在此可以一起实现在同时有利的材料节省的情况下的良好形状。

[0115] 根据本发明的方法还提供了另一显著的优点。必须遵守多个参数,以便将具有示例中示出的带齿部分的齿条插入转向装置中。例如,齿条的具体直径要尽可能小,以便节省安装空间。在齿部宽度的两侧上构造的毛刺宽度GB特别是保持有限。在此期望机械后处理是有限的。特别地,通过所提出的方法的两个毛刺29可以被实施为具有小于齿部宽度b的25%的相应毛刺宽度GB,而不必进行任何机械后处理。优选地,相应的毛刺宽度小于齿部宽度的18%。通过优化工具中的参数可以实现相应的毛刺宽度GB小于齿部宽度b的10%,或特别优选地至多为齿部宽度b的5%。因此,不需要移除在形成中产生在齿的两侧的毛刺29,由

此可以减少带齿部分21的机械后处理。

[0116] 在锻造之后,可以以连续方法硬化带齿区段61(或相应的611或612),如图24所示。在此,带齿区段61平行于纵向轴线L移动通过连续加热装置41并且通过连续冷却装置42,连续冷却装置42在加工方向D上位于所述连续加热装置41的下游。钢可以通过相应的热参数和时间参数的选择来硬化,如上面已经结合图3针对轴区段半成品31在原则上所描述的。由此可以设定操作中的预期的用于应力的最佳硬度。

[0117] 图32示出了带齿区段63,该带齿区段63具有V形背部231,该带齿区段63被简称为V形背部231。V形由两个V形腿的面232形成,当从齿部22观察时,这两个V形腿的面232以一定角度朝向背部231会聚。

[0118] 如可以从图35的截面图得到的,横截面中的V形背部231由具有背部半径R1的包络圆包络。V形腿的面232包括包络圆的割线,该割线在图35中以点画线描绘。

[0119] 过渡部分210邻接齿部22,如上面结合图10至图24所描述的D形实施方式中的情况。过渡部分210具有半径r1,该半径r1对应于根据图34的坯件3的未加工半径r1。

[0120] 可以按照根据本发明的方法在模具50中进行锻造,如以与图16的方式类似的方式在图34中的截面中示出的,并且以与图18或图23的方式类似的方式在图35中示出的。模具50的带齿模具部分51如在上面所述的模具5的D形实施方式中的那样构造。与此不同的是,背部模具部分531具有在模具横截面中呈V形的背部模具间隙541。

[0121] 从图34可以得出如何在背部模具部分531与带齿模具部分51之间插入具有未加工半径r1的坯件3。具有背部半径R1的背部模制间隙541的包络圆用虚线绘制。可以观察到的是,处于未成形的未加工状态的坯件3——该坯件3具有与背部半径R1相比较小的未加工半径r1——不在宽度方向B上填充模具5,并且坯件3在包络圆中不以同轴方式定位。

[0122] 图35示出了由坯件3锻造的完成的带齿区段63。在该示例性实施方式中,背部231通过其包络圆和过渡部分210定位成与纵向轴线L同轴,换句话说,半径r1和R1与纵向轴线L有关,如在根据图10至图19的示例性实施方式中的D形背部23中的情况。然而,也可以想到并且可能的是,根据转向装置的要求来限定用于V形背部231的偏移,如根据图20、图21或图22、图23的实施方式中的情况。

[0123] 图31和图32示出了在带齿部分21和轴部分24中具有不同直径条件的齿条2的实施方式,其中,根据图31的轴部分24具有较大的直径。

[0124] 根据本发明的用于生产带齿区段61、611、612或63的锻造方法的优点在于,与如现有技术中的与背部半径相对应的未加工半径的情况相比,形成具有未加工半径r(或相应地r1)——该未加工半径r(或相应的r1)与背部半径R(或相应地R1)相比较小——的坯件3需要较低的锻造力。

[0125] 以与上面在D形背部的背景下已经讨论的方式类似的方式得到在毛刺宽度以及背部半径R1与未加工半径r1的比值条件方面的相同优点。

[0126] 用于机动车辆的转向装置的齿条优选地以该方法实现,所述齿条具有带齿部分21,带齿部分21沿纵向轴线L延伸,并且所述齿条相对于纵向轴线L、与带齿部分21相对地具有柱形区段形背部23,该背部具有背部半径R1,其中,在带齿部分21上构造有另外的柱形过渡部分201、211,所述另外的柱形过渡部分201、211的半径r1小于背部半径R1。优选地,半径差在就背部半径R1而言的3%至7%的范围内。特别优选地,半径差在4.5%至6.5%的范围

内。

[0127] 小于齿部宽度 b 的25%的相应的毛刺宽度 GB 也可以在具有V形背部的该实施方式中实现,而不必进行任何机械后处理。因此,在此还优选地,实现为相应的毛刺宽度小于齿部宽度的20%,或者更优选地,小于齿部宽度的15%,或者特别优选地至多为齿部宽度 b 的10%。

[0128] 在图25至图27中示出了根据本发明的用于生产齿条2的方法,其中,轴区段——这里是带螺纹区段35——通过摩擦焊接接合至带齿区段61。

[0129] 带螺纹区段35可以例如如上面已经结合图5和图6所描述的那样制成。在纵向轴线 L 的方向上的带螺纹区段35具有区段长度 l_s ,并且在一个端侧部处具有接合面28。

[0130] 带齿区段61可以例如通过上面已经借助于图10至图23或图36至图38所描述的方法获得。带齿区段61具有区段长度 l_z ,并且在一个端侧部同样具有接合面28。

[0131] 带螺纹区段35夹持在夹持装置70中并且在纵向轴线 L 上以同轴方式对准,如图26所示。夹持装置70具有夹持元件701、702和703以及反向支承件74。夹持元件701、702和703从外侧以使得在纵向轴线 L 上保证限定的对准的方式支承在螺纹25的螺纹项之间。螺纹25在此形成参考面。带螺纹区段35在轴向方向上通过其自由端26支撑在反向支承件704上,由此实现了在纵向轴线 L 的方向上的精确轴向定位。

[0132] 带齿区段61夹持在夹持装置71中并且在纵向轴线 L 上以同轴方式对准。夹持装置71具有夹持元件701、711和712。夹持元件711和712支承在齿部22上,夹持元件713支承在背部23上。由此,齿部22的功能面或背部23的功能面分别形成在纵向轴线 L 上精确对准的参考面。

[0133] 带齿区段61通过其接合面28支承在带螺纹区段35的接合面28上。带齿区段61通过其自由端部26在轴向方向上支撑在压缩件714上,压缩件714通过连接元件715刚性地连接至夹持装置71的夹持元件711、712和713,并且以便相对于纵向轴线 L 以旋转固定的方式连接。

[0134] 夹持装置71能够通过驱动装置(未示出)驱动成绕纵向轴线 L 旋转,如由弯曲箭头所指示的。在纵向轴线 L 的方向上的接触压力 F 可以通过接触压力装置(同样未示出)施加在夹持装置71上,如由力箭头所指示的,并且夹持的带齿区段61的接合面28通过所述接触压力 F 能够在纵向轴线 L 的方向上以轴向的方式压靠夹持在夹持装置70中的带螺纹区段35的接合面28。由此接合面28彼此摩擦接触。

[0135] 夹持后的夹持装置71相对于夹持装置70定位,使得带螺纹区段35和带齿区段61通过其接合面28相互支承,带螺纹区段35轴向支承在反向支承件704上,并且带齿区段61支承在压缩件714上。因此,压缩件714与反向支承件704之间的总间距、即所谓的起始间距 L_1 等于区段长度 l_s 和 l_z 的总和,因此: $L_1 = l_s + l_z$ (带螺纹区段35的长度 l_s +带齿区段61的长度 l_z)。

[0136] 夹持装置71设定成旋转以用于根据本发明的摩擦焊接,使得接合面28在摩擦下相对于彼此旋转。在此释放的摩擦热取决于转速和接触压力 F 。

[0137] 首先施加处于初始摩擦力 F_1 水平的接触压力 F ,以便进行初始摩擦,所述初始摩擦力可能在例如10kN与30kN之间。由此进行接合面28的表面的均匀化。初始摩擦可以进行少于3秒的持续时间。

[0138] 接触压力F随后增加至输入力F2,以便进行热输入摩擦,所述输入力F2可能为初始摩擦力F1的约5倍到12倍,优选地6倍至11倍。进行热输入摩擦直到在接合面28处已经达到用于焊接钢的所需工艺温度。在此可以预定固定的持续时间,或者通过测量的温度来调节时间。在此优选地遵守小于15秒的持续时间。

[0139] 在达到处理温度时,接触压力F增加至初始摩擦力F1的10倍至20倍,优选地17倍。由于材料在接头27处的接合面28之间熔化而进行压缩,带齿区段61和带螺纹区段35在所述压缩中同时在成形中在接头27处朝向彼此移动,使得起始长度L1被缩短。按照根据本发明的路径控制方法,仅允许到达预定目标长度L2为止的限定的缩短量。缩短量是所谓的接合路径X,该接合路径X对应于起始长度L1与目标长度L2之间的差值: $X=L1-L2$ 。

[0140] 在图27中示出了达到总长度L2的最终状态。目标长度L2对应于例如比如在图2或图36中示出的齿条2的齿条长度Z,其中,轴部分24具有轴部分长度S,该轴部分长度S由于焊接而相对于区段长度 l_s 缩短,并且带齿部分21具有比区段长度 l_z 短的带齿部分长度V。

[0141] 当焊接时,材料已经在接头27处以径向方式挤出,所述材料形成环绕的焊缝271。

[0142] 在图28中示意性地示出了可以通过根据本发明的摩擦焊接在接头27处产生的硬度分布。由于摩擦焊接而进行与改变钢结构相关的热输入,所述热输入在纵向轴线L的方向上分别进入轴部分24的热影响区域91或带齿部分21的热影响区域92。根据本发明的焊接参数比如转速和接触压力F优选地限定为使得热影响区域91和92被加热至至多250°C。在根据本发明的方法的情况下,热影响区域91和92优选地具有 $0.25 \times d_s$ 的最大宽度,其中, d_s 分别表示区段21或24的直径。

[0143] 加热在直接接近接头27的径向向外圆周区域中最强。在该同轴环绕的周边区域93中允许相对于基材的硬度增加至多200HV1。允许位于周边区域93内的中央的核心区域94的硬度增加至多250HV1。由于周边区域93中的硬度增加低于核心区域94,因此避免了冶金凹口的形成,并且因此实现了更高的承载能力。

[0144] 用于机动车辆转向机构的齿条有利地通过方法管理实现,所述齿条由两个区段——例如带齿区段61或带齿区段63,并具有轴区段62——形成,带齿区段61或带齿区段63和轴区段62通过摩擦焊接彼此连接,其中,与在纵向轴线上处于为具有较小直径的区段的区段直径 d_s 的1.5倍的间距处的显微硬度相比,在纵向轴线L上处于从焊缝的中心测量并且大于具有较小直径的区段的区段直径 d_s 乘以0.3的第一间距中的最大显微硬度大最多200HV1。硬度的增加优选地在120HV1以下。

[0145] 在此特别优选的是,从焊缝中心测量并且大于具有较小直径的区段的区段直径 d_s 乘以0.3的间距中的表面中的最大显微硬度比处于为相应区段的区段直径 d_s 的1.5倍的间距处的表面中的显微硬度大最多250HV1。硬度的增加优选地在180HV1以下。

[0146] 图29以立体图示出了带齿区段61。所述带齿区段61具有定位元件220,定位元件220布置成相对于齿部22的功能面、背部23的功能面、接合面28的功能面等在位置和尺寸上精确。定位元件220在锻造带齿区段61时可以以简单的方式共同成形。此外,定位元件220可以通过合适的加工方法比如磨削、腐蚀等构造为精确的参考面,并且在形状和布置方面优化为用于夹持在夹持装置——例如以形状配合的方式接合的夹持元件比如根据图26和图27的夹持元件701、702、703、711、712或713——中的夹持面。

[0147] 图30示出了构造的齿条20的实施方式,该齿条20具有带齿部分21和第二带齿部分

213,第二带齿部分213作为轴部分连接至所述带齿部分21。带齿部分21和带齿部分213在接头27处通过摩擦焊接连接。带齿部分21和带齿部分213两者都具有齿部,所述齿部已经通过机械加工例如通过铣削结合。同样可以想到并且可能的是,具有铣削齿部的带齿部分通过摩擦焊接连接至锻造的带齿部分。

[0148] 图36和图37示出了另一实施方式中的根据本发明生产的齿条。齿条2具有带齿部分21,齿带部分21在一侧上设置有沿纵向方向A延伸的齿部22。齿条2还具有轴部分24,轴部分24在图36中示出的示例中具有螺纹25,并且轴部分24也被称为带螺纹部分24。带齿部分21具有过渡部分210,该过渡部分210在过渡部分210的自由端部处包括直径减小部分217。直径减小部分214具有比具有直径D2的过渡部分210小的直径D5。轴部分22具有过渡部分215,该过渡部分215在过渡部分215的自由端部处包括直径减小部分216。直径减小部分216具有比具有直径D1的过渡部分216小的直径D4。带齿部分21和轴部分22通过其接合面28在其在轴向方向上彼此面对的直径减小部分216、217的那些端部处通过在接头中的摩擦焊接彼此连接。当焊接时,材料已经在接头27处以径向方式被挤出,所述材料形成具有包络圆直径D3的环绕焊缝271。焊缝271的所述包络圆直径D3小于直径减小部分216的直径D1,并且小于直径减小部分214的直径D2。包络圆直径D3大于直径减小部分216的直径D4,并且大于直径减小部分的直径D5。由于包络圆直径D3小于直径D1、D2,因此不需要焊缝271的机械后处理,这是因为焊缝271不比过渡区域210、215以径向向外的方式突出地更远。

[0149] 在图38的详细视图中示出了齿条2替代性实施方式,该齿条2与图36和37的齿条类似。包络圆直径D3构造成大于直径减小部分217的直径D5和过渡部分210的直径D2。根据本发明的包络圆直径D3小于轴部分24的过渡区域215的直径D1。轴部分24的过渡区域215具有螺纹25,在该实施方式中螺纹25在轴部分24的整个长度上延伸。因此,过渡区域表示轴部分的与接头27相邻的部分。由于焊缝271的包络圆直径D3小于过渡区域215的直径D1,因此可以实现的是,焊缝271不以径向向外干涉的方式突出并且不需要焊缝271的任何附加的减材加工,这是因为根据本发明的焊缝271不比过渡区域215以径向向外的方式突出地更远。

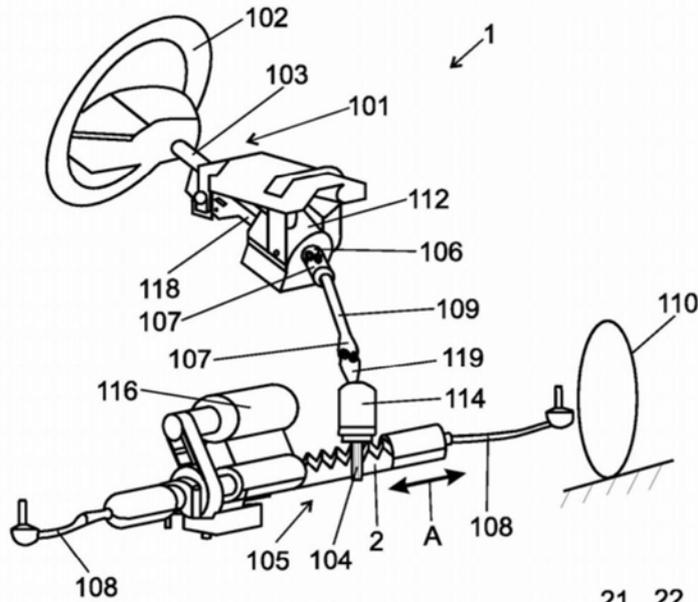


图1

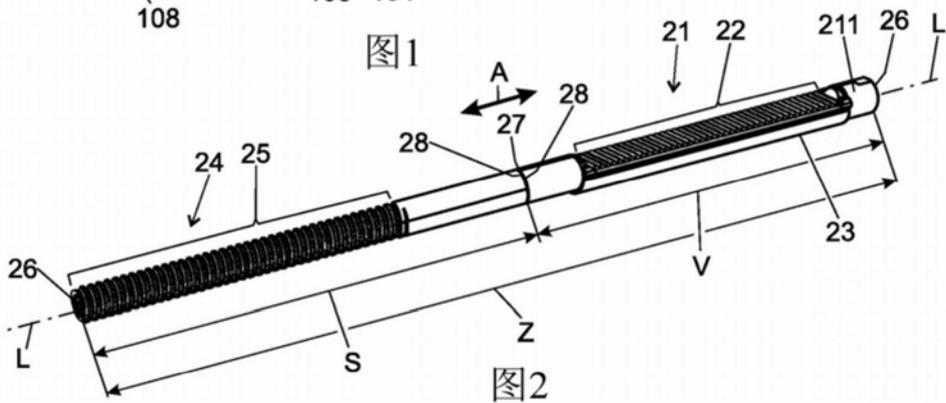


图2

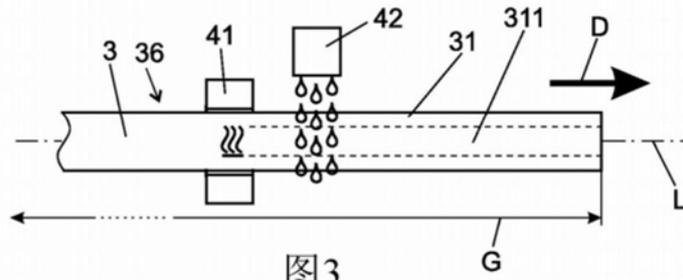


图3

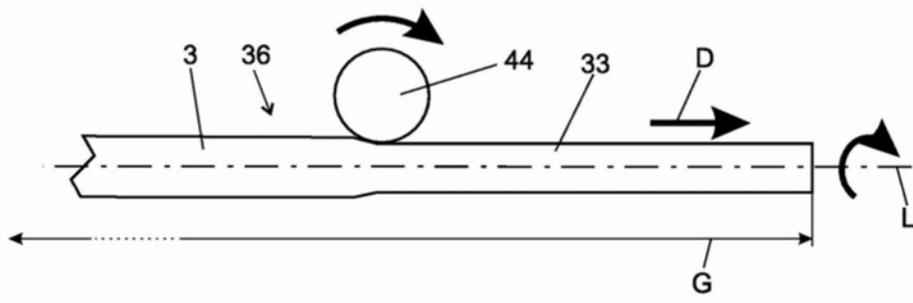


图4

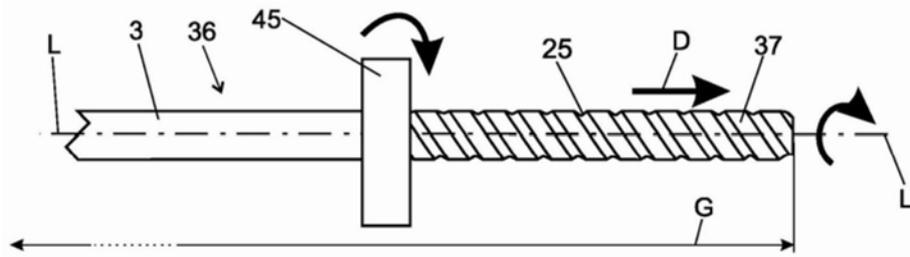


图5

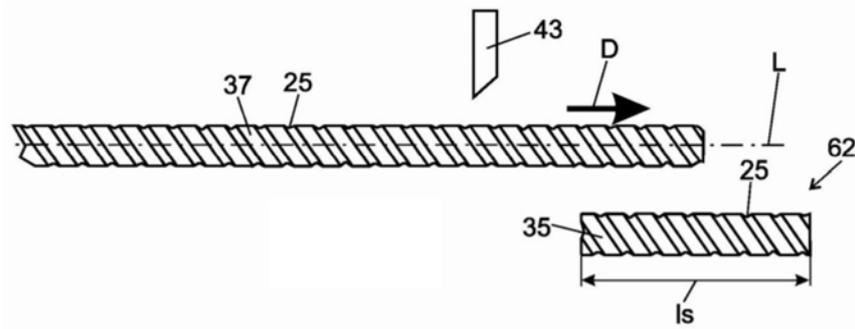


图6

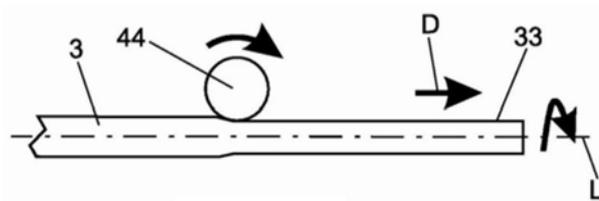


图7

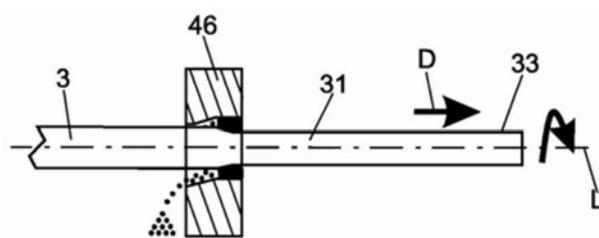


图8

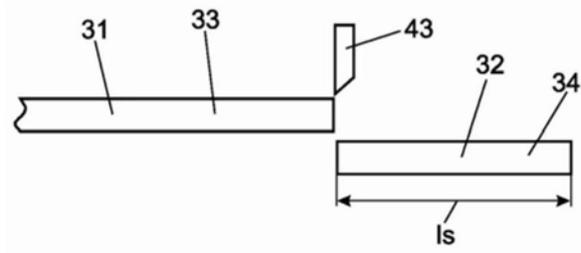


图9

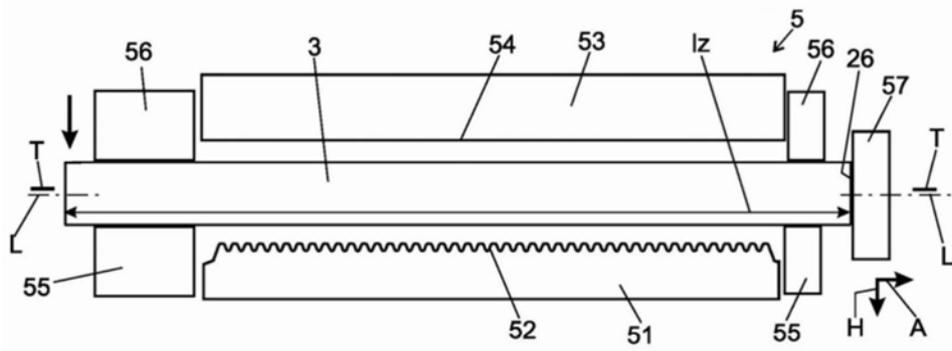


图10

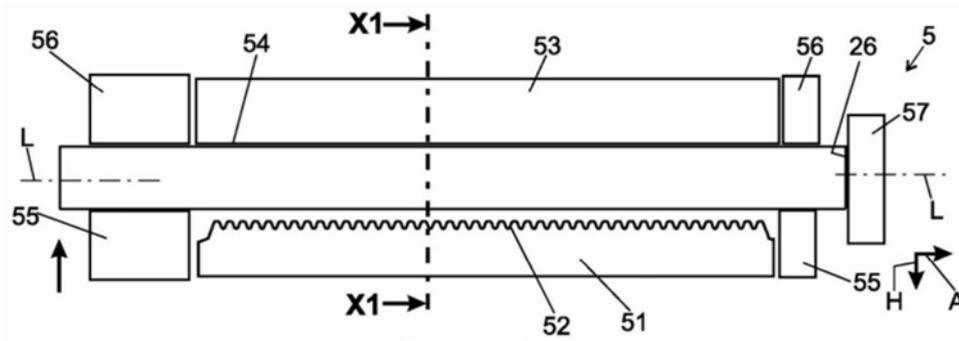


图11

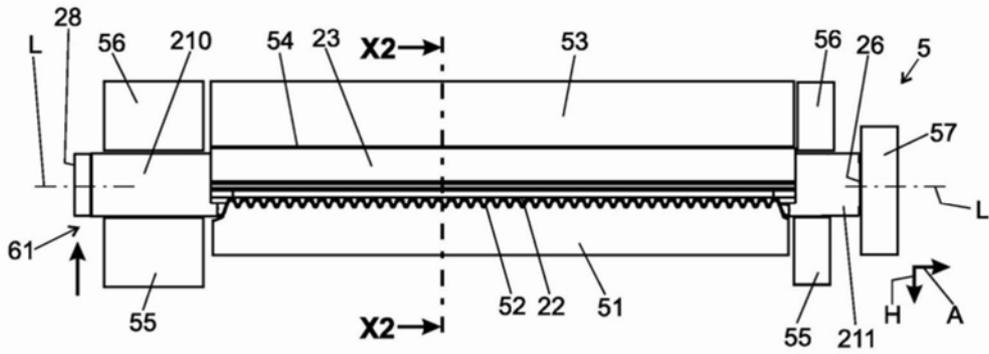


图12

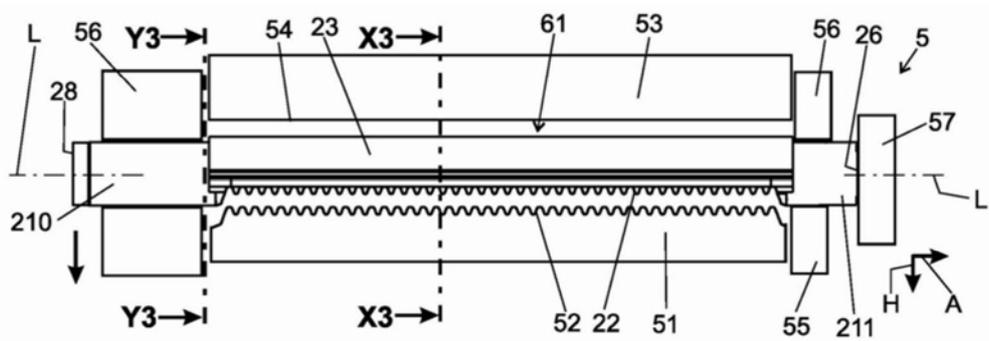


图13

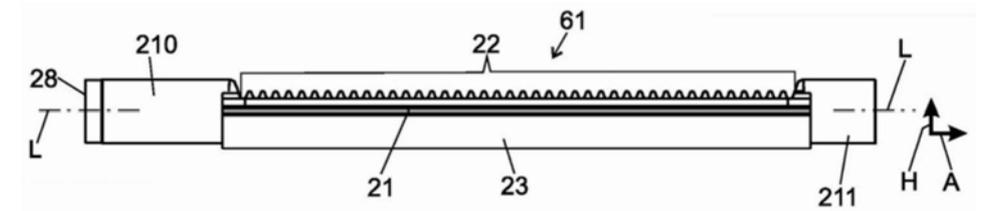


图14

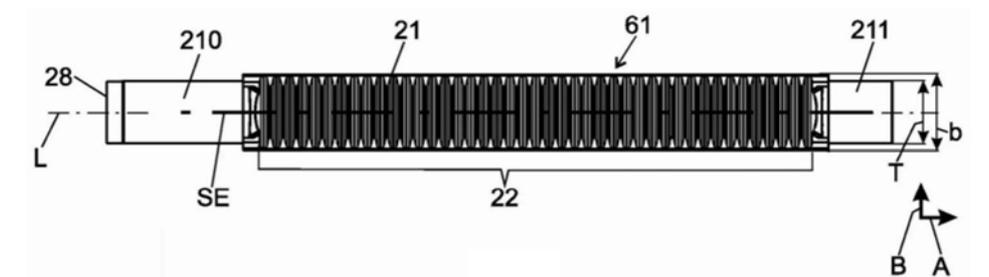


图15

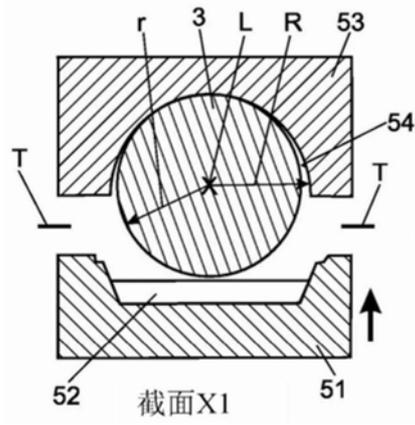


图16

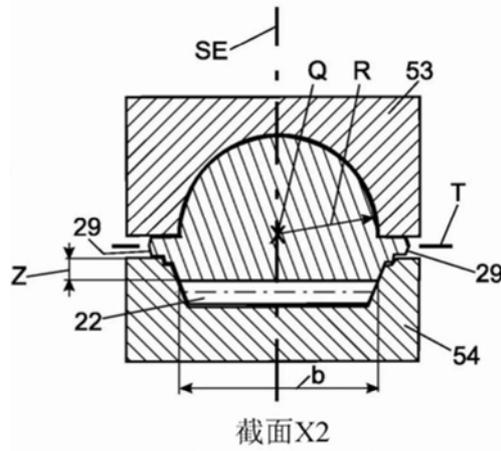


图17

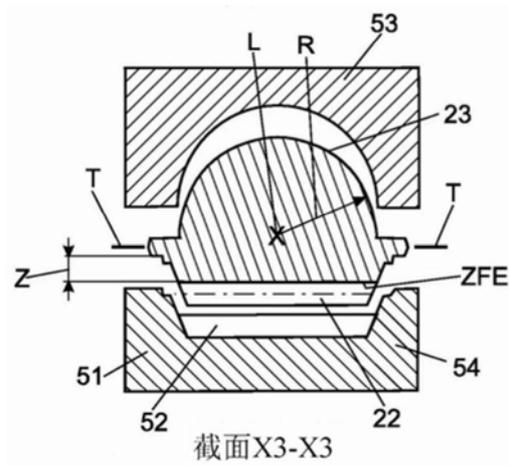


图18

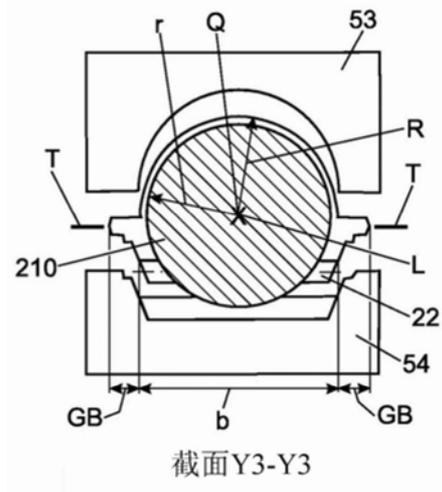


图19

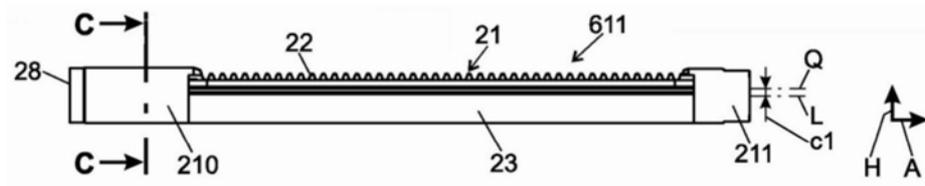


图20

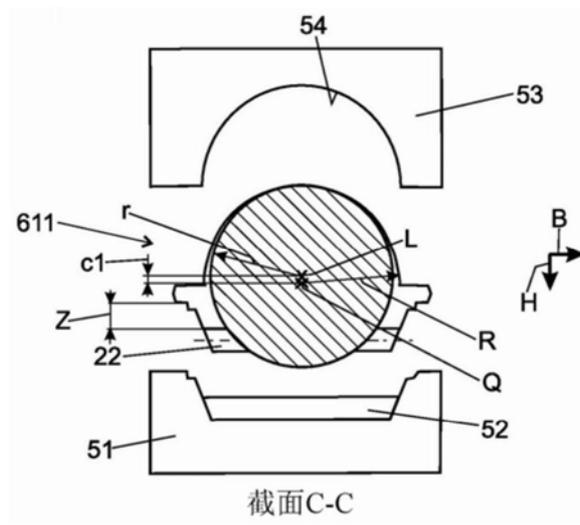


图21

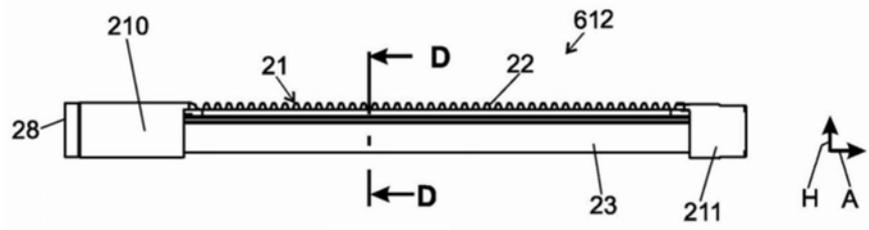


图22

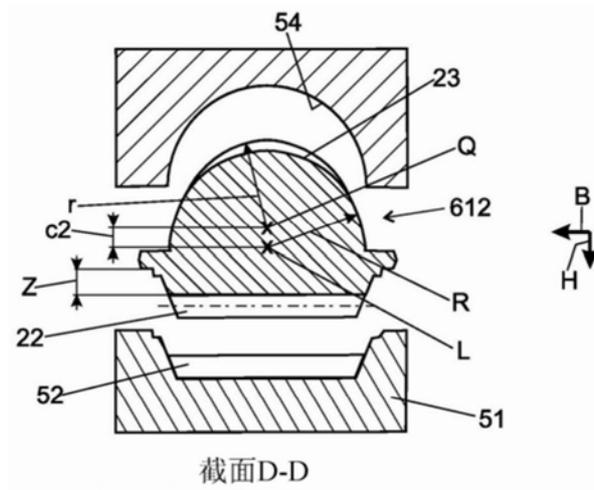


图23

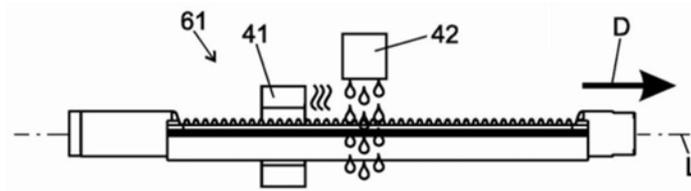


图24

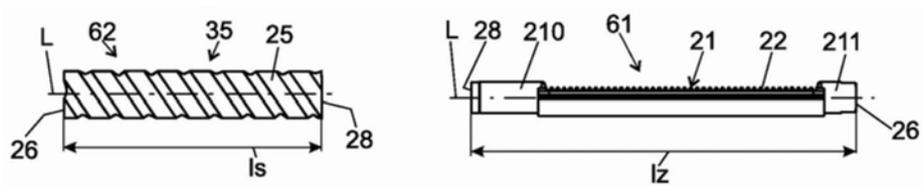


图25

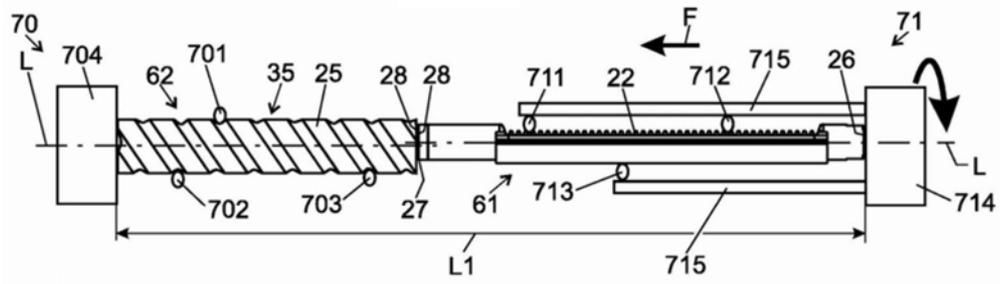


图26

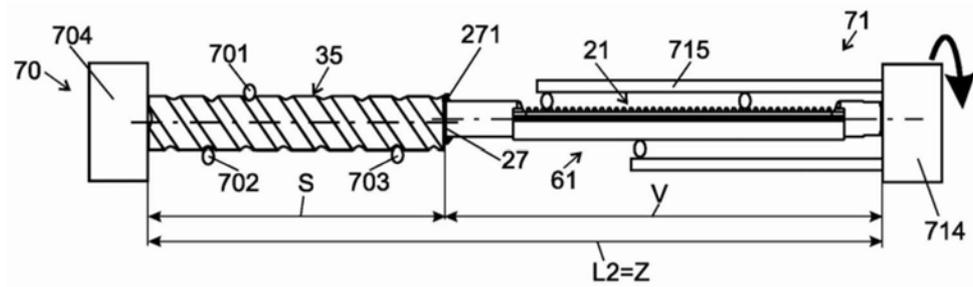


图27

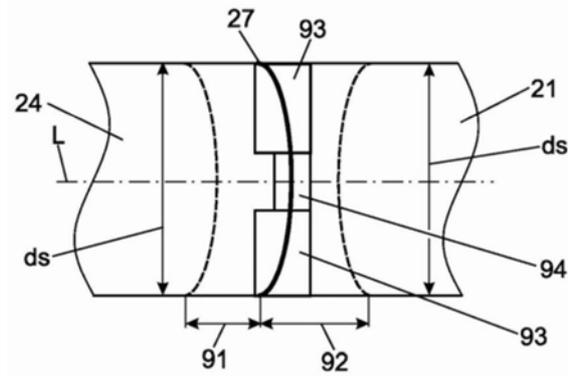


图28

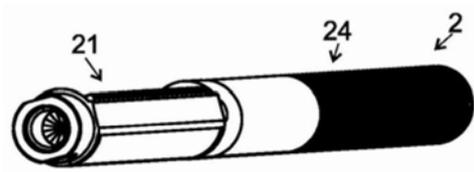
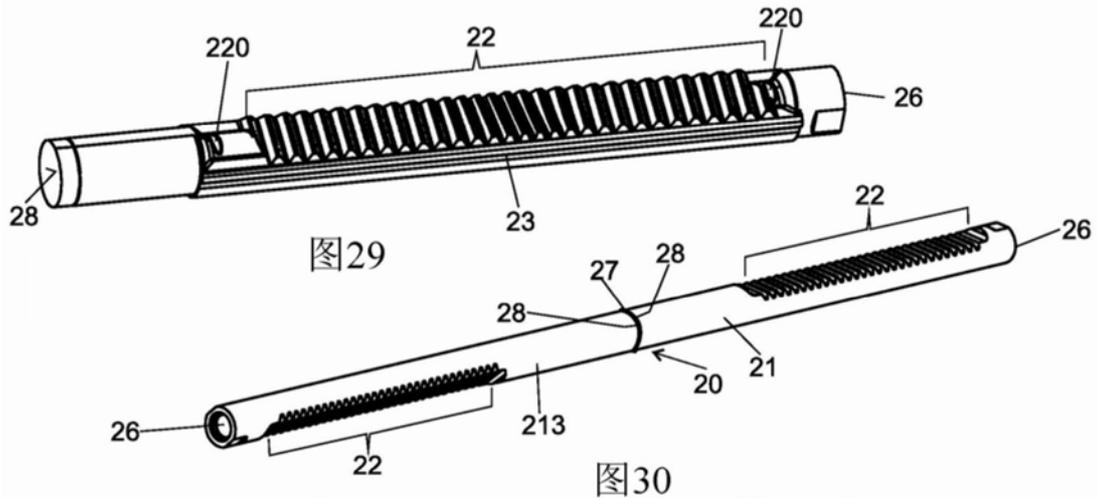


图31

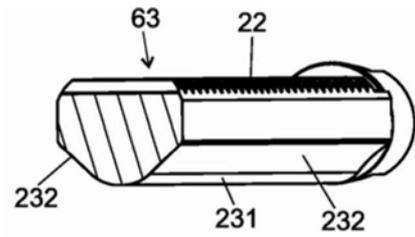


图32

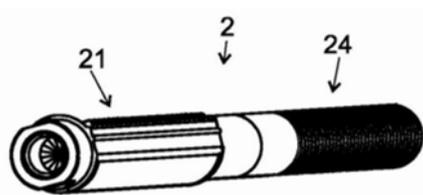


图33

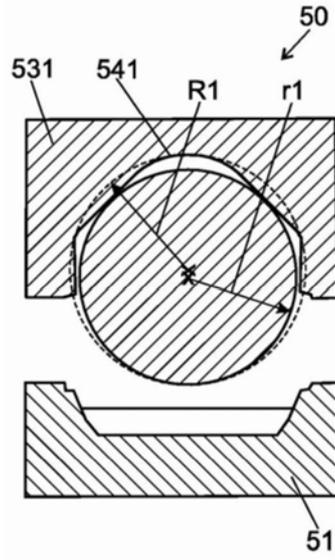


图34

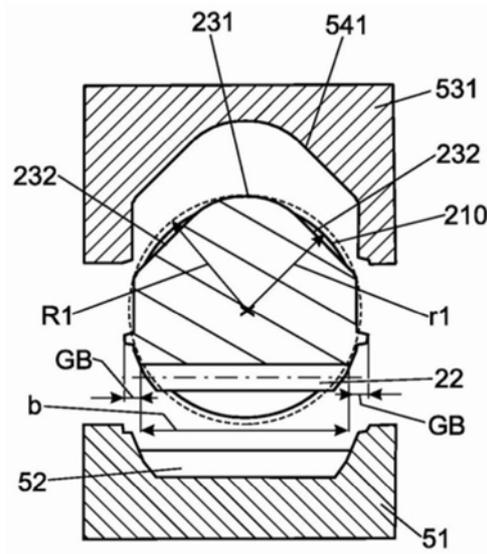


图35

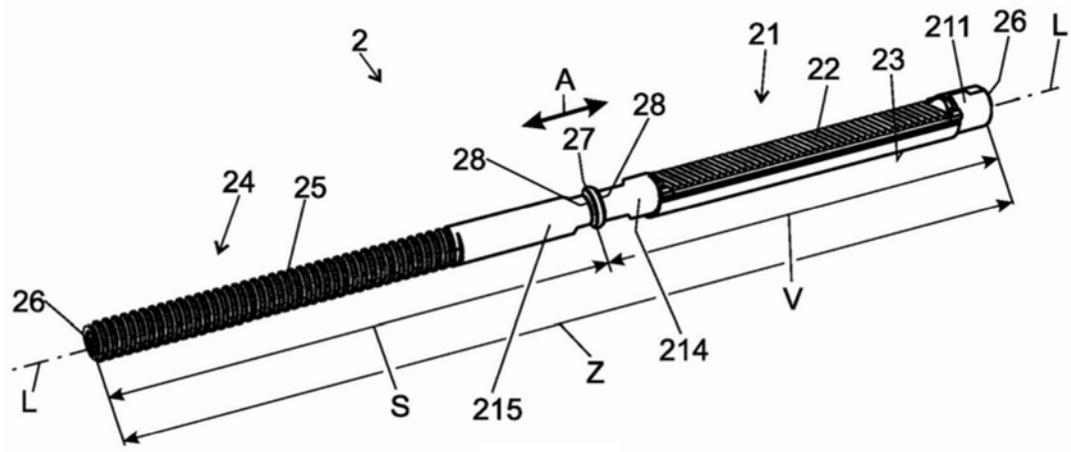


图36

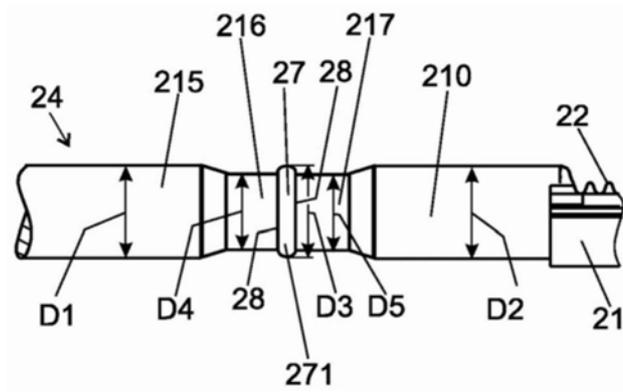


图37

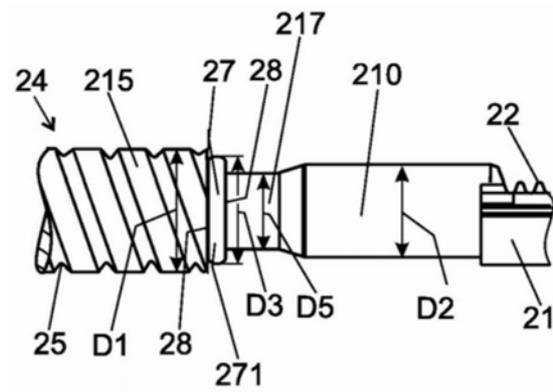


图38