



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104245235 B

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201380017910.4

(22)申请日 2013.04.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104245235 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(30)优先权数据

1250332-2 2012.04.03 SE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/000984 2013.04.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/149724 EN 2013.10.10

(73)专利权人 阿特拉斯·科普柯工业技术公司

地址 瑞典,斯德哥尔摩

(72)发明人 K·J·拉尔斯埃斯马克

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51)Int.Cl.

B25B 21/02(2006.01)

审查员 杨慧慧

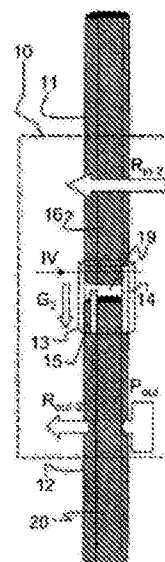
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

动力扳手

(57)摘要

公开了一种用于紧固和松开接头的电动动力扳手。所述动力扳手包括：用于将扭矩传送到接头的主轴，布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动主轴的电动马达，用于控制电动马达的驱动的控制单元以及将电动马达连接到主轴的传动装置。所述控制单元具有第一驱动模式，其中所述控制单元被适配成控制电动马达使得其在前向方向上传送连续扭矩，并且使得其在相反的后向方向上传送扭矩脉冲，其中传动装置包括固有的游隙并且其中扭矩脉冲在所述游隙内产生。



1. 一种用于紧固和松开接头的电动动力扳手,其中动力扳手包括:

- 用于将扭矩传送到接头的主轴,
- 布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动所述主轴的电动马达,
- 用于控制所述电动马达的所述驱动的控制单元,以及
- 将所述电动马达连接到所述主轴的传动装置,

其特征在于,所述控制单元具有第一驱动模式,其中所述控制单元被适配成控制所述电动马达使得当其在向前方向上被驱动时传送连续扭矩,并且使得其在相反的后向方向上被驱动时传送扭矩脉冲,其中所述传动装置包括固有的游隙并且其中所述扭矩脉冲在所述游隙内产生,

其中,所述动力扳手包括可以选择性地放置在第一或第二联接位置(G1;G2)的齿轮(13),其中第一联接位置(G1)提供输入轴(11)到输出轴(12)的旋转的连续传输并且第二联接位置(G2)提供包括其中可以在至少所述后向方向上接合输出轴(12)之前在不会影响输出轴(12)的情况下旋转输入轴(11)的有限运动自由度(18)的传输,其中所述控制单元被布置成控制所述马达以使得在所述第一驱动模式下,在向前方向上使用第一联接位置(G1)并且在后向方向上使用第二联接位置(G2)。

2. 根据权利要求1所述的电动动力扳手,其中通过首先在所述前向方向上旋转所述马达以增加所述游隙并且随后在所述后向方向上加速所述马达以产生所述后向方向上的扭矩脉冲。

3. 根据权利要求2所述的电动动力扳手,其中所述控制单元被布置成:

- 在所述后向方向上加速所述马达的步骤之后,记录与输出轴(12)的旋转有关的参数(T),
- 将参数(T)与阈值(T_{thr})进行比较,以及
- 基于所述比较,确定是否应产生新的扭矩脉冲以及是否应重复所有步骤。

4. 根据权利要求2所述的电动动力扳手,其中只要在所述第一驱动模式下在所述后向方向上驱动所述马达,则间歇地产生所述扭矩脉冲。

5. 根据权利要求1所述的电动动力扳手,其中齿轮(13)是可以在第一联接位置(G1)与第二联接位置(G2)之间平移的套筒。

6. 根据权利要求1所述的电动动力扳手,其中提供电子传感器来记录齿轮(13)的位置并且用信号向所述控制单元提供齿轮(13)被放置的联接位置(G1;G2)。

7. 根据权利要求6所述的电动动力扳手,其中所述动力扳手具备用于监控齿轮(13)的当前位置的显示器。

8. 根据权利要求6所述的电动动力扳手,其中所述控制单元被布置成控制以下步骤:

- 响应于齿轮(13)被记录成放置在第二联接位置(G2)中,通过在后向方向上旋转所述马达来在输入轴(11)与输出轴(12)之间提供运动自由度(18),以及
- 在运动自由度(18)中在所述前向方向上加速输入轴(11),这样使得输入轴(11)的旋转运动将在其与所述输出轴之间进行接合时作为脉冲传输到输出轴(12)。

9. 根据权利要求1所述的电动动力扳手,其中所述动力扳手具有其中在向前方向和后向方向两者上连续地驱动所述马达的第二驱动模式和其中在向前方向和后向方向两者上间歇地驱动所述马达的第三驱动模式。

10. 一种控制用于紧固和松开接头的动力扳手中的电动马达的方法, 其中动力扳手包括:

- 用于将扭矩传送到接头的主轴,
- 布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动所述主轴的电动马达,
- 用于控制所述电动马达的所述驱动的控制单元, 以及
- 将所述电动马达连接到所述主轴的传动装置, 所述传动装置具有固有的游隙,

其特征在于, 其中所述电动马达在前向方向上传送连续扭矩并且在相反的后向方向上传送扭矩脉冲的第一驱动模式, 其中所述传动装置包括固有的游隙并且其中所述扭矩脉冲在所述游隙内产生,

其中, 所述动力扳手包括可以选择性地放置在第一或第二联接位置 (G1; G2) 的齿轮 (13), 其中第一联接位置 (G1) 提供输入轴 (11) 到输出轴 (12) 的旋转的连续传输并且第二联接位置 (G2) 提供包括其中可以在至少所述后向方向上接合输出轴 (12) 之前在不会影响输出轴 (12) 的情况下旋转输入轴 (11) 的有限运动自由度 (18) 的传输, 其中所述控制单元被布置成控制所述马达以使得在所述第一驱动模式下, 在前向方向上使用第一联接位置 (G1) 并且在后向方向上使用第二联接位置 (G2)。

11. 根据权利要求10所述的方法, 其中所述后向方向上的所述扭矩脉冲通过以下步骤产生:

- (a) 在所述前向方向上旋转所述马达以增加所述游隙, 以及
- (b) 随后在所述后向方向上加速所述马达以产生扭矩脉冲。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其进一步包括以下步骤:

- (c) 记录与由于产生的扭矩脉冲引起的与所述主轴的所述旋转有关的参数 (T),
- (d) 将参数 (T) 与阈值 (T_{thr}) 进行比较,
- (e) 基于所述比较, 确定是否应重复所有步骤 (a) 至 (e),

并且其中步骤 (c) 中记录的参数是施加的扭矩 (T), 其中如果记录的扭矩 (T) 超出阈值 (T_{thr}) 则重复所有步骤 (a) 至 (e)。

13. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述记录的扭矩 (T) 低于阈值 (T_{thr}) 则结束操作。

动力扳手

技术领域

[0001] 本发明涉及用于沿两个相反的旋转方向提供扭矩的电子动力扳手。具体来说，本发明涉及动力扳手，其可以作为借助于电动马达和控制单元的脉冲动力扳手而进行驱动。另外，本发明涉及控制此动力扳手中的电动马达的方法。

背景技术

[0002] 常规的动力扳手（诸如像螺帽扳手）包括用于提供从马达到主轴的扭矩的传动装置。

[0003] 通常，马达被布置成在两个相反的方向上（第一前向方向和第二反向方向）驱动主轴的旋转。因此，传动装置需要被适配成在前向方向和反向方向两者上都驱动旋转。

[0004] 在许多应用中，反向驱动仅在例如松开接头时例外地使用。这暗示马达和传动装置主要致力于前向驱动。

[0005] 在手持式动力扳手中需要解决的问题在于需要补偿由工具所提供的扭矩，这样使得为工具所提供的每个扭矩提供了反作用力。在脉冲动力扳手中，这些反作用力中的大部分通过工具本身的功能设计来补偿。在复杂的连续驱动或非脉冲工具中可能也是这种情况。在其他工具中，反作用力必须由正在握住工具的操作者来提供。

[0006] 通常，马达的旋转速度可以适配成使得在前向方向上提供的扭矩平滑或平稳。这是可能的，因为扭矩在第一阶段中相对较低，这样使得积累惯性以当扭矩在操作即将结束时增加的情况下抵消扭矩的一部分。然而在反向方向上，情况通常是不同的，因为通常利用反向方向松开由相对高的夹紧力（该相对高的夹紧力可能仅通过相应地高的扭矩来释放）紧固的接头。因此，通常，需要立刻传送高扭矩，这样使得不可能在机器中积累惯性。

[0007] 因此，需要一种在前向方向上功能良好但是可以适配或调谐以在反向方向上比常规动力扳手功能更好的工具。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种当被在反向方向上驱动时具有改进的功能性的动力扳手。

[0009] 此目的通过根据独立权利要求的本发明来实现。

[0010] 根据第一方面，本发明涉及一种用于紧固和松开接头的电动动力扳手，其中动力扳手包括：

[0011] -用于将扭矩传送到接头的主轴，

[0012] -布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动主轴的电动马达，

[0013] -用于控制电动马达的驱动的控制单元，以及

[0014] -将电动马达连接到主轴的传动装置。控制单元具有第一驱动模式，其中所述控制单元被适配成控制电动马达这样使得其在前向方向上传送连续扭矩，并且使得其在相反的后向方向上传送扭矩脉冲，其中传动装置包括固有的游隙并且其中扭矩脉冲在所述游隙内

产生。

[0015] 在特定实施方式中,通过首先在前向方向上旋转马达以增加游隙并且随后在后向方向上加速马达以产生后向方向上的扭矩脉冲来产生所述扭矩脉冲。

[0016] 在另一个实施方式中,控制单元被布置成:

[0017] -在后向方向上加速马达的步骤之后,记录与输出轴的旋转有关的参数,

[0018] -将所述参数与阈值进行比较,以及

[0019] -基于所述比较,确定是否应产生新的扭矩脉冲以及是否应重复所有步骤。

[0020] 在又一个实施方式中,只要在所述第一模式下在后向方向上驱动马达,则间歇地产生所述扭矩脉冲。

[0021] 在特定实施方式中,动力扳手包括可以选择性地放置在第一或第二联接位置中的齿轮,其中第一联接位置提供输入轴到输出轴的旋转的连续传输并且第二联接位置提供包括有限运动自由度的传输,在所述运动中可以在至少后向方向上接合输出轴之前在不会影响输出轴的情况下旋转输入轴,其中控制单元被布置成控制马达以使得在第一驱动模式下,在前向方向上使用第一联接位置并且在后向方向上使用第二联接位置。

[0022] 齿轮可以是可以在第一联接位置与第二联接位置之间平移的套筒。

[0023] 可以提供电子传感器来记录齿轮位置并且用信号向控制单元提供齿轮被放置的联接位置。

[0024] 在特定实施方式中,动力扳手具备用于监控齿轮的当前位置的显示器。

[0025] 在又一个实施方式中,控制单元被布置成控制以下步骤:

[0026] -响应于齿轮被记录成放置在第二联接位置,通过在后向方向上旋转马达在输入轴与输出轴之间提供所述运动自由度,以及

[0027] -在所述运动自由度下在前向方向上加速输入轴,这样使得输入轴的旋转运动将在其与输出轴之间进行接合时作为脉冲传输到输出轴。

[0028] 动力扳手可以具有其中在两个方向上连续地驱动马达的第二驱动模式和其中在两个方向上间歇地驱动马达的第三驱动模式。

[0029] 根据第二实施方式,本发明涉及一种控制用于紧固和松开接头的动力扳手中的电动马达的方法,所述动力扳手包括:

[0030] -用于将扭矩传送到接头的主轴,

[0031] -布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动主轴的电动马达,

[0032] -用于控制电动马达的驱动的控制单元,以及

[0033] -将电动马达连接到主轴的传动装置,传动装置具有固有的游隙。该方法涉及电动马达在前向方向上传送连续扭矩并且在相反的后向方向上传送扭矩脉冲的第一驱动模式,其中传动装置包括固有的游隙并且其中扭矩脉冲在所述游隙内产生。

[0034] 在该方法的特定实施方式中,后向方向上的扭矩脉冲通过以下步骤产生:

[0035] (a) 在前向方向上旋转马达以增加游隙,以及

[0036] (b) 随后在后向方向上加速马达以产生扭矩脉冲。

[0037] 该方法的另一个实施方式进一步包括以下步骤:

[0038] (c) 记录与由于所产生的扭矩脉冲引起的与主轴的旋转有关的参数,

[0039] (d) 将所述参数与阈值进行比较,以及

- [0040] (e) 基于所述比较,确定是否应重复所有步骤(a)至(e)。
- [0041] 在该方法的特定实施方式中,步骤(c)中记录的参数是所施加的扭矩,其中如果所记录的扭矩超出阈值则重复所有步骤(a)至(e)。
- [0042] 在该方法的另一个实施方式中,如果所记录的扭矩低于阈值则结束操作。
- [0043] 本发明的优点在于在不影响工具在第一旋转方向上操作时的性能的情况下改进了工具在其在第二旋转方向上操作时的性能。
- [0044] 在特定实施方式中,本发明涉及螺帽扳手。
- [0045] 本发明的其他优选实施方式和优点将通过详细描述和从属权利要求而显而易见。

附图说明

- [0046] 在以下详细描述中,参考所附附图,其中:
- [0047] 图1示出根据本发明的特定实施方式的动力扳手的一部分的示意图,其中透明展示的齿轮在第一联接位置;
- [0048] 图2示出图1中所示的部分的示意图,其中齿轮在第二联接位置;
- [0049] 图3示出沿图1中的线III的截面;
- [0050] 图4示出沿图2中的线IV的截面;
- [0051] 图5示出扭矩传输阶段中的图4中的截面图;
- [0052] 图6是在根据本发明的方法中根据时间的扭矩的表示;以及
- [0053] 图7是根据本发明的方法的方框图。

具体实施方式

- [0054] 以下,将参考附图中示意性地示出的实施方式来描述本发明。
- [0055] 然而,本发明并不限于图中所示的实施方式。事实上,图1至图5中所示的实施方式仅是本发明的一部分的特定实施方式。
- [0056] 本发明的主要概念在图中并未示出。主要概念由用于紧固和松开接头的电动动力扳手构成。动力扳手包括用于将扭矩传送到接头的主轴、布置成在两个相反的旋转方向上选择性地驱动主轴的电动马达以及用于控制电动马达的驱动的控制单元。
- [0057] 传动装置布置成将电动马达连接到主轴。传动装置包括固有的游隙并且其中扭矩脉冲在所述游隙内产生。动力工具中的大部分传动装置包括固有的游隙,该游隙通常相当于主轴的全旋转的仅一部分。本发明的主旨在于利用此游隙来产生扭矩脉冲,所述扭矩脉冲将使得有可能例如在不会产生握住工具的操作者将难以承受的大量反作用力的情况下松开接头。
- [0058] 这是由于马达在后向方向上传送扭矩脉冲来实现,这些扭矩脉冲在所述游隙中产生。在特定实施方式中,所述扭矩脉冲通过首先在前向方向上旋转马达以增加游隙并且随后在后向方向上加速马达以产生后向方向上的扭矩脉冲来产生。只要没有完全松开接头,则可以产生这些脉冲。
- [0059] 在图1和图2中,根据本发明的特定实施方式的动力扳手中的齿轮单元10被示意性地在两个不同的联接位置中示出。
- [0060] 齿轮单元10包括输入轴11、输出轴12以及齿轮13。输入轴11和输出轴12由间隙19

分开,该间隙容纳在齿轮13内。在图1和图2中,除了两个肋条14和15(其是齿轮13的主要部件)之外,齿轮13被示出为透明的。

[0061] 电动马达(未示出)被布置成提供用于驱动输入轴11的旋转的驱动力。马达被布置成在两个相反的方向 R_{in-1} 和 R_{in-2} 上驱动输入轴11。齿轮13被布置成将输入轴11的旋转传输到输出轴12,这样使得输出轴12将在对应的方向 R_{in-1} 和 R_{in-2} 上旋转。

[0062] 输出轴12连接到主轴(未示出),主轴包括用于握住工具头的槽。在一个实施方式中,输出轴12构成主轴。另外,在另一个实施方式中,输入轴11可以实际上是马达输出轴。然而可能地,齿轮传动装置可以进一步包括齿轮连接。例如,马达输出轴的旋转速度通常向下换挡到主轴,这样使得主轴以比马达输出轴低的旋转速度旋转。

[0063] 在图1中,齿轮13放置在第一联接位置 G_1 ,第一联接位置 G_1 提供输入轴11(R_{in-1})到输出轴12(R_{in-2})的旋转的连续传输。在图2中,齿轮13放置在第二联接位置 G_2 ,第二联接位置 G_2 提供包括在输入轴11相对于输出轴12的至少一个旋转方向上的运动自由度的传输。

[0064] 在特定的所示实施方式中,齿轮13是可以在第一联接位置 G_1 与第二联接位置 G_2 之间平移的套筒。

[0065] 齿轮13涉及包括纵向凹槽和楔形物的花键类型的内联接,所述纵向凹槽和楔形物适配成与输入轴11和输出轴12二者上的对应凹槽和楔形物接合。

[0066] 在图1至图5中所示的实施方式中,输入轴11包括在输入轴11的圆周方向上延伸约 90° 的至少一个纵向舌部16。输出轴12包括至少一个对应的纵向舌部20。在图1和图3中所示的第一联接位置 G_1 ,舌部16和20都牢固地装配在第一对肋条14与第二对肋条15之间形成的截面腔17中。肋条14和15是齿轮的集成的部件,并且布置成与输入轴11的舌部16和输出轴12的舌部20相互作用。

[0067] 在第一联接位置 G_1 ,游隙(例如,输入轴11与齿轮13之间的运动自由度)应尽可能小,这样使得舌部16与肋条14和15之间的连接变得尽可能牢固和刚性。为了使得传输完全连续,在此联接位置,不应有运动自由度,或运动自由度应为最小。

[0068] 所述成对的肋条14和15与输入轴11的舌部16之间的接合可以与肋条14和15与输出轴12的舌部20之间的连接相同。然而,与齿轮13到输出轴12的连接(其是连续的)相反,齿轮13到输入轴11的连接可变。在将齿轮13平移到第二联接位置 G_2 时,输入轴11与齿轮13之间的联接被改变。在图2和图4至图5中所示的第二联接位置 G_2 ,齿轮13已经被平移从而使得在输入轴11与齿轮13之间未实现连续联接。

[0069] 如图1和图2中所示,第二对肋条15未遍布齿轮13的整个长度。因此,由于齿轮13的平移运动,所以当齿轮13在第二联接位置 G_2 时,两个相对的纵向舌部16不再与第二对肋条15接合。相反,舌部16可以在第一对肋条14的每侧之间形成的两个相对截面腔18内自由旋转约 90° 。因此,在此第二联接位置 G_2 ,输入轴11可以相对于齿轮13和输出轴12在有限程度之内自由旋转。

[0070] 根据本发明,第一联接位置 G_1 被布置成用于两个相对方向中的第一个方向上,并且第二联接位置 G_2 被布置成仅用于两个相对方向中的第二个方向上。

[0071] 这提供了以下可能性:在输入轴11与输出轴12碰撞之前以输入轴11的旋转速度的形式积累惯性,以便提供无需由操作者进行抵消的瞬间提升的扭矩。

[0072] 这在图中借助于箭头示意性地示出。在图1和图3中,输入轴的主要输入旋转运动

R_{in-1} 通过齿轮13作为主要输出旋转运动 R_{out-1} 直接传输到输出轴12。

[0073] 在图2和图4至图5中,输入轴的次要输入旋转运动 R_{in-2} 通过齿轮13作为脉冲 P_{out} 和随后的次要输出旋转运动 R_{out-2} 传输到输出轴12。当输入轴11旋转时在不会影响齿轮13和输出轴12的情况下积累了脉冲 P_{out} 的旋转运动,由此舌部16与第一对肋条14之间的碰撞通过齿轮13将具有瞬间提升的扭矩的脉冲从输入轴11传送到输出轴12。

[0074] 在本发明的一个实施方式中,只要致动动力扳手的触发器,或者直到继续反转操作所需要的扭矩低于预定阈值(诸如例如8Nm)时,重复脉冲运动。

[0075] 在典型实例中,使用螺帽扳手来紧固例如螺栓与螺母之间的接头。紧固是在第一方向上执行。当需要松开接头时,需要瞬间的高扭矩来将螺母从螺栓释放。这可以借助于本发明的布置来实现。

[0076] 如以上提及并且如图4至5中的齿轮13的横截面图中所示,第二联接位置包括截面腔18形式的旋转运动自由度,其中输入轴11的舌部16可以在不影响齿轮13和输出轴12的情况下在相反方向上旋转。

[0077] 通过本发明的齿轮13,第二联接位置(图2和图4至图5)将在使得传动装置碰撞输出轴12之前提供被积累达到输入轴11的旋转一周的一半或更多的瞬间高扭矩。当然,旋转游隙可以适于应用所需的扭矩。

[0078] 为了保证舌部16可以在其中旋转的截面腔18内的旋转游隙的可用性,当齿轮13在第二联接位置 G_2 时可以将其预加应力。预加应力将用来将输入轴11与输出轴12之间的旋转游隙增加到例如如图4中所示的位置。实际上,输入轴11本身可以例如借助于螺旋弹簧来预加应力。事实上,输入轴11被预加应力是有利的,因为其即使在将使用动力扳手时和输出轴通过主轴与接头之间的相互作用固定时保证旋转游隙。

[0079] 替代机械齿轮,第一联接位置 G_1 与第二联接位置 G_2 之间的重新定位可以电动方式实现,优选地与反转马达的旋转方向同时实现。

[0080] 在替代实施方式中,联接通过位于工具外的套筒的手动操作来实现。在此实施方式中,可以提供电子传感器来记录齿轮13的位置并且提供齿轮被放置的联接位置的信号。

[0081] 另外,动力扳手可以提供有用于监控齿轮13的当前位置的显示器。

[0082] 在本发明的另一个实施方式中,动力扳手包括用于将输入轴11从输出轴12完全断开的离合器。在本发明的一个实施方式中,这通过除了第一联接位置 G_1 和第二联接位置 G_2 之外齿轮13可以放置在第三位置(即,离合器位置)而实现。离合器位置被布置成需要无限的运动自由度,这样使得当将齿轮13放置在离合器位置时可以在完全不会影响输出轴12的情况下旋转输入轴11。

[0083] 图6涉及控制根据本发明的动力扳手中的电动马达的方法。在第一步骤(1)中,以连续的方式拧紧例如螺钉与螺栓之间的接头。在大部分实例中,当接头通过例如螺母扳手来完成时,设置目标扭矩 $T_{目标}$ 。应满足目标扭矩 $T_{目标}$ 以证明接头的质量。在所示实施方式中,在第一步骤(1)中未满足目标扭矩 $T_{目标}$ 。通常这例如在工具的显示器上以一种方式或另一种方式向操作者进行指示。

[0084] 响应于所述指示,操作者将试图重制接头。在连续操作的动力扳手中,不可能通过施加对应于缺失扭矩的正扭矩来完成接头。这是因为完成接头所需的扭矩如此之高以致于操作者将不能提供所需的抵消作用。因此,接头在其可以被再次拧紧之前松开。

[0085] 然而,将接头进一步拧紧将与松开接头一样困难。然而,根据本发明,接头的松开将用作脉冲工具,其中在工具内积累惯性,该惯性以一个或几个脉冲的形式传输到输出轴。因此,在某种程度上,本发明的工具将用作第一(顺时针)方向上的连续动力扳手并且用作第二(逆时针)方向上的脉冲工具。

[0086] 在第一步骤中,电动马达将在前向方向上旋转从而确保马达与主轴之间的传动装置中可获得游隙。在特定实施方式中,在输入轴11与输出轴12之间可获得游隙。这可以响应于扳手上的定向销被相反地设置并且按下动力扳手上的触发器来实现。

[0087] 图6中的曲线的第二步(2)对应于输入轴11与输出轴12之间的运动自由度的提供以及在该运动自由度内的马达旋转。因此,在对应于步骤(2)的水平线的第一部分中,马达可以在前向方向上旋转,并且在步骤(2)的第二部分中,其将在后向方向上加速直到消除游隙,在这之后产生扭矩脉冲并且开始步骤(3)。在步骤(3)中,主轴在后向方向上旋转以松开接头(通常逆时针),这样使得接头中的扭矩 T 减少。

[0088] 步骤(3)之后是水平步骤(4),该步骤再次对应于马达与主轴之间的运动自由度的提供以及所述运动自由度内的马达旋转。步骤(5)至(7)对应于随后的脉冲,其中将马达相对于主轴重新放置的中间步骤未由数字指示。

[0089] 在随后的步骤(8)中,再次拧紧接头,并且此时以完全受控的方式满足目标扭矩 $T_{\text{目标}}$ 。

[0090] 在图6中,扭矩被示出为相对于时间线性地变化。然而,这是真实操作的简化并且并不始终是这种情况。图6旨在示意性地示出根据本发明的示例性方法。

[0091] 另外,该方法可以包括以下步骤:记录与由于从输入轴11到输出轴12的脉冲引起的输出轴12的旋转有关的参数,将所述参数与阈值进行比较,以及基于所述比较确定是否应重复上述步骤。

[0092] 在图6中所示的实例中,所记录的参数是施加的扭矩,其中如果记录的扭矩超出所述阈值 T_{thr} 则重复上述步骤。如果记录的扭矩 T 低于阈值 T_{thr} 则可以结束操作。在图6中所示的实例中,在对应于第四连续脉冲的步骤(7)中,记录的扭矩 T 低于阈值 T_{thr} 。

[0093] 替代记录扭矩,可以记录输出轴12或主轴的角位置 α 。在此状况下,可以将所记录的角位置 α 与目标角位置 α_{thr} 进行比较,当满足特定目标角位置 α_{thr} 时可以结束此反转。另外,有可能记录作用在接头中的夹紧力 F ,例如通过超声波或者通过基于施加的扭矩的估计。在此状况下,以对应的方式将实际夹紧力 F 与阈值 F_{thr} 进行比较。

[0094] 然而,记录参数的步骤是可选的。在本发明的另一个实施方式中,重复使得马达前向和反向的连续步骤直到操作者释放触发器。就此而言,当松开接头时使用的动力扳手的反向模式的功能对应于脉冲工具的功能。

[0095] 以上,参考特定实施方式描述了本发明。然而,本发明并不限于这些实施方式中的任一个。相反,本发明的范围由所附权利要求限定。换言之,联接的所示示例性实施方式仅是在本发明范围内可以由本领域技术人员容易地实现的若干构造解决方案中的之一。

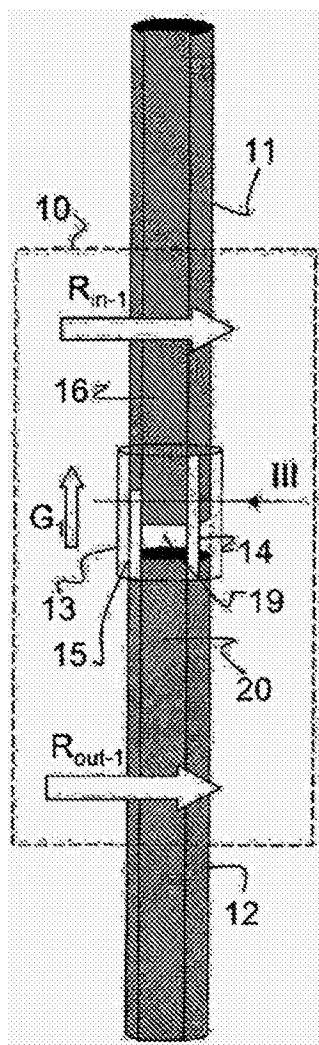
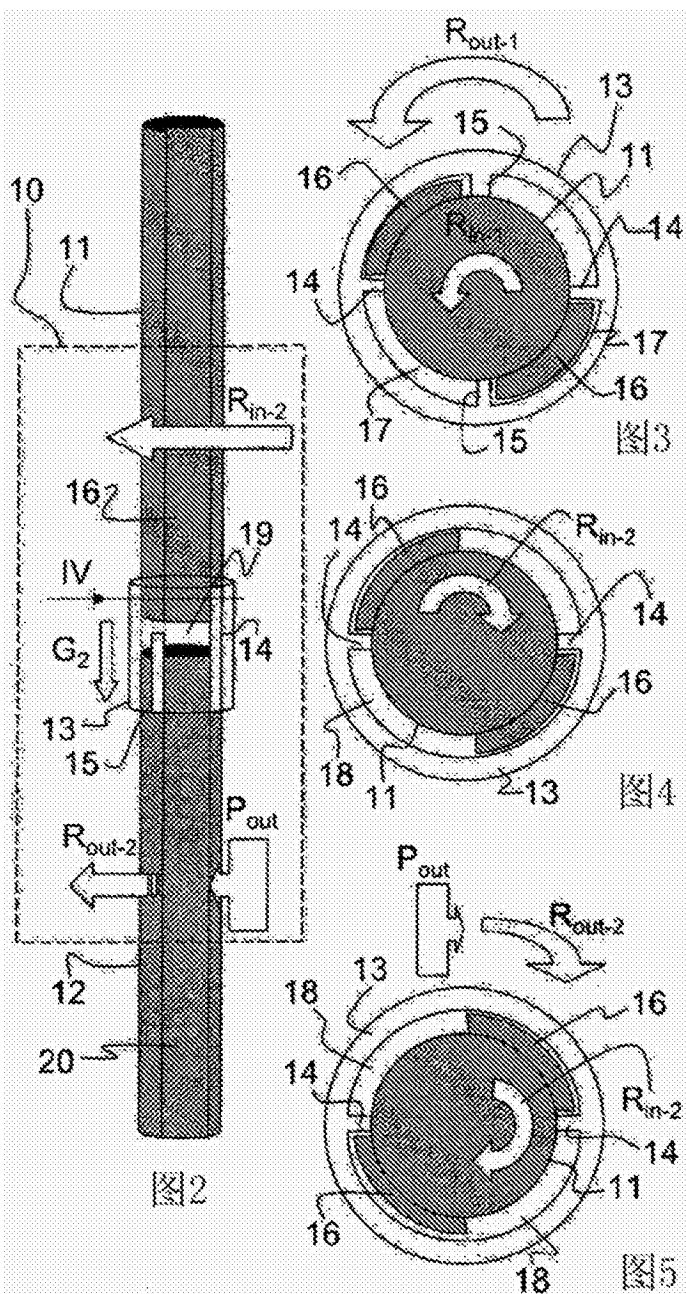


图1



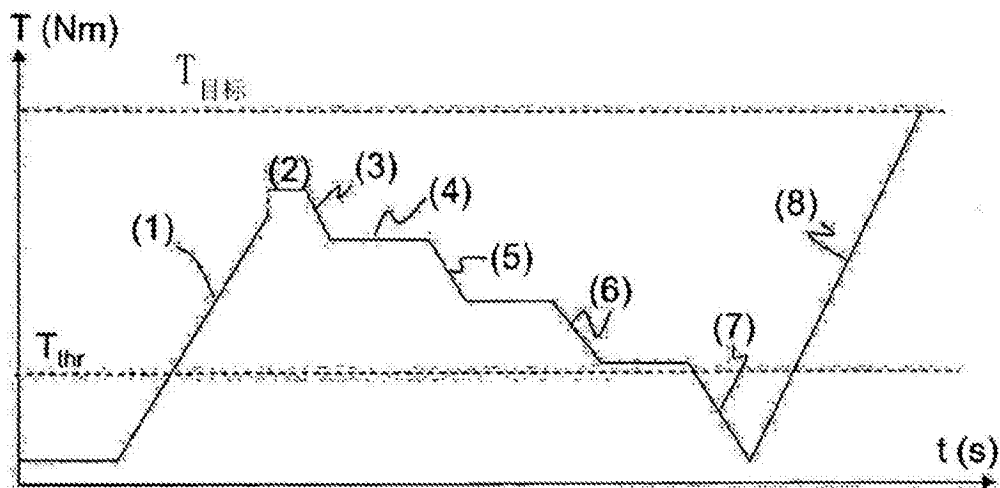


图6

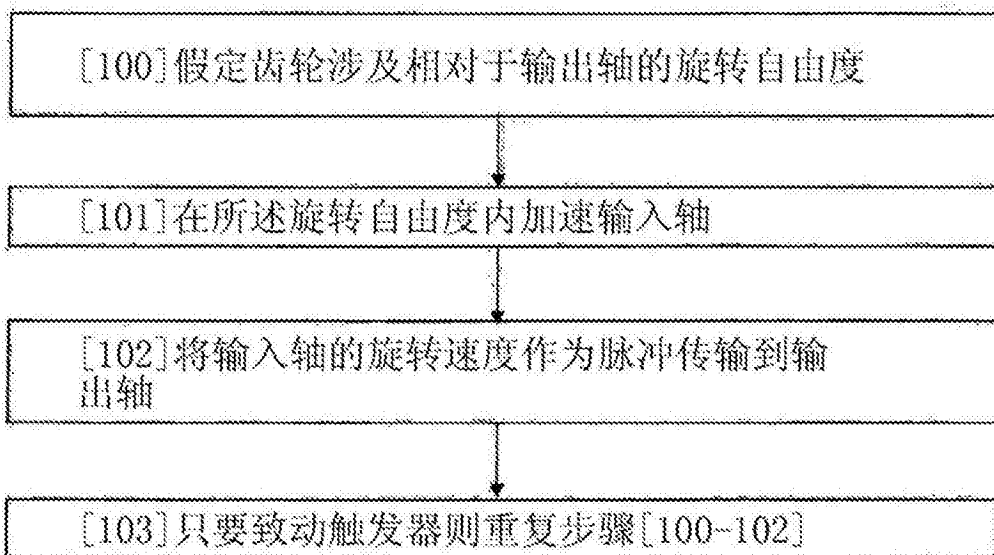


图7