



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111727098 B

(45) 授权公告日 2023.09.29

(21) 申请号 201880089709.X

(72) 发明人 R·施梅泽

(22) 申请日 2018.09.06

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理人 胡晓萍

申请公布号 CN 111727098 A

(51) Int.CI.

B23F 19/10 (2006.01)

B23F 21/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.09.29

(56) 对比文件

US 6939093 B2, 2005.09.06

(30) 优先权数据

WO 2017174187 A1, 2017.10.12

102018001477.1 2018.02.26 DE

US 2597129 A, 1952.05.20

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

DE 102011118312 A1, 2013.05.16

2020.08.18

JP S5531571 A, 1980.03.05

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 107000090 A, 2017.08.01

PCT/EP2018/074054 2018.09.06

审查员 王赛香

(87) PCT国际申请的公布数据

权利要求书3页 说明书9页 附图11页

W02019/161942 DE 2019.08.29

(73) 专利权人 格里森-普法特机械制造有限公司

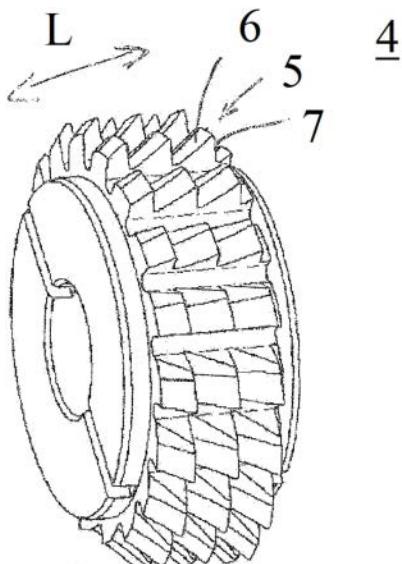
地址 德国路德维希堡

(54) 发明名称

倒角刀具、倒角系统、齿轮切削机及啮合齿的倒角方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于对工件啮合齿(22)进行倒角的倒角刀具(4)，其包括螺旋啮合齿，所述螺旋啮合齿针对每个螺纹具有多个齿(5)，所述齿(5)具有几何形状限定的切削刃并且具有齿廓(8、9；8'、9')，所述齿廓设计成在与工件啮合齿进行滚动加工接合中用于单侧面加工，并且从刀具的轴向截面观察是不对称的。本发明还涉及一种倒角系统(100)、一种齿轮切削机以及一种用于在工件啮合齿的齿面侧的齿边缘上产生倒角的方法。



1. 一种用于对工件啮合齿(22)进行倒角的倒角刀具(4)，其包括螺旋啮合齿，所述螺旋啮合齿针对每个螺纹具有多个齿(5)，所述齿(5)具有几何形状限定的切削刃并且具有齿廓(8、9；8'、9')，所述齿廓设计成在与工件啮合齿(22)进行滚动加工接合中用于单侧面加工，并且从刀具的轴向截面观察是不对称的，

其中，所述齿廓的非加工齿面侧的轴向长度($a_{p/1}$)与主要地凹入的加工侧的轴向长度($a_{p/2}$)的比例小于0.8，并且

其中，所述倒角刀具的轴向长度(L)延伸超过具有至少两个刀具齿的加工操作的接触长度，使得在重新定位刀具和工件的相对位置时，该相对位置与刀具沿其轴线的位移相匹配，其他刀具齿能够与工件至少部分地进行加工接合。

2. 根据权利要求1所述的倒角刀具，其中，所述齿廓的非加工齿面侧的轴向长度($a_{p/1}$)与所述主要地凹入的加工侧的轴向长度($a_{p/2}$)的比例大于0.05。

3. 根据权利要求1所述的倒角刀具，其中，所述齿廓的非加工齿面侧的轴向长度($a_{p/1}$)与所述主要地凹入的加工侧的轴向长度($a_{p/2}$)的比例大于0.1。

4. 根据权利要求1所述的倒角刀具，其中，所述齿廓的非加工齿面侧的轴向长度($a_{p/1}$)与所述主要地凹入的加工侧的轴向长度($a_{p/2}$)的比例大于0.2。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的倒角刀具，其中，所述齿廓在所述加工齿面侧上朝着齿尖过渡成凸形。

6. 根据权利要求5所述的倒角刀具，其中，齿根和过渡区之间的加工齿面侧上的齿廓的压力角减小到凸形区域，其中相对变化因子大于0.1和/或小于10。

7. 根据权利要求6所述的倒角刀具，其中，所述相对变化因子大于1。

8. 根据权利要求6所述的倒角刀具，其中，所述相对变化因子大于2。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的倒角刀具，其中，所述倒角刀具的轴向长度(L)延伸超过所述接触长度的至少50%。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的倒角刀具，其中，所述倒角刀具的轴向长度(L)延伸超过所述接触长度的至少100%。

11. 一种倒角系统(100)，其由两个或更多个根据权利要求1至10中任一项所述的倒角刀具构成，其中，第一倒角刀具(4a)设计成用于在刀具啮合齿的左齿面上的齿边缘进行单齿面倒角，而第二倒角刀具(4b)设计成用于在工件啮合齿的右齿面上的齿边缘进行单齿面倒角。

12. 根据权利要求11所述的倒角系统，其中，所述第一倒角刀具(4a)与所述第二倒角刀具(4b)不同地形成。

13. 根据权利要求11所述的倒角系统，其中，承载一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)并且设计成旋转驱动所述一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)的刀架(80；80')能够相对于工件旋转轴线(C)在至少一个线性独立的空间轴线(X、Y、Z)上移动，并能够相对于工件轴线枢转刀具轴线的倾斜角度(η)，其中产生这种枢转性(A)的枢转装置直接通过滑动件承载，并且该滑动件由产生剩余空间轴向运动的滑动装置(70、72)承载。

14. 根据权利要求11所述的倒角系统，其中，承载一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)并且设计成旋转驱动所述一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)的刀架(80；80')能够相对于工件旋转轴线(C)在至少两线性独立的空间轴线(X、Y、Z)上移动，并能够相对于工件轴线枢

转刀具轴线的倾斜角度(η)，其中产生这种枢转性(A)的枢转装置直接通过滑动件承载，并且该滑动件由产生剩余空间轴向运动的滑动装置(70、72)承载。

15. 根据权利要求11所述的倒角系统，其中，承载一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)并且设计成旋转驱动所述一个或多个倒角刀具(4a、4b、4c、4d)的刀架(80；80')能够相对于工件旋转轴线(C)在至少三个线性独立的空间轴线(X、Y、Z)上移动，并能够相对于工件轴线枢转刀具轴线的倾斜角度(η)，其中产生这种枢转性(A)的枢转装置直接通过滑动件承载，并且该滑动件由产生剩余空间轴向运动的滑动装置(70、72)承载。

16. 根据权利要求13至15中任一项所述的倒角系统，其中，所述滑动件是设定轴线之间的轴向间距的径向滑动件(74)。

17. 根据权利要求13至15中任一项所述的倒角系统，其中，所述枢转装置允许枢转+/-120°或更大。

18. 根据权利要求13至15中任一项所述的倒角系统，其中，所述枢转装置允许枢转+/-160°。

19. 根据权利要求11至15中任一项所述的倒角系统，其中，提供一个或多个飞刀(14)作为另外的倒角刀具，并且其中所述倒角系统被控制成，在第一操作模式下使用根据权利要求1至10中任一项所述的倒角刀具进行倒角，并且在第二操作模式下使用至少一个飞刀倒角刀具。

20. 根据权利要求19所述的倒角系统，其中，所述飞刀布置在同一刀架(80')中。

21. 根据权利要求11至15中任一项所述的倒角系统，其包括安装单元，所述安装单元由至少两个所述倒角刀具形成，并且具有用于所述刀具的公用旋转轴线，通过所述安装单元，在倒角刀具的预定的基准齿之间限定相对于所述公用旋转轴线的相对轴向位置和/或相对旋转位置。

22. 一种齿轮切削机，其包括通过加工生产工件啮合齿的主加工工位，并且包括配备有根据权利要求1至10中任一项所述的倒角刀具的倒角系统(100)和/或根据权利要求11至21中任一项所述的倒角系统。

23. 一种在工件啮合齿的齿面侧的齿边缘上产生倒角的方法，该方法使用根据权利要求1至10中任一项所述的倒角刀具通过执行单侧面加工工艺产生倒角。

24. 根据权利要求23所述的方法，其中工件啮合齿的端面的两个齿面侧上的齿边缘通过使用根据权利要求11至21中任一项所述的倒角系统(100)通过执行两次单侧面加工工艺进行倒角。

25. 根据权利要求23或24所述的方法，其中，相对于所述倒角刀具的轴向长度(L)观察到通过第一刀具区域对工件啮合齿进行倒角，并且通过具有至少部分不同的刀具齿的第二刀具区域对相同类型的另一工件啮合齿进行倒角。

26. 根据权利要求23或24所述的方法，其中，所述工件啮合齿是螺旋齿，并且用于对螺旋啮合齿的尖锐边缘和钝侧边缘进行倒角的倒角刀具在刀具旋转轴线相对于工件旋转轴线的不同枢转位置中进行，其中，在轴向间距的方向上观察，相对于旋转轴线(B、C)的正交位置，尖锐侧以小于10°的枢转角(η)加工，和/或钝侧以大于5°并且小于35°的枢转角(η)加工。

27. 根据权利要求26所述的方法，其中，尖锐侧以小于5°的枢转角(η)加工。

28. 根据权利要求26所述的方法,其中,钝侧以大于10°的枢转角(η)加工。
29. 根据权利要求26所述的方法,其中,钝侧以小于30°的枢转角(η)加工。
30. 根据权利要求26所述的方法,其中,当对所述钝侧进行倒角时,从切向方向上观察,工件的加工比对所述尖锐侧进行倒角时更加偏离中心。
31. 根据权利要求30所述的方法,其中,从切向方向上观察,工件的加工比对所述尖锐侧进行倒角时更加偏离中心至少5 mm。
32. 根据权利要求30所述的方法,其中,从切向方向上观察,工件的加工比对所述尖锐侧进行倒角时更加偏离中心至少10 mm。

倒角刀具、倒角系统、齿轮切削机及啮合齿的倒角方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于工件啮合齿的倒角刀具以及由该刀具执行啮合齿倒角的方法。

[0002] 众所周知,在加工啮合齿时在端部齿的边缘产生毛刺,由于各种原因必须去除这些毛刺。此外,对于许多应用,仅去除毛刺是不够的。这是因为,如果不对齿边缘进行加工,则存在这样的风险,即在随后的啮合齿硬化期间,由于过度渗碳,齿边缘将变得玻璃硬化,然后在负载下破裂。由于这些原因,应该对齿边缘进行倒角,为此已经开发了许多技术。

[0003] 如今经常使用的技术是将齿边缘塑性再成型为倒角,在这种技术中,工件的材料在齿边缘的区域中通过倒角轮滚动而成与置换具有齿的结合部,EP 1 279 127 A1中的示例如所公开然后适当地去除被置换的材料,如DE 10 2009 018 405 A1中所述。

[0004] 还有一些切削方法,其中通过切削在齿边缘上产生倒角。为此,可以使用切削刃形状与齿廓无关的飞刀(图10),在倒角过程中适当地引导飞刀的位置(包括轴向间距和枢转角度)以便允许切削接合以滚动方式沿循工件啮合齿的轮廓形状。一种在外观上与飞刀相似的倒角刀具是EP 1 495 824 B1中公开的“倒角刀”,它也是盘形的,但其齿的切削刃形状取决于啮合齿。在这种轮廓切削器中,切削器齿的轮廓形状与工件啮合齿的齿隙轮廓匹配。在倒角过程中,切削器齿切出整个齿隙的倒角轮廓。这在轮廓切削器和啮合齿之间产生滚动运动,从而使紧随切削器齿之后的切削器齿切削紧随最初切削的齿隙的齿隙等等。DE 10 2013 015 240 A1中也讨论了这种倒角刀具。

[0005] 此外,还提出了倒角刀具的变体,其使用几何形状不确定的切削刃去除材料,如DE 10 2016 004 112 A1中所公开的,即通过磨削来倒角。该变体的优点在于,对倒角刀具进行重新仿形可获得更高的灵活性,因此,例如如果更改了所需倒角的参数,则不必设计整个新的倒角刀具。此外,通过磨削的倒角导致倒角表面的高表面质量。

[0006] 所有这些倒角刀具都有其特定的优点和缺点。本发明的目的是提供一种倒角刀具,其产生在不过度的加工时间与令人满意的加工精度和灵活性之间的令人满意的折衷。

[0007] 就刀具技术而言,该目的通过一种用于对工件啮合齿进行倒角的倒角刀具来实现,该倒角刀具包括螺旋啮合齿,该螺旋啮合齿针对每个螺纹均具有多个具有几何形状限定的切削刃的齿,并且其齿廓设计成与工件啮合齿进行滚动加工接合的单侧面加工,并且从刀具的轴向截面看是不对称的。

[0008] 因此,根据本发明的倒角刀具在倒角过程中待倒角的啮合齿处于滚动加工接合;但是,仅对型材的一个切削面进行倒角,而未加工倒角齿隙的相对侧面。为此,齿廓是不对称的。此外,为每个螺纹提供多个齿,优选地至少2个齿,更优选地至少4个齿,特别优选地至少6个齿,使得一个齿不在工件啮合齿的齿尖和齿根之间产生整个倒角;确切地说,在工件啮合齿的一个侧面上的倒角是由多个连续的不同齿的啮合产生的,因此由倒角螺旋的多个包络部分组成。切削加工所需的加工时间比例如在磨削倒角中的加工时间更好。在每个螺纹上具有多个齿的刀具设计将刀具磨损分布在多个齿上,这导致了更有利的负载条件。另外,由于滚动加工接合,可以以恒定的轴向间距进行加工,这使得加工过程更容易。单侧面

加工还允许倒角啮合齿的左右齿面的倒角设计的更大的灵活性。这意味着可以将不同设计的倒角刀具用于其他侧面。因此,根据本发明的不对称倒角蜗杆的设计也从根本上不同于用于滚切的具有齿条状刀具轮廓的滚刀。

[0009] 在倒角刀具的不对称齿廓中,与非切削侧相比,切削侧具有更平坦的齿面。在倒角刀具的优选设计中,齿廓的非加工齿面侧的轴向长度与加工侧的轴向长度的比例小于1,优选小于0.9,特别是小于0.8,和/或大于0.05,优选大于0.1,特别是大于0.2。这允许了切削侧的有利的轮廓设计,同时保持稳定的齿廓状。

[0010] 特别是对刀具的钝侧倒角的倒角刀具,该比例也可以小于0.7,甚至小于0.6,特别是小于0.5。

[0011] 特别地,为了对渐开线啮合齿进行倒角以及对其根部倒圆,加工齿面侧上的齿廓优选地由凹入部分和凸出部分组成。从根部向拐点的方向上看,凹入部分由连续减小的曲线组成。这种设计允许在与齿轮端面平行的平面中从倒角侧面过渡到齿轮侧面。

[0012] 此外,优选地规定,在齿根倒圆之后的齿根和过渡区之间的加工齿面侧上的齿廓的压力角的变化减小到凸形区域(拐点),其中相对变化因子大于0.1,优选大于1,特别是大于2和/或小于10。因此,例如,在拐点处的压力角可以比在齿根倒圆之后小3倍。

[0013] 在特别优选的实施例中,倒角刀具的轴向长度延伸超过机加工操作的包括至少两个刀具齿的接触长度。接触长度是指投影到刀具轴线上的长度,在加工操作中刀具在该刀具轴线上加载(没有切向偏移)。此处至少涉及两个齿;取决于加工位置的中心性和齿数,可能有三个或更多的齿。由于倒角刀具的轴向长度更大,如果重新定位刀具和工件的相对位置,则其他刀具齿可至少部分地与工件进行加工接合。这种重新定位可以是刀具沿其轴线的直接位移,或者可以例如通过叠加线性轴向运动而具有与这种位移相似的效果。优选地,为此目的,刀具的所有能够切削的齿具有相同的轮廓和相同的齿高。优选地,刀具齿在切削动作方面相同地设计;特别是省去了预切削齿、特殊设计的初始齿或无效齿。这产生了有效的倒角刀具。

[0014] 在这种情况下,倒角刀具的轴向长度超出接触长度延伸接触长度的至少50%,特别是接触长度至少100%。这种设计的优点是可以实现更长的刀具使用寿命,因为,例如,当在一个刀具区域达到一定程度的磨损时,无需用替换刀具来更换刀具,而是可以用倒角刀具的另一刀具区域进行倒角。

[0015] 为了将齿廓设计成所需的倒角(具有倒角宽度(在倒角、齿边加工期间,端面处的工件的齿厚逐渐缩小20%,或者缩小15%,或者视情况而定,甚至缩小10%,这与啮合齿的所谓的磨尖或斜切不同,其中端面上的工件齿损失了其齿厚的50%以上,即加工了整个齿)和倒角角度),可以想到多种变体。有利地首先设置倒角刀具的参数,例如螺旋啮合齿(倒角蜗杆或滚刀)的外径和螺纹数。此处可以使用滚切作为参考,即,合适的外径和螺纹的数量可以在本领域技术人员通常会选择用于生产待倒角的齿的滚刀的范围内。在设计刀具时,还有利地考虑进行加工的轴线布局(Achskonstellation),即沿工件轴线观察时待进行加工的刀具轴线的枢转角,包括接触高度处的刀具旋转轴线与刀具啮合齿的端面位置(滚切偏角)之间的间距。如果以这种方式设置大多数出现的参数,则通过观察倒角结果,可以从开始轮廓加工进行实验性地优化刀具轮廓的加工侧的轮廓形状。替代地,轮廓形状也可以由计算机通过模拟,通过考虑待加工的工件啮合齿的“半轮廓”(在间隙处仅一个侧面)来模

拟，并且在刀具的与工件啮合齿的端部表面以所需倒角宽度间隔开的端面（因为该点应与工件啮合齿的轮廓一致）中考虑刀具的包络螺钉来模拟。对于非切削侧，仅需确保其穿透曲线确实与其他工件侧面（另一半轮廓）产生碰撞。如果发现产生/将产生大于所需的倒角，则将枢转角选择为略小，反之亦然。关于螺纹的螺旋升角，优选地设置小于30°的值。

[0016] 如上面已经讨论的，可以针对工件啮合齿的左右齿面中的每一个不同地形成倒角刀具。因此，本发明还包括由两个或更多个根据上述方面之一的倒角刀具组成的倒角系统，在该系统中，第一倒角刀具设计成用于在该刀具啮合齿的左齿面上的齿面进行单齿面倒角，第二倒角刀具、特别是不同地形成的倒角刀具设计成用于在工件啮合齿的右齿面上的齿边缘进行单齿面倒角。优选地，至少两个倒角刀具布置在刀架的公用刀具主轴上，并由相同的主轴驱动器驱动。但是原则上也可以设想，每个刀具都具有其本身的刀具主轴，该刀具主轴带有其本身的驱动器。在这种情况下，倒角系统特别地具有四个倒角刀具，在工件啮合齿的两个端面上的左、右齿面各设一个倒角刀具。就生产而言，倒角刀具优选由固体材料通过材料去除而制成，即以一件式制成。更优选的是，设置多个具有相同托架的刀具；在这种情况下，由多个滚刀形成的组合刀具优选地完全由固体材料制成。

[0017] 在一个特别优选的实施例中，承载一个或多个倒角刀具并且设计成旋转驱动倒角刀具的刀架可以相对于工件旋转轴线在至少一个、优选至少两个、特别是三个线性独立的空间轴线上移动，并可以相对于工件轴线枢转刀具轴线的倾斜角度，产生该枢转性的枢转装置直接通过滑动件承载，特别是设定轴线之间的轴向间距的径向滑动件承载，并且该滑动件由产生剩余空间轴向运动的滑动装置承载。

[0018] 因此，该设计不同于通常用于螺旋形刀具的刀架定位布置，在该布置中，线性运动轴线由枢转装置沿着刀具的旋转轴线承载。当改变枢转角度时，这种设计减轻了枢转的重量，这优选地在加工工件啮合齿的左齿侧与加工工件啮合齿的右齿之间进行。如果径向滑动件承载枢转装置，则相对而言，最常用的滑动件也可以承受最小的重量。不论倒角刀具的设计类型，枢转装置直接由径向滑动件承载的设计也被认为是有利的，并且这种设计被相应独立地公开并且能够被独立地保护。

[0019] 因此，本发明还涉及倒角系统，其中承载一个或多个倒角刀具并且设计成旋转驱动倒角刀具的刀架可以相对于工件旋转轴线在至少一个、优选至少两个、特别是三个线性独立的空间轴线上移动，并可以相对于工件轴线枢转刀具轴线的倾斜角度，产生该枢转性的枢转装置直接通过确定轴线之间的轴向间距的径向滑动件承载，并且该径向滑动件由产生剩余空间轴向运动的滑动装置承载。

[0020] 在特别优选的实施例中，枢转装置允许枢转+/-120°或更大，特别是+/-160°或更大。以此方式，例如，在共同的刀具主轴上的根据本发明的两个倒角刀具的情况下，在工件啮合齿的另一端面上的齿边缘在枢转所述主轴之后也可以进行倒角。在这种情况下，加工顺序可以在很大程度上自由调节；优选的变体是，首先在端面上对左右齿面进行倒角（例如，生产工件啮合齿的非移动端面，特别是已经同时在相对于倒角位置偏置的主加工位置上进行了倒角加工的情况下），然后在另一个端面上进行倒角。然而，特别是在单独的倒角工位的情况下，倒角刀具可以首先在两个端面上对分配给倒角刀具的侧面进行倒角，然后可以使用另一倒角刀具。

[0021] 在倒角系统的另一实施例中，提供另外的一个或多个飞刀作为附加的一个或多个

倒角刀具。飞刀是盘形的刀具,其具有至少一个、优选多个在周向上具有相同的间距的切削刃,其与啮合齿一起滚动运动以切削倒角侧面,并沿着啮合齿的轮廓形状被引导在空间路径曲线上,从而相对于啮合齿占据变化的位置,在该位置中,三个线性轴线X、Y和Z以及枢转轴线A和工件轴线C均被连续调节。使用一个或多个飞刀,所述飞刀特别地还布置在同一刀架中,即被夹持在共同的刀具主轴上,倒角系统被控制成在第一操作模式下使用根据本发明并在开头说明的倒角刀具进行倒角,并且在第二操作模式下使用至少一个飞刀。这增加了在倒角加工期间得到的灵活性,因为可以根据需要分别利用飞刀的优点和根据本发明的倒角刀具的优点。例如,如果使用非常大批量的工件,这些工件将使用根据本发明的倒角刀具进行倒角,但是其加工被另一批未设计倒角刀具的工件中断,则该另一批工件仍然可以使用飞刀对工件进行倒角而无需费时地更换刀具。在这种情况下,刀具主轴的长度也足以夹持总共至少三个或甚至至少四个倒角刀具,并且为此具有的有效夹持长度优选为至少100mm,特别是至少300mm。取决于工件主轴的有效夹持长度,刀具主轴也可以安装在两侧。

[0022] 具有至少两个倒角刀具的倒角系统的特别优选的实施例优选地包括由至少两个倒角刀具形成并且具有用于刀具的共同旋转轴线的安装单元,通过该安装单元相对于公用旋转轴线的相对轴向位置和/或相对旋转位置限定在每个倒角刀具的预定基准齿之间。在以下说明中显示了此设计的优点。

[0023] 因此,齿面已经存在于以滚动加工接合产生倒角的工件上。这意味着不仅(一个或多个)倒角刀具的轮廓适应于工件啮合齿,而且倒角刀具与待倒角的工件之间的相对位置也必须进入为加工接合而设计的位置。因此,类似于在啮合齿磨削中的定心过程,必须确保刀具齿相对于待倒角的啮合齿的位置是已知的。这通常直接通过机床上的基准表面(例如工件主轴的工作台表面和切削主轴的平面)进行,其中每个主轴穿过限定的每转的零位置。

[0024] 待倒角的啮合齿相对于机床的相对位置是由工作台表面上方的夹持高度决定的,并且可以以本领域技术人员熟悉的方式使用诸如定心传感器之类的校准测量系统检测待倒角的啮合齿相对于工作台主轴的齿隙的位置。

[0025] 由于倒角刀具通过在周缘(夹紧槽)处具有规则的节距的螺旋形的实施例,因此已知倒角刀具的刀具齿的位置彼此上下叠置。因此,足以确定倒角刀具的基准齿相对于机床的相对位置,该位置例如是由其与切削主轴的平面的间隔及其相对于切削刀具的旋转位置的位置得出的位置。以此方式,可以经由机床底座来建立倒角刀具齿相对于待倒角的啮合齿的位置之间的关系。达到正确位置所需的运动可以通过机床控制装置通过其控制的机床轴线进行设置/实现。

[0026] 虽然使用了两个倒角刀具,并且为了确定期望的位置付出了更大的努力,即每个刀具确定了一次,但是优选设置的安装单元显著减少了安装工所需的努力,因为倒角刀具的相对于另一倒角刀具的齿位置的预定的定义意指该位置仅需经由安装单元确立一次,例如使用上述方法。然后可以根据限定的预定义纯通过计算自动确定其他倒角刀具,因此可以在无需操作员执行定位或校准措施的额外的努力下就可以实现。

[0027] 这使得倒角系统的使用不容易出错,并且由于提前设置了预设的安装单元,因此也不再存在倒角刀具在机床中的错误布置的风险。

[0028] 在一个特别优选的实施例中,至少两个倒角刀具可以具有共同的基体并且通过限定的基准面彼此刚性连接。在一个甚至更优选的实施例中,两个或更多个倒角刀具可以由

共同的基本体制成。更优选的实施例在于具有四个根据本发明设计的倒角刀具的“四(Quattro)”安装单元。

[0029] 因此可以保持一次性预先确定具有上下叠置的齿的倒角刀具的相对位置，倒角刀具的一次预定的相对位置，并且即使在倒角刀具再次磨削之后也可以保持不变。共同的基本或整体设计还可以提供可靠的、任选的甚至更好的同心度特性。

[0030] 也可以产生在安装单元的各个倒角刀具与安装单元本身之间的相对位置信息的分配。例如，这可以通过连接到安装单元的数据载体来实现，或者例如通过分配给安装单元并通过安装单元的识别码分配的中央存储器的存储空间区域来实现。以此方式，可以实现各个安装单元的刀具管理；另外，例如，也可以保存/存储分配给安装单元的单个倒角刀具或这样的一组倒角刀具的工艺数据。

[0031] 在结构上，可以设想多个实施方案。这意味着公用的刀具主体已经可以包含各个倒角刀具之间以及所述刀具的前面和后面预先定义的所有距离。如上所述，完全可以设想，公用的刀具主体包含多个具有不同倒角技术的刀具。此外，在公用刀具主体上的单独倒角刀具的切削方向不必在同一方向上，因为围绕共同的旋转轴线的旋转方向也可以在不同的倒角刀具用途之间进行改变。优选地将形状配合连接部设置到刀具主轴。如果要使用多个刀具基体，例如每个刀具基体都承载两个倒角刀具，则可以在两个刀具基体之间提供形状配合连接部。原则上，可以选择特定的切削材料；例如，可以使用由不同切削材料制成的切削刃。在一个优选的实施例中，所有刀具的使用寿命保持在尽可能均匀的水平，并且，如果需要的话，使用寿命受到涂层的影响，该涂层增加刀具的耐磨性。公用刀具主体可以具有中心轴向孔，通过该中心轴向孔可以将其保持在刀杆上。替代的设计是实心设计用作轴刀具。所使用机床的刀架中的公用刀具主体可以被支撑在一侧(浮动)；或者被支撑在两侧上，这特别适用于具有四个倒角刀具的实施例。

[0032] 另外，本发明还保护一种齿轮切削机，该齿轮切削机具有用于通过机加工生产工件啮合齿的主加工工位，该齿轮切削机具有倒角工位，该倒角工位配备有至少一个根据开头所述的方面之一的倒角刀具，或根据进一步提及的方面之一的倒角系统。主加工工位可以是例如滚切工位或强力刮齿工位；是可以设想成型工位。主加工工位和倒角工位可能共享相同的工件工作台/工件主轴，因此可以进行并行加工操作。然而，也可以设想优选的变体，其中工件更换系统将产生的啮合齿从主加工工位的工件主轴移动到倒角工位的单独的工件主轴。也可以设想多主轴方案，特别是双主轴方案，其中，工件主轴布置在旋转托架上，并且可以通过旋转托架的旋转而在加工工位和倒角工位之间移动。本发明也可以用于拾取系统，其中一个或多个工件主轴被设置为主轴。

[0033] 就方法而言，本发明涉及一种方法，该方法使用根据本发明的倒角刀具通过单齿面加工工艺在工件啮合齿的齿面侧的齿边缘上进行倒角。在这种情况下，倒角在滚动连接中进行。

[0034] 在该方法中，工件啮合齿的端面的两个齿面侧上的齿边缘也通过使用根据本发明的倒角系统通过执行两次单侧面加工工艺而进行倒角。也可以通过在另一端面上进行另外的单侧面加工操作而在两个端面上产生倒角。

[0035] 在一个特别优选的方法实施例中，使用倒角刀具，其轴向长度大于切削相关的倒角侧面所需的轴向长度，该倒角刀具用于通过使用相对于该倒角刀具的轴向长度观察的第

一刀具区域来而对工件啮合齿进行倒角，并使用具有至少部分不同的刀具齿的第二刀具区域对同一类型的另一个工件啮合齿进行倒角。如上所述，这增加了倒角系统的倒角刀具的使用寿命。

[0036] 在对螺旋形工件啮合齿进行倒角情况下的一一个特别优选的实施例中，在刀具旋转轴线的不同枢转位置处的各个边缘(钝边缘和尖锐边缘)上进行倒角；相对于在轴向间隔方向上观察到的正交位置，该尖锐侧优选以小于10°，特别是小于5°的枢转角加工，和/或钝侧以优选地大于5°，特别是大于10°，且优选地小于35°，特别是小于30°的枢转角加工。这些设置有助于产生相对于所需倒角参数尽可能均匀的倒角。滚切偏置角HOA优选地大于10°，特别是大于20°，和/或优选小于70°，特别是小于60°。

[0037] 此外，优选地，当对钝侧倒角时，在切线方向上观察，加工要比对尖锐侧倒角时更偏心，特别是更偏心至少5mm，优选地至少10mm。这允许有利地利用刀具的设计中的剩余的自由度，例如，(一个或多个)螺距的螺距角，或者从轴向上观察，齿廓的拉伸或压缩。

[0038] 在以下参考附图的描述中，可以获得本发明的更多细节、特征和优点，其中：

[0039] 图1为刀具齿廓的轴向截面

[0040] 图2为刀具齿廓的轴向截面

[0041] 图3是与齿轮接合的倒角滚刀的示意性轴向截面图

[0042] 图4示出当切削斜齿轮的尖锐侧的倒角侧面时倒角滚刀的位置

[0043] 图5示出当切削斜齿轮的钝侧的倒角侧面时倒角滚刀的位置

[0044] 图6示出具有不对称齿廓的倒角滚刀

[0045] 图7示出具有两个倒角滚刀的加工头

[0046] 图8示出具有四个倒角滚刀的加工头

[0047] 图9示出倒角单元的轴向布置

[0048] 图10示出飞刀，以及

[0049] 图11是具有四个倒角刀具的安装单元的示意图。

[0050] 在附图中，使用以下符号：

[0051] A 枢转轴线A

[0052] B 刀具主轴轴线B

[0053] C 刀具轴线C

[0054] X 径向轴线X

[0055] Y 切向轴线Y

[0056] Z 轴向轴线Z

[0057] HOA 滚切偏角

[0058] TCP 刀具中心点

[0059] TCP 部件中心点

[0060] b_f 倒角宽度

[0061] d_{a2} 齿轮尖端圆直径

[0062] d_{f2} 齿轮根部圆直径

[0063] r_0 刀尖端圆半径

[0064] η 枢转角

- [0065] Δx TCP和PCP之间的径向距离
- [0066] Δy TCP和PCP之间的切向距离
- [0067] Δz TCP和PCP之间的轴向距离
- [0068] $Q_{aP0/1}$ 非切削齿面的刀具轮廓尖端半径
- [0069] $Q_{fP0/1}$ 非切削齿面的刀具轮廓根部半径
- [0070] $Q_{aP0/2}$ 切削齿面的刀具轮廓尖端半径
- [0071] $Q_{fP0/2}$ 切削齿面的刀具轮廓根部半径
- [0072] $a_{p0/1}$ 非切削齿面的刀具轮廓角度
- [0073] p 刀具基准轮廓的轴向间距
- [0074] $a_{p/1}$ 非切削齿面刀具基准轮廓的轴向螺距的部分
- [0075] $a_{p/2}$ 切削齿面刀具基准轮廓的轴向螺距的部分
- [0076] h_{aP0} 刀具基准轮廓的尖端高度
- [0077] h_{fP0} 刀具基准轮廓的根部高度
- [0078] L 刀具长度
- [0079] 首先,参考图9,示出了倒角单元100以及相关联的移动轴线,这是可能的且优选的实施例。在工件侧可以看到可旋转地安装在倒角单元100的机床40上的工件主轴50以接收工件(未示出),该工件主轴的旋转轴线(工件轴线)用C表示。
- [0080] 在刀具侧上设置有柱60,该柱承载有用于实现刀具和工件之间的线性相对运动的滑动装置,该线性相对运动在该实施例中以相互垂直的运动轴线X、Y、Z的形式。因此设置轴向滑动件70,其运动方向Z平行于工件旋转轴线延伸,因此在该实施例中竖直地延伸。滑动件70进而通过方向Y的运动承载切向滑动件72。径向滑动件74被引导在切向滑动件72的开口中。径向滑动件74以可枢转的方式(具有枢转轴线A)承载刀架80。在该实施例中,刀架80具有间接(CNC)驱动的刀具主轴82,其具有主轴轴线B。除了这种通过电机和主轴之间的皮带驱动的间接驱动之外,还可以设想直接由CNC驱动的主轴。在图9所示的实施例中,工件主轴82承载两个倒角刀具,下面将参考其他附图对此进行更详细的说明。
- [0081] 由于径向滑动件X的布置,其运动改变了刀具旋转轴线B和工件轴线C之间的轴向间距,因为只有具有枢转轴线A的枢转装置,其他线性运动轴线都不滑动,机床轴线仅承受低负荷和低力矩,以进行枢轴运动和径向运动。
- [0082] 图7中再次放大地示出了刀架80。可以看到刀具主轴82的单侧附接。然而,在图8所示的另一个实施例中,刀具主轴82'也可以安装在两侧,并且任选地还承载更多数量的刀具,例如四个倒角刀具4a、4b、4c、4d。
- [0083] 所有这些倒角刀具4a、4b、4c和4d可以是根据本发明的倒角滚刀,但是也可以设想,例如,其中两个刀具是根据本发明的倒角滚刀,而另外两个是如图10所示的飞刀。
- [0084] 在第一种情况下,可以设置不对称的倒角滚刀,以对工件的上、下端面的左、右齿面进行倒角。在这种情况下,枢转轴线A相对于水平方向的 $+/-80^\circ$ 或更小的枢转能力可以足以用于倒角目的。然而,优选地,提供大于 160° ,尤其是大于 180° 的枢转性,使得对于图7的刀架80的设计,例如,两个倒角刀具4a、4b在带有螺旋齿的工件的情况下为钝侧边缘和尖锐的边缘提供例如对一个端面上的加工,并且如果需要,在适当的枢转后提供对另一端面上

的加工。

[0085] 每个倒角刀具4a、4b、4c、4d可以是如图6所示的、具有螺旋齿5的刀具。图6示出单螺纹倒角滚刀4，但是可以设想多螺纹变体。通常，优选提供少于8个，特别是少于6个的螺纹。

[0086] 可以清楚地看到在刀具4的轴向截面中不对称的齿廓。因此，齿5具有明显不对称的轮廓，并具有加工齿面6和非加工齿面7。因此，倒角滚刀4旨在仅用于单侧面加工。因此，在图7中，将工件主轴82上的第二倒角滚刀设计成用于加工工件的另一个侧面。

[0087] 在图1中更详细地示出了实施例的倒角滚刀4的不对称齿廓。在图1中以刀具的轴向节距的 $a_{p/2}$ 部分示出了加工齿面6的轮廓8。从根部区域中的曲线开始，轮廓8以凹入的方式延伸，直到其在过渡到齿尖倒圆之前经过非切削齿面 $a_{p/1}$ 的轴向节距附近的拐点为止。显然，在尖端倒圆和根部倒圆之间的非切削齿面7的区域中的轮廓曲线9比切削齿面6上的轮廓8更陡峭地延伸。

[0088] 对于该实施例，在图2中示出倒角刀具的刀具轮廓，该倒角刀具加工工件的尖端边缘(例如螺旋齿，其螺旋角 β 在 10° 和 35° 之间)。在这里也可以看到明显的不对称性；切削齿面上的轮廓曲线8'比刀具的非切削齿面上的轮廓曲线9'的更平缓地延伸。然而，该差异不如在图1中所示的轮廓曲线8、9中那样明显，以用于加工工件的钝侧。

[0089] 齿廓的不对称性可以分别表示为钝侧和尖锐侧的比例($a_{p/2}:a_{p/1}$)的商。优选地，刀具轮廓对钝边缘进行倒角的比例($a_{p/2}:a_{p/1}$)钝和在刀具轮廓对尖锐边缘进行倒角的比例($a_{p/2}:a_{p/1}$)尖锐的商大于1.1，优选大于1.25，特别是大于1.4，和/或小于3.0，优选小于2.5，特别是小于2.0。

[0090] 在图3中示意性地示出加工操作的相对位置，图3的图像平面是径向轴线平面，并且观察方向是图9所示的坐标系的切线方向Y。

[0091] 选择用于倒角的机床轴线设置，以使倒角滚刀在最深的径向前进(ΔX 最小)处在其尖端圆处在面向刀具的工件的端面的倒角宽度 b_F 的间距处以滚切偏角HOA与工件20的齿根部相交。轴向轴线Z和径向轴线X优选是前进轴线和进给轴线。在优选的设计中，将刀具中心TCP的Z轴线位置设定为图3中所示的高度(与倒角平面的距离为 ΔZ)，并且刀具4与工件20之间的相对移动可以限制成纯径向移动X。然而，也可以设想组合的XZ运动。

[0092] 图4示出了在切向/轴向平面中刀具4与工件(齿轮)20之间的优选的相对位置；此处，观察方向是径向方向X。在图4中可以看出，作为如上所述额定特定的实施例，枢转角A被设置为零，以便将工件的尖锐的齿边缘以小枢转角 η 进行倒角。

[0093] 另一方面，为了对工件20的钝齿边缘进行倒角，优选将明显不等于零的枢转角 η 设定为枢转轴线A。此外，如从图4和图5的比较中可以清楚地看出，刀具4偏心布置；垂直于切线方向Y的包含刀具中心TCP或工件中心PCP的平面以 ΔY 间隔开。

[0094] 与图10所示的飞刀相比，图6所示的倒角滚刀4具有明显较大的切削刃区域，这是因为每个螺纹都有多个齿。即使不是所有齿边缘在一个加工位置上都具有加工效果，可以通过相对于刀具轴线的轴向位移使加工区域沿轴向轴线移动，因此在必须调整或更换倒角刀具之前始终可以使用新的、尚未使用的切削刃进行加工。这也产生了刀具使用寿命方面的优势。

[0095] 图6所示的倒角滚刀以及图1和图2所示的刀具轮廓在预期的加工相对位置处与待

倒角的工件相匹配,因此是专用于特定工件的。另一方面,图10所示的飞刀14具有由可转位刀片15形成的切削刃的对称设计,其可以独立于工件使用;当使用飞刀14时,通过联接的机床轴线运动在工件上形成倒角,该运动取决于待倒角的工件单独地进行。

[0096] 在图8所示的刀架80'的实施例中,通过结合两个倒角滚刀和两个飞刀而产生了具有极其灵活的应用可能性的设计。例如,可以加工的大批量相同的工件,倒角滚刀设计用于该批次工件,但与此同时,也可以使用飞刀对与该批次工件不匹配的工件进行倒角。

[0097] 在图11中,就安装单元再次简要说明了上述倒角系统。示意性地示出了具有公用基体202的安装单元200,该基体202承载四个倒角滚刀204a、204b、204c和204d。限定了单个倒角刀具之间的间距,并且该间距在使用安装单元200时不再改变。带有附图标记206a、206b、206c和206d的矩形框示意性地示出了铣削主轴208的平面与每个倒角刀具的第一全齿的轴向位置之间的限定的间隔;在该实施例中,该齿的旋转位置以相同的方式对准。这些轴向位置和旋转位置都被存储,并且在使用安装单元200时可供倒角机床的操作者使用,以便能够从而如上所述地对安装单元200的每个单独的倒角刀具进行倒角的位置设置。

[0098] 本发明不限于以上提供的实施例中描述的特征和细节。相反地,所附权利要求和以上说明书中的特征对于单独地或组合地以不同实施例实施本发明来说是重要的。

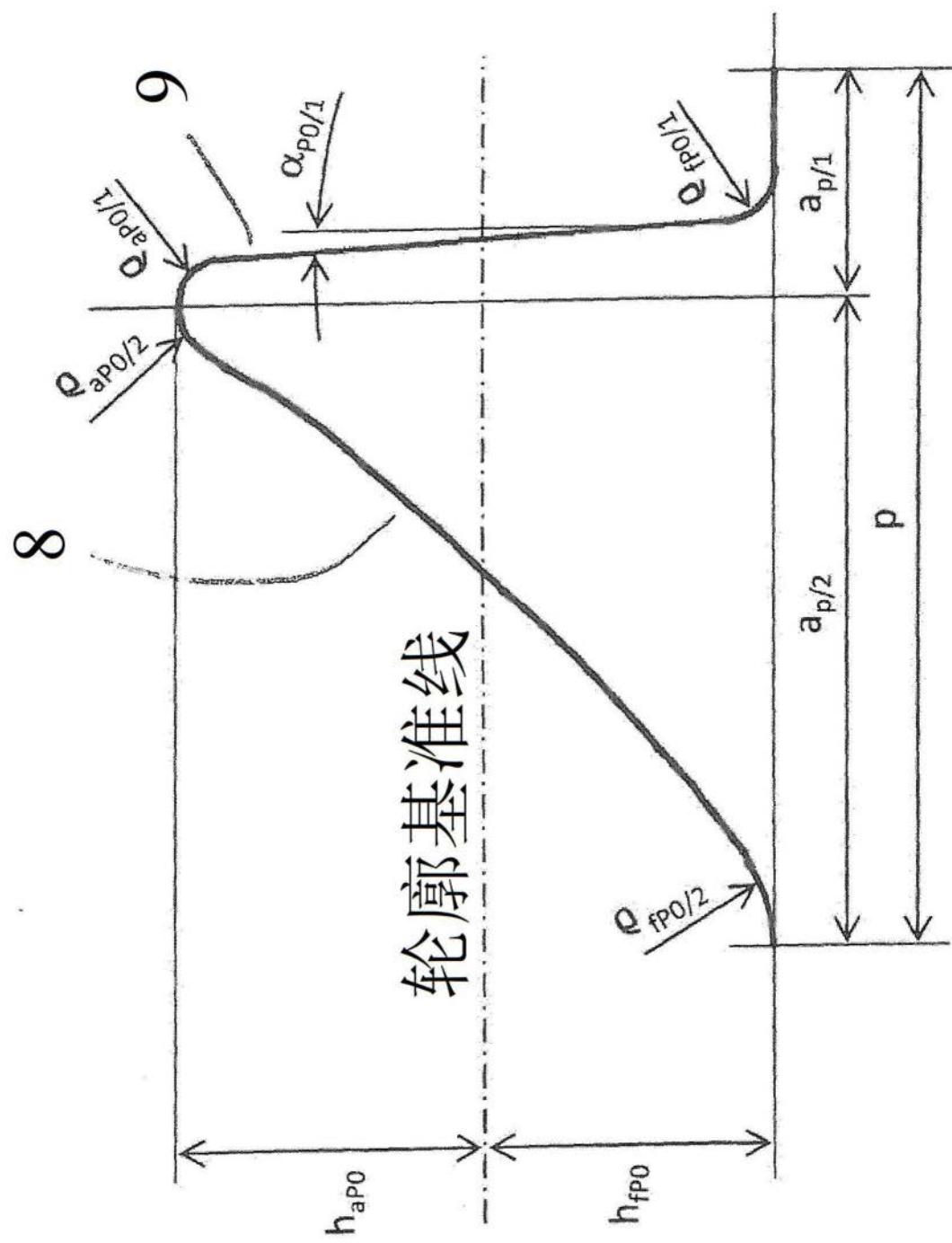


图1

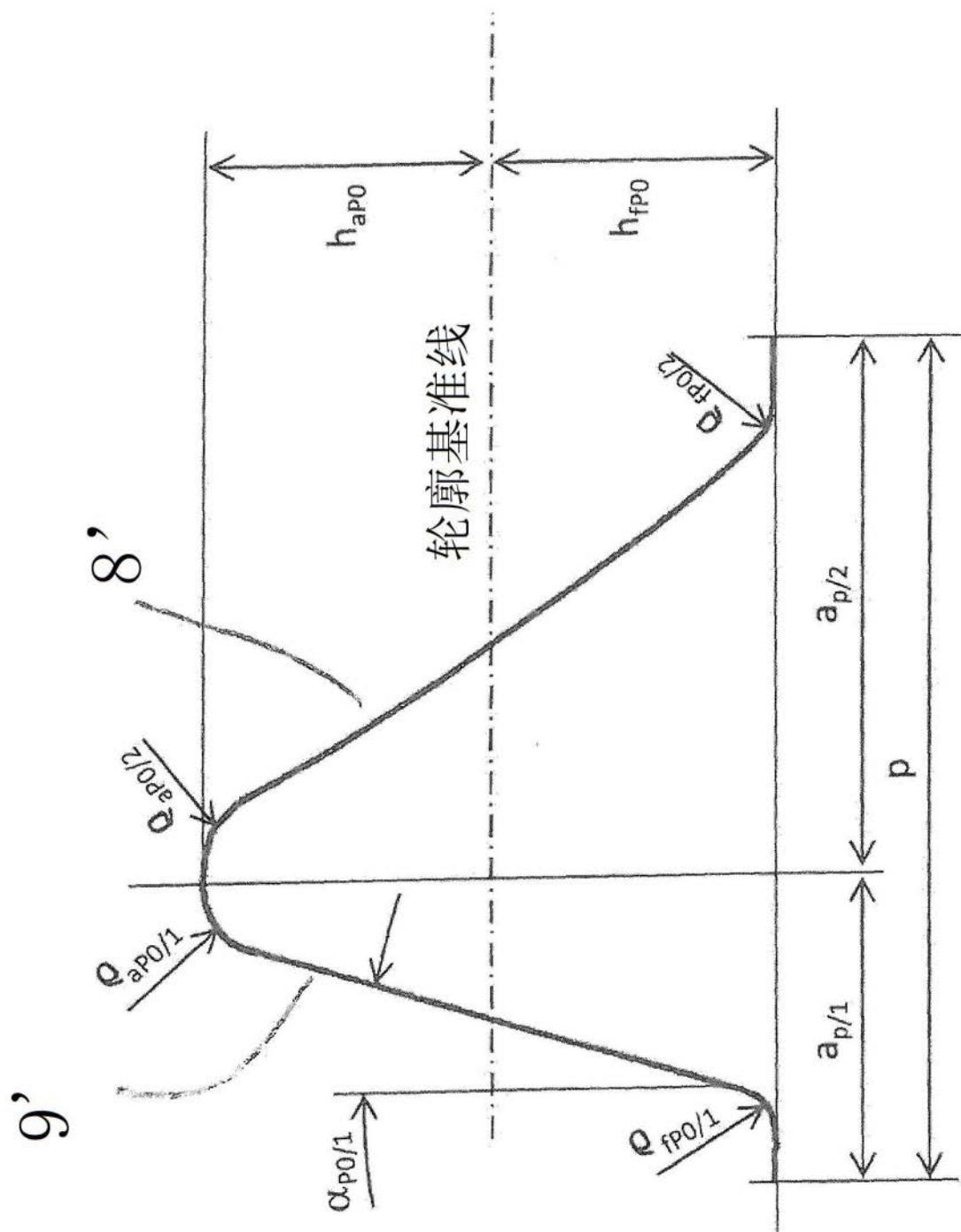


图2

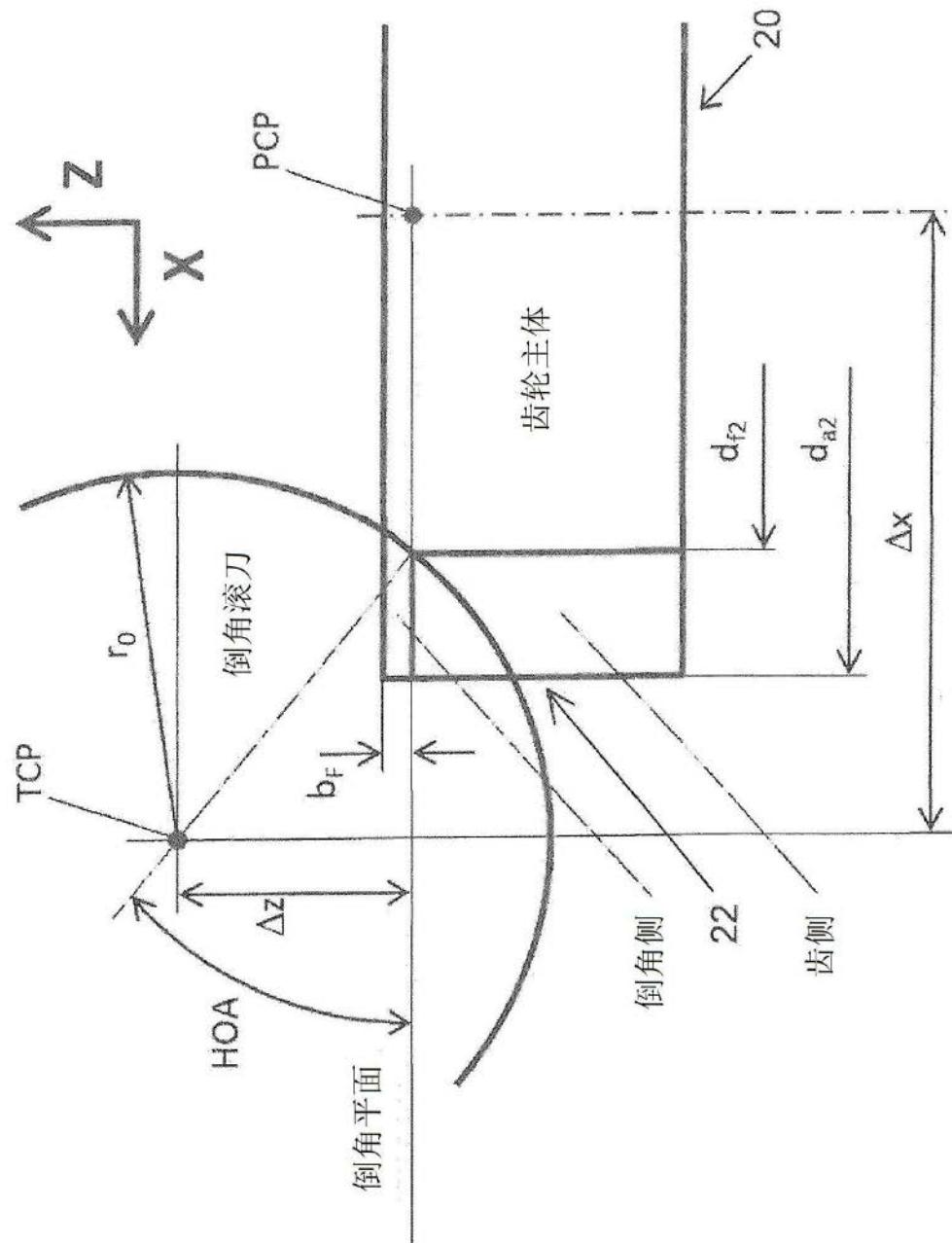


图3

20

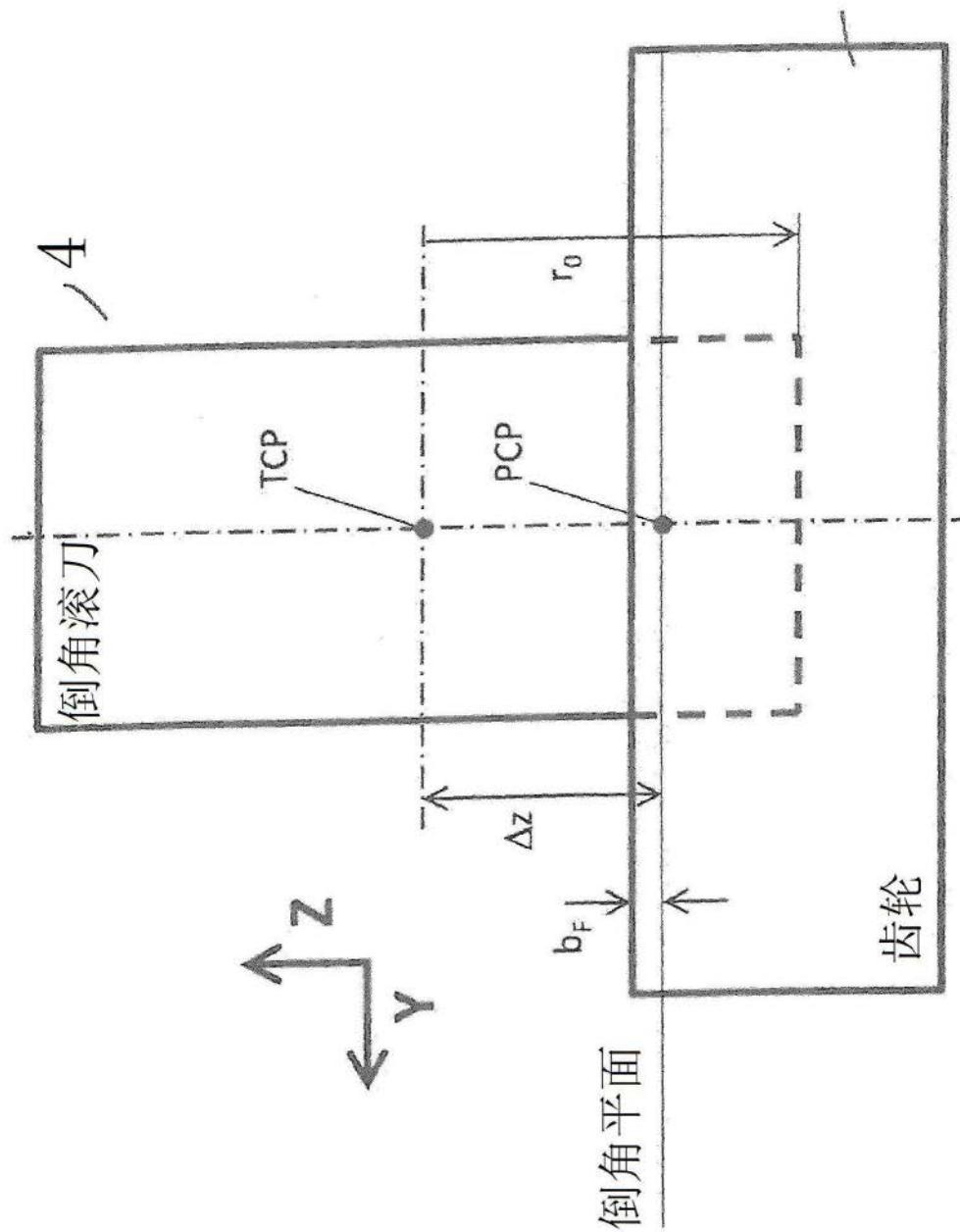


图4

20

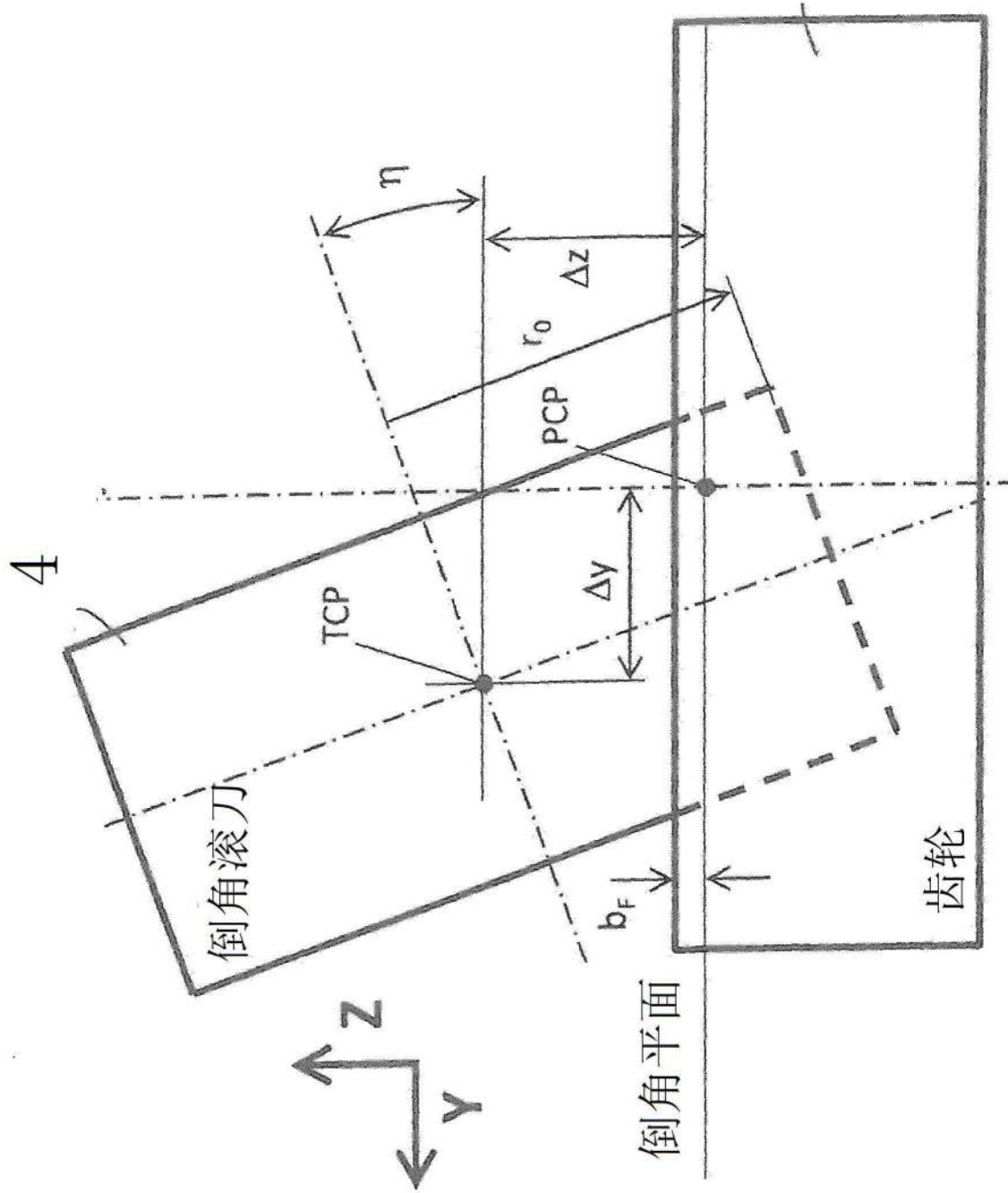


图5

4

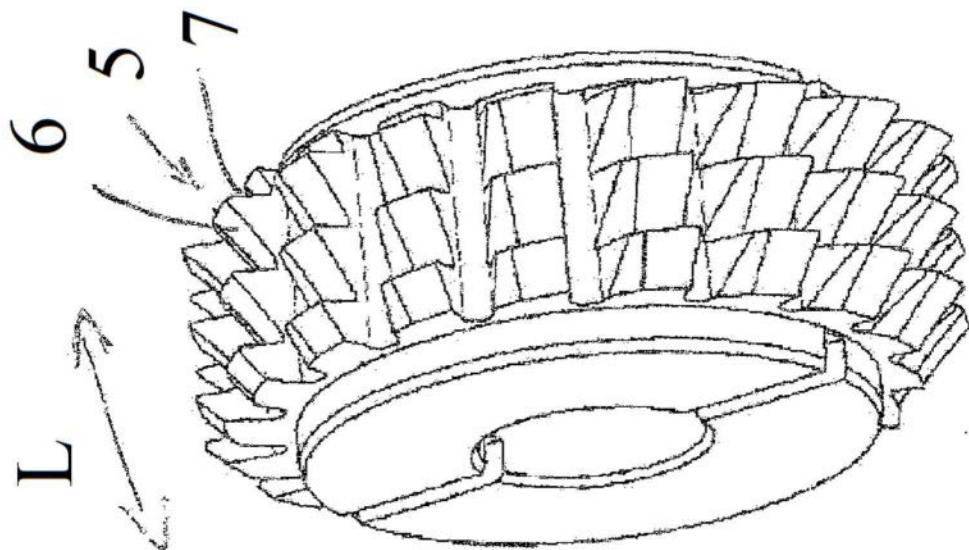


图6

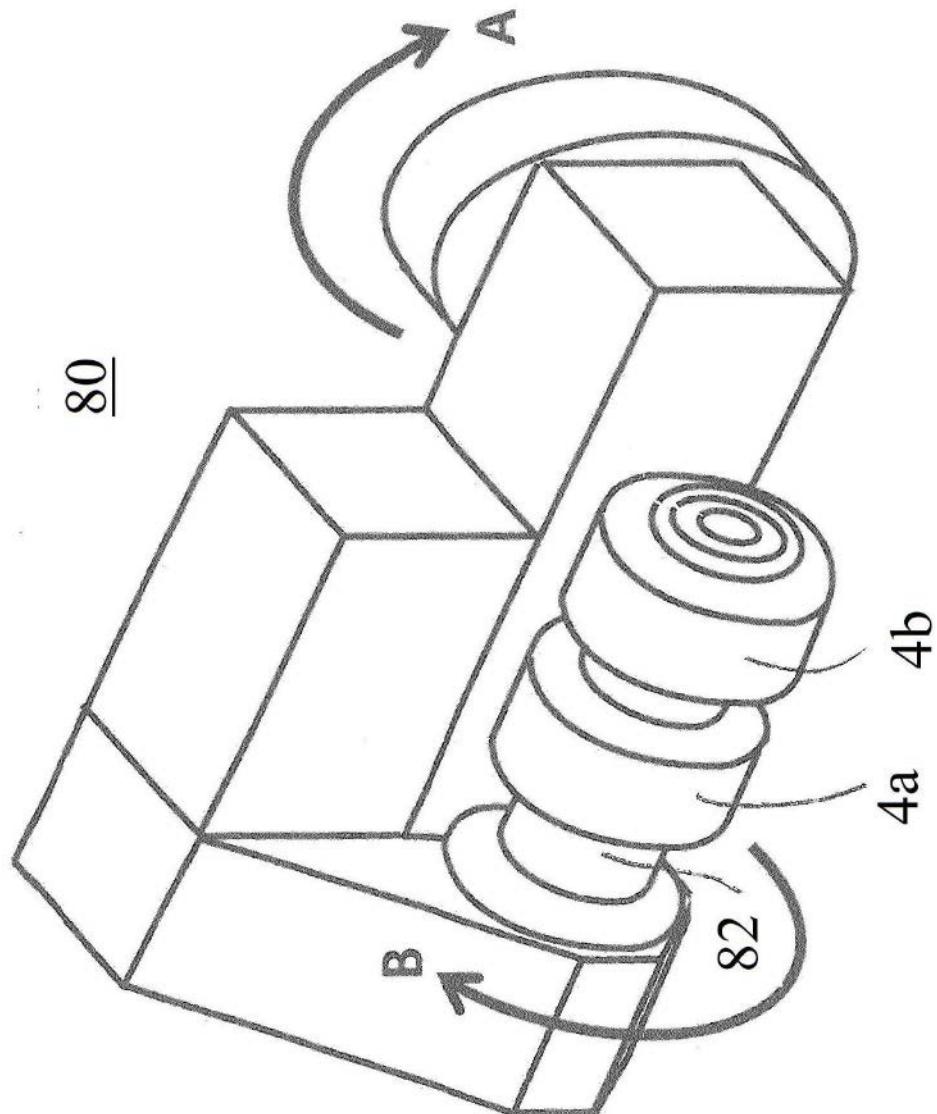


图7

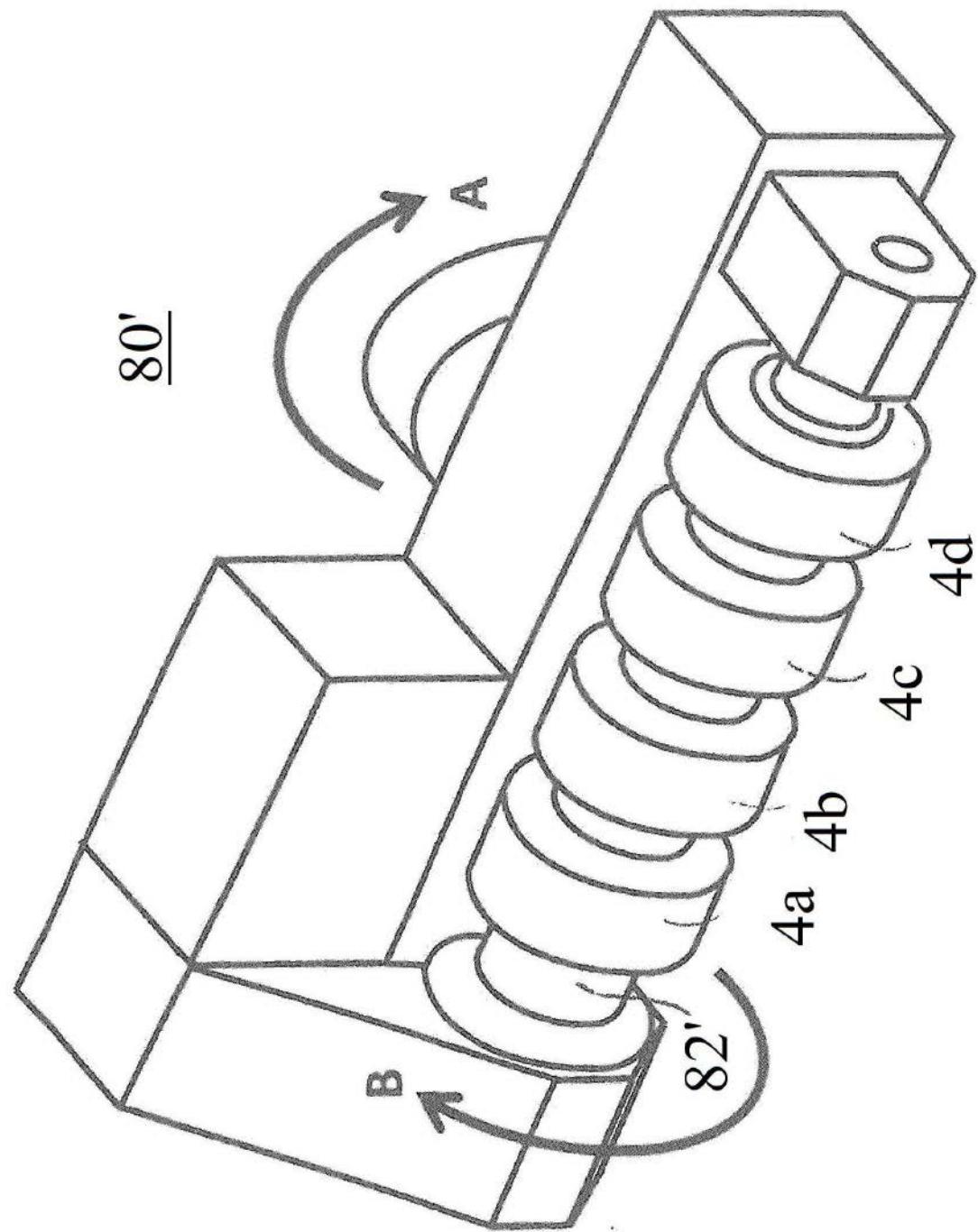


图8

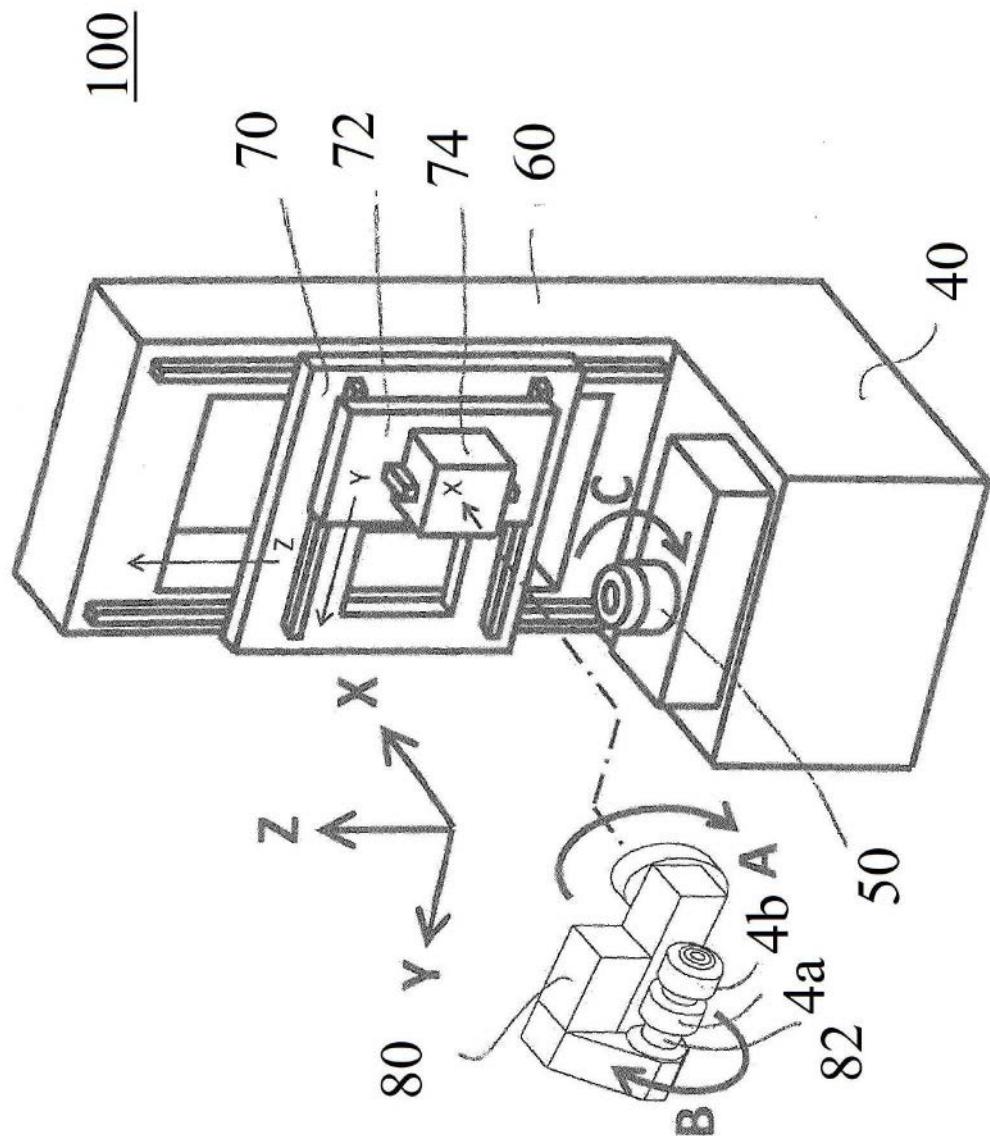


图9

14

15

现有技术

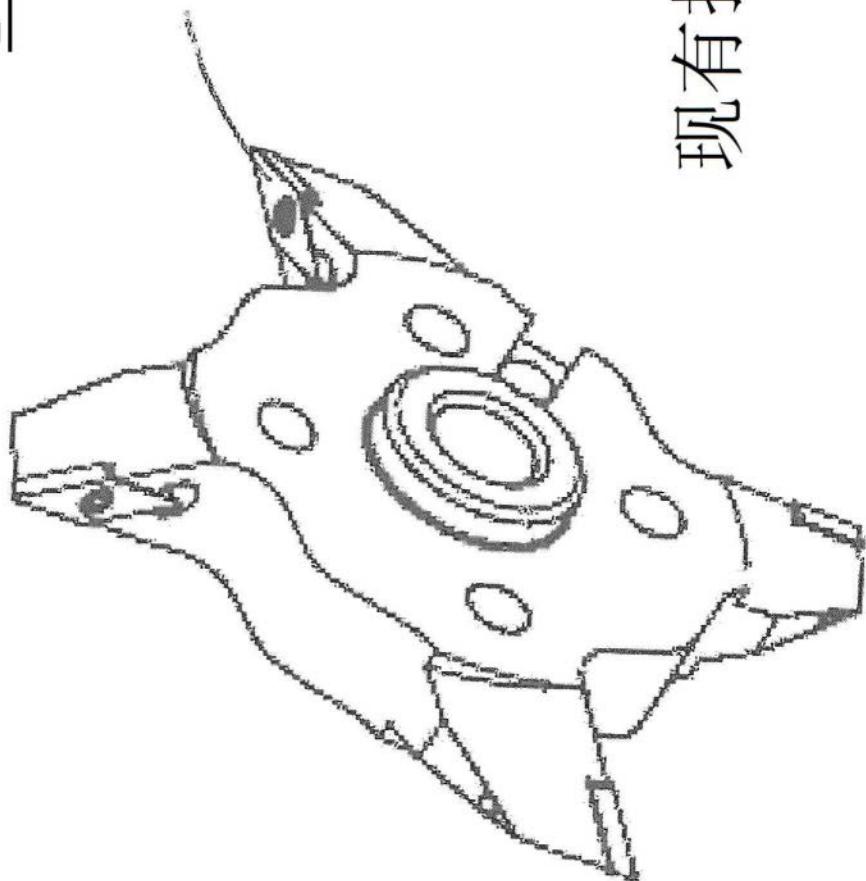


图10

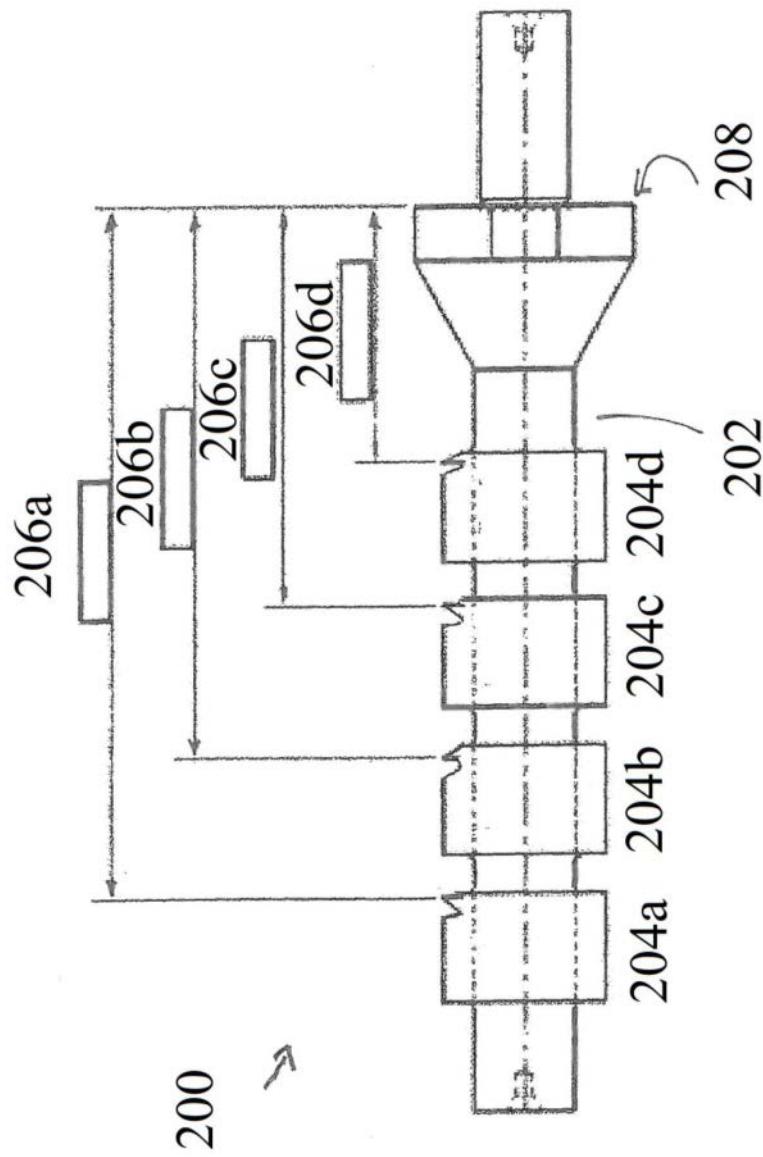


图11