



(21) 申请号 202380029053.3

(22) 申请日 2023.03.10

(30) 优先权数据

CH000318/2022 2022.03.23 CH

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/056251 2023.03.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/180102 DE 2023.09.28

(71) 申请人 莱斯豪尔股份有限公司

地址 瑞士

(72) 发明人 E·森豪泽 O·费尔曼

L·温克勒

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 俄旨淳

(51) Int.Cl.

G05B 19/4068 (2006.01)

G05B 19/4061 (2006.01)

权利要求书4页 说明书20页 附图15页

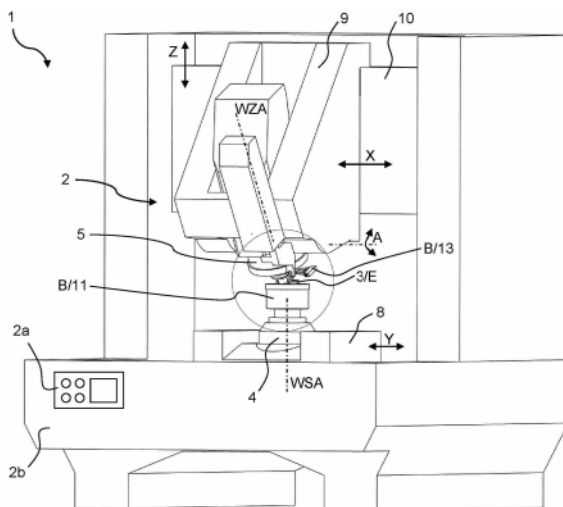
(54) 发明名称

用于利用工件替代件对加工过程进行碰撞检查的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种对加工过程进行碰撞检查的方法,其中,为所述加工过程设定过程特有的循环,在所述循环期间应使多个加工部件(B)利用机床(2)上的至少一个机器轴(A、X、Y、Z)相对于彼此移动,所述加工部件(B)包括至少一个工件(20)和刀具(7),并且至少在所述过程特有的循环的一部分期间,工件(20)应绕工件轴线(WSA)旋转,并且刀具(7)应绕刀具轴线(WZA)旋转,其特征在于,在所述过程特有的循环中,识别至少一个检查位置,所述检查位置对应于加工部件(B)的利用所述至少一个机器轴(A、X、Y、Z)设置的一个相对位置,并且为了检查相应的检查位置以发现碰撞,对加工部件(B)的相对位置进行再调整,在再调整时,使用一个或多个加工部件替代件(E),所述加工部件替代件分别是相应加工部件(B)的模仿件或部分模仿件,所述加工部件替代件包括工件替代件(3),所述工件替代件

是工件(20)的部分模仿件,在所述工件替代件(3)中,至少在一个轴向部分区域(17)上,仅在工件(20)的周边的一部分上模仿所述工件(20),并且在已再调整的相对位置中使工件替代件(3)绕其工件轴线(WSA)旋转。本发明提供一种简单、经济且可靠的用于对加工过程进行碰撞检查的方法。



1. 对加工过程进行碰撞检查的方法,

其中,为所述加工过程设定过程特有的循环,在所述循环期间应使多个加工部件(B)利用机床(2)上的至少一个机器轴(A、X、Y、Z)相对于彼此移动,所述加工部件(B)包括至少一个工件(20)和刀具(7),并且至少在所述过程特有的循环的一部分期间,工件(20)应绕工件轴线(WSA)旋转,并且刀具(7)应绕刀具轴线(WZA)旋转,

其特征在于,

在所述过程特有的循环中,识别至少一个检查位置,针对加工部件(B)检查所述检查位置以发现碰撞,

所述检查位置对应于加工部件(B)的利用所述至少一个机器轴(A、X、Y、Z)设置的一个相对位置,

并且为了检查相应的检查位置以发现碰撞,对加工部件(B)的相对位置进行再调整,

在再调整时,使用一个或多个加工部件替代件(E),所述加工部件替代件分别是相应加工部件(B)的模仿件或部分模仿件,

所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括工件替代件(3),所述工件替代件是工件(20)的部分模仿件,在所述工件替代件(3)中,至少在一个轴向部分区域(17)上,仅在工件(20)的周边的一部分上模仿所述工件(20),

并且在已再调整的相对位置中使工件替代件(3)绕其工件轴线(WSA)旋转。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加工部件(B)的相对位置的再调整在机床(2)的与所述机床(2)分离的模型(80)上进行。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加工部件(B)的相对位置的再调整在所述机床(2)上进行。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述机床(2)具有至少一个工件主轴(4),所述工件主轴具有至少一个夹具(11),并且为了再调整,利用所述夹具(11)安装工件替代件(3)。

5. 根据权利要求3或4中任一项所述的方法,其特征在于,为了再调整,将所述工件替代件(3)固定在中间支架(76)上,并且所述中间支架(76)直接或间接地固定在工件主轴(4)上。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,为了再调整,将所述工件替代件(3)固定在中间支架(76)上,并且所述中间支架(76)直接或间接地固定在工件主轴(4)上,所述中间支架(76)利用工件主轴(4)的夹具(11)固定在工件主轴(4)上。

7. 根据权利要求3至6中任一项所述的方法,其特征在于,为了再调整,将所述工件替代件(3)固定在机床(2)的工件主轴(4)上,并且为了工件替代件(3)绕其工件轴线(WSA)旋转,使机床(2)的工件主轴(4)旋转。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,为了再调整,将所述工件替代件(3)安装在辅助旋转支架(41)上,并且为了使工件替代件(3)旋转,使所述工件替代件在所述辅助旋转支架(41)上旋转。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述工件替代件(3)具有一个轴向部分区域(17),在所述轴向部分区域中,工件(20)仅在工件(20)周边的一部分上被模仿,并且所述工件替代件具有轴向剩余区域(18),在所述轴向剩余区域中,工件(20)在其整

个周边上模仿,尤其是,在所述轴向部分区域(17)中,周边的所述部分具有多个在周向上彼此分开的部分结构(19)。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其特征在于,所述工件替代件(3)构造成部分工件(16a),所述部分工件至少在一个轴向部分区域(17)中至少在其周边的1/3上且最大在其周边的2/3上模仿工件(20),尤其是,将所述部分工件(16a)构造成半个工件(16)。

11.根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其特征在于,所述工件(20)的工件替代件(3)只是完整或部分地模仿一个横截面轮廓(66)。

12.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述工件替代件(3)由二维模板(30)构成。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述二维模板(30)构造成多重模板(44),所述多重模板在其边缘轮廓的不同部段(55、56)上分别完整或部分地模仿不同工件(20)的横截面轮廓(66)。

14.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述二维模板(30)具有能相对于彼此调节的分段(61),这些分段设置成,使得所述分段完整或部分地模仿工件(20)和/或夹具的横截面轮廓(66)。

15.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述工件替代件通过光束(67)、尤其是激光束完整或部分地模仿工件和/或夹具的横截面轮廓(66)。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述光束(67)模仿工件和/或夹具的横截面轮廓(66)的边缘,和/或所述光束(67)的交叉点(70)模仿工件(20)和/或夹具的横截面轮廓(66)中的角点。

17.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括刀具替代件(14),所述刀具替代件是刀具(7)的模仿件或部分模仿件。

18.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述刀具替代件(14)是刀具(7)的部分模仿件,在所述刀具替代件(14)中,至少在一个轴向部分区域上仅在刀具(7)的周边的一部分上模仿所述刀具(7),并且在再调整的相对位置中,使所述刀具替代件(14)绕其刀具轴线(WZA)旋转。

19.根据权利要求17或18所述的方法,其特征在于,所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括刀架替代件(15),所述刀架替代件是刀架(12)的模仿件或部分模仿件,应利用所述刀架将刀具(7)保持在机床(2)的刀具主轴(5)上。

20.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括夹具替代件(29),所述夹具替代件是夹具(11)的模仿件或部分模仿件,应利用所述夹具将工件(20)保持在机床(2)的工件主轴(4)上。

21.根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述夹具替代件(29)在再调整的相对位置中与工件替代件(3)一起旋转,尤其是,所述夹具替代件(29)和工件替代件(3)由共同的二维模板(30)构成。

22.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在一个或多个加工部件替代件(E)中,相应的加工部件(B)的齿部(7a;21)完整或部分地由所述齿部(7a;21)的包络曲线(38、39;75)或包络面(23、24)替代。

23.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,由工件替代件(3)部分模仿

的工件(20)是带内齿的工件(20)。

24.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在所述工件替代件(3)旋转时,观察至少一个光隙(72),以进行碰撞检查。

25.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括至少一个具有第一模仿部段(36)和第二模仿部段(37)的加工部件替代件(E),所述模仿部段(36、37)模仿相应的加工部件(B)的两个同类地构成的部段,并且在第一模仿部段(36)和在第二模仿部段(37)中模仿的类型是不同的,尤其是,在加工部件上同类的部段带有齿部(7a;21),并且第一模仿部段(36)模仿所述齿部(7a;21)的顶圆,并且第二模仿部段(37)模仿所述齿部(7a;21)的根圆。

26.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在至少一个加工部件替代件(E)上设置至少一个边界标记(40),所述边界标记指示所属加工部件(B)的在加工部件替代件(E)上没有或没有完全被模仿的结构边界。

27.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在至少一个加工部件替代件(E)上设置识别标记(33),所述识别标记使得能够识别替代加工组件(E)和/或将替代加工组件(E)与相应的加工组件(B)对应起来,尤其是,所述识别标记(33)对于人是肉眼可读的和/或是机器可读的,并且尤其是,所述识别标记(33)包括字母数字的代码(32)和/或QR码和/或条形码和/或RFID标签(31)。

28.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述加工部件(B)包括至少一个辅助工具(27),尤其是,所述至少一个辅助工具(27)包括气体喷嘴组件(13;91)和/或吸嘴组件和/或KSS喷嘴组件和/或定心传感器(28;93)。

29.用于准备加工过程的方法,所述方法包括根据权利要求28所述的用于碰撞检查的方法,

此外对于至少一个检查位置,在再调整的相对位置中,对至少一个辅助工具(27)进行功能优化,尤其是通过辅助工具(27)的定位、定向和/或选择进行功能优化。

30.机床系统(1),所述机床系统构造成用于实施根据前述权利要求中任一项所述的方法,所述机床系统(1)包括用于加工至少一个工件(20)的机床(2)以及包括一个或多个加工部件替代件(E),所述加工部件替代件分别是机床(2)的相应的加工部件(B)的模仿件或部分模仿件,

所述一个或所述多个加工部件替代件(E)包括工件替代件(3),所述工件替代件是工件(20)的部分模仿件,在所述工件替代件(3)中,至少在一个轴向部分区域(17)上,仅在所述工件(20)的周边的一部分上模仿所述工件(20)。

31.根据权利要求30所述的机床系统(1),其特征在于,所述机床(2)包括电子的机床控制器(2a),所述机床控制器编程为用于,为了对于所有已识别的检查位置执行根据前述权利要求中任一项所述的方法,操控设置在机床(2)上的加工部件替代件(E)和/或加工部件(B)的所属的检查相对位置,

尤其是,在过程特有的循环中,所述检查相对位置等于加工部件(B)的相对位置,或者在过程特有的循环中,所述检查相对位置相当于加工部件(B)的相对位置加上偏差量(43),所述偏差量是由于相应加工部件替代件(E)在机床(2)上的固定不同于相应的原本的加工部件(B)的固定而引起的。

32. 加工部件替代件(E)在根据权利要求1至29中任一项所述的方法中或在根据权利要求30或31中任一项所述的机床系统(1)中的应用,其中,所述加工部件替代件(E)是相应的加工部件(B)的模仿件或部分模仿件,尤其是,所述加工部件替代件(E)是用于相应的工件(20)的工件替代件(3),在所述工件替代件(3)中,至少在一个轴向部分区域(17)上,仅在工件(20)的周边的一部分上模仿所述工件(20)。

用于利用工件替代件对加工过程进行碰撞检查的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对加工过程进行碰撞检查的方法,其中,为所述加工过程设置过程特有的循环,在所述循环期间,应利用机床上的至少一个机器轴使多个加工部件相对于彼此移动,所述加工部件包括至少一个工件和刀具,并且至少在所述过程特有的循环的一部分期间,工件应绕工件轴线旋转,并且刀具应绕刀具轴线旋转。

背景技术

[0002] 这种方法由EP 2 306 253 B1已知。

[0003] 在齿轮、变速箱和其他工件的制造中使用多种机床,在所述机床中,绕刀具轴线旋转的尤其是带齿的刀具接合到绕工件轴线旋转的尤其是带齿的工件中。刀具和工件以及必要时还有在机床上的其他加工部件为此必须以适当的方式相对于彼此移动,尤其是为了进给和进刀。由CH 715 794 B1中可以获知这种机床的一个示例。

[0004] 在这种加工过程的范围内,经历过程特有的循环,在所述循环的进行中,至少包括工件和刀具的相关加工部件借助至少一个机器轴相对于彼此移动。

[0005] 在机床上首次设置加工过程时,必须核查,所计划的过程特有的循环是否不会发生加工部件的意外碰撞(“碰撞检查”)。例如,在过程特有的循环中,刀具或刀具的刀架的没有用于加工的部分不允许与工件或工件的夹具发生接触。

[0006] 在许多情况下,碰撞检查是通过机床的器件以光学的方法进行。将原本的加工部件安装在机床上,如果可能,在操作人员的看管和监视下,小心地多数逐步地移动接近加工部件希望的位置。此时,操作人员反复查看加工部件并估计,是否会发生意外碰撞。在必要情况下,中止向希望位置的移动接近。

[0007] 这种处理方式通常比较困难。在许多情况下,即使操作人员在碰撞检查期间在机床关闭情况下反复打开机床壳体,操作人员也很难看到加工部件。工件经常会遮挡其他加工部件,尤其是在应在径向内侧加工工件时。通过光学辅助装器件、如反射镜或内窥镜有时可以改善操作人员的观察条件,但通常空间不足以使用这种辅助器件。另一个缺点是,在碰撞检查期间,由于工件和刀具开始相互接合,操作人员通常根本无法接近加工部件实际要检查的位置。此时,操作人员必须在想像中将尚未发生的剩余的进给或者还有尚未发生的进刀累加到已设置的位置上,并且然后在想像中估算出碰撞位置。如果操作人员在逐步接近期望位置时无法识别即将发生的碰撞,则在碰撞检查期间原本的加工部件可能发生损坏;尤其是,在发生损坏的情况下更换刀具通常非常昂贵。

[0008] 也已知的是,以几何/数学的方式实施碰撞检查。为此,需要以足够的精度提供所有相关的加工部件的三维数据。将所述三维数据和计划的过程特有的循环输入到专用软件中。所述软件检查,是否会发生不希望的碰撞。但用于提供三维数据以及必要时更新三维数据的费用很高,并且所述软件需要复杂的编程或相应软件的许可证多数很昂贵。EP 2 306 253 B1记载了一个数学式碰撞检查的例子。

[0009] 此外,由EP 2 849 014 A2也已知的是,在齿轮加工机上实施齿轮加工期间数学式

地实施碰撞监视。

发明内容

[0010] 本发明的目的是,提供一种简单、经济和可靠的方法,以用于对加工过程进行碰撞检查。

[0011] 根据本发明,实施目的可以通过前面所述类型的方法来实现,所述方法设定,

[0012] 在所述过程特有的循环中,识别至少一个检查位置,针对加工部件检查所述检查位置以发现碰撞,

[0013] 所述检查位置对应于加工部件的利用所述至少一个机器轴设置的一个相对位置,

[0014] 并且为了检查相应的检查位置以发现碰撞,对加工部件的相对位置进行再调整,

[0015] 在再调整时,使用一个或多个加工部件替代件,所述加工部件替代件分别是相应加工部件的模仿件或部分模仿件,

[0016] 所述一个或所述多个加工部件替代件包括工件替代件,所述工件替代件是工件的部分模仿件,在所述工件替代件中,至少在一个轴向部分区域上,仅在工件的周边的一部分上模仿所述工件,

[0017] 并且在已再调整的相对位置中使工件替代件绕其工件轴线旋转。

[0018] 本发明设定,在碰撞检查的范围内,对加工部件的在过程特有的循环中识别的、特别易于发生碰撞的相对位置(“检查位置”)进行再调整。此时,使用一个或多个加工部件替代件代替原本的加工部件,其中至少一个加工部件替代件代替原本的工件。

[0019] 通过使用加工部件替代件,一方面可以在碰撞检查范围中保护相应的原本的加工部件或者也可以保护可能与加工部件替代件碰撞的构件不发生损坏。加工部件替代件原则上由经济的和柔性的材料(优选是弹性或易于塑性变形的材料)制成。在碰撞检查期间发生碰撞情况下,只有所述一个加工部件替代件或所述多个加工部件替代件发生变形,这不意味着发生损坏或至少不意味着发生重大损坏,但在例如机床或机床模型的其他构件上不会出现损坏。用于加工部件替代件的常见材料是塑料、金属板(优选具有约2mm的板厚,或者也可以具有在1mm至3mm之间的板厚)或厚纸/纸板。

[0020] 另一方面,本发明设定,所述工件替代件没有构造成原本的工件的完整模仿件,而是构造成原本的工件的部分模仿件。至少在工件的一个轴向的部分区域中,工件替代件仅模仿所述工件的周边的一部分。换句话说,在所述模仿件中,至少在所述轴向的部分区域中,工件的周边的一部分被省去;通常,在模仿件中(至少在所述轴向的部分区域中),所述工件的周边的至少1/3在工件替代件中被省去。

[0021] 由此,原则上对于操作人员可以更好地观察加工部件和加工部件替代件,并且可以更容易地识别可能的碰撞。尤其是,在带内齿的工件情况下,可以在工件替代件上看到工件的径向内部,这利用原本的工件是不可能的。但通过(通常由操作人员用手)旋转工件替代件,仍然可以利用工件替代件在工件的整个周边(和尤其是在工件周边的在工件替代件中没有模仿的部分)上对碰撞情况进行检查。

[0022] 通常,也只在周边的一部分上模仿工件的齿部。在这种情况下,在碰撞检查时,刀具或刀具替代件可以在相对于工件替代件进行碰撞检查时模拟其完整进给和其完整进刀,其方式是,将工件替代件带入一个旋转位置中,在所述旋转位置中,刀具或刀具替代件接合

到所述周边的在工件替代件中没有模仿的部分中。通过使工件替代件一直旋转到刀具或刀具替代件上,仍然可以很容易地估算,是否会发生碰撞。需要注意的是,备选或附加地,也可以通过对应于齿部的根圆的包络曲线或包络面在工件替代件上至少局部地模仿工件的齿部,这同样也使得可以模仿完整的进给和完整的进刀。一般来说,刀具和工件是旋转对称的(与其齿部的齿数相对应地具有数量对称性(Zähligkeitssymmetrie))。

[0023] 可以设定,在工件的整个轴向延伸上仅在工件的周边的一部分上用工件替代件模仿所述工件,由此可以优化操作人员的观察条件。但也可以将在模仿件中省去的周边的一部分限制在一个对良好观察特别重要的轴向的部分区域上。

[0024] 要注意的是,除了工件替代件之外,其他加工部件替代件同样也可以至少在一个轴向部分区域上仅在加工部件周边的一部分上或者甚至在其整个周边上模仿相应配属的加工部件。优选除了工件以外,也借助于加工部件替代件模仿用于工件和/或刀具的夹具,并将其用于检查位置的再调整。

[0025] 常见的加工部件包括(除工件和刀具外)用于工件的夹具、用于刀具的刀架、工件专用工具(也称为辅助工具,尤其是一个或多个用于吹走切屑的气体喷嘴、一个或多个用于吸走切屑的吸嘴、一个或多个用于施加冷却润滑剂(KSS)的KSS喷嘴、一个或多个定心传感器)、工件主轴或刀具主轴。

[0026] 在三维的加工部件替代件的情况下,所述加工部件替代件可以例如通过3D打印(多数由塑料)制造;但原则上也可以考虑采用任意的制造方法。二维加工部件替代件(“模板”)优选由面式材料(如厚纸或金属板)切割制成,例如通过激光或水射流切割。

[0027] 常见的检查位置是在加工时工件和刀具接合的起点或终点,或是加工部件的方向变换的位置以及加工部件的运动终点。要注意的是,在根据本发明的方法的范围内,可以手动、半自动或自动地接近检查位置。

[0028] 机床通常是齿加工机,尤其是滚削机,例如硬滚削机,或是磨齿机,例如展成磨削机或成形磨削机,或珩磨机或滚铣机。在过程特有的循环中使用的机器轴尤其可以是线性轴或旋转轴。

[0029] 如果碰撞检查得出的结论是,在设定的过程特有的循环中加工部件不会发生意外碰撞,则可以在机床上开始进行加工过程(使用所有的原本的加工部件)。如果碰撞检查得出加工部件会发生意外碰撞,则修改设定的过程特有的循环,以避免碰撞。此时,通常在开始进行加工过程之前,对修改后的过程特有的循环再次实施碰撞检查。

[0030] 在根据本发明的方法的一个有利的变型方案中,对加工部件的相对位置的再调整在机床的与机床分离的模型上进行。由此,可以在不中断机床上(按照目前为止的加工过程)的生产的情况下进行碰撞检查(例如用于要作为下一个加工过程设立的加工过程)。在所述模型上通常在没有机动化的情况下模仿机床的机器轴。

[0031] 在一个优选的备选方案中,在机床上进行加工部件的相对位置的再调整。省去了用于提供机床模型的费用。此外,在碰撞检查中可以以简单的方式同时使用原本的加工部件或者还有机床上存在的机动的机器轴。原则上,在碰撞检查中可以考虑使用机床的所有结构,而不会遗漏任何结构。在这个方案中,所述一个或所述多个加工部件替代件优选通过磁体和/或螺纹连接和/或其他固定元件固定在机床上。其余的(未被替代的)加工部件则永久性地存在于或以原本的形式安装在机床中。

[0032] 这种变型方案的一个改进方案是优选的,在这个改进方案中,所述机床具有至少一个工件主轴,所述工件主轴具有至少一个夹具,并且为了再调整,利用所述夹具安装工件替代件。通过使用机床的工件主轴上的原本的夹具,可以特别简单地固定用于碰撞检查的工件替代件。如果机床具有多个工件主轴,则可使用相应的在工件主轴上的夹具将工件替代件安装在一个或多个所述工件主轴上。

[0033] 上述变型方案的一个改进方案是有利的,在这个改进方案中,为了再调整,将所述工件替代件固定在中间支架上,并且所述中间支架直接或间接地固定在工件主轴上,尤其是,所述中间支架利用工件主轴的夹具固定在工件主轴上。通过所述中间支架简化了工件替代件在原本的工件主轴上的固定。所述工件替代件不需要能够直接固定在原本的夹具上或能够直接固定在原本的工件主轴上。所述中间支架可用作工件替代件与工件主轴或夹具之间的固定中间件,并且在一端与工件替代件匹配,并且在另一端与工件主轴或夹具匹配。所述中间支架可以构造成用于将工件替代件不可相对转动地固定在工件主轴上(从而工件替代件的可旋转性只能通过工件主轴来建立),或者所述中间支架可以构成自己的旋转轴承(由此所述中间支架就可以同时用作辅助旋转支架,对此也见下文)。

[0034] 在上述变型方案的一个优选的改进方案中,为了再调整,将所述工件替代件固定在机床的工件主轴上,并且为了使工件替代件绕其工件轴线旋转,使机床的工件主轴旋转。使用工件主轴的旋转轴承以使工件替代件旋转在结构上是特别简单的。工件替代件在工件主轴上的旋转可以手动地进行或者也可以机动地(缓慢地、多数逐步地)进行。

[0035] 在一个有利的变型方案中设定,为了再调整,将所述工件替代件安装在辅助旋转支架上,并且为了使工件替代件旋转,使所述工件替代件在所述辅助旋转支架上旋转。由此,不需要为了使工件替代件旋转而使用机床的工件主轴或其旋转轴承,这在手动情况下可能是很困难的,或者在机动情况下这在编程和运行可靠的构成方面可能使很耗时的。所述辅助旋转支架构成自己的旋转轴承,以用于使工件替代件旋转。辅助旋转支架的旋转轴承尤其是可以构造成滑动轴承或滚动轴承。所述辅助旋转支架包括两个能相对于彼此旋转的构件,其中的第一构件直接或间接地保持工件替代件;其中的第二构件可以例如直接或间接地固定在原本的工件主轴或原本的夹具上,或者也可以固定在所述模型的相应结构上(第二构件此时例如是滑动基座或转盘),或者所述第二构件由原本的工件主轴的或原本的夹具的外轮廓的一部分构成,第一构件可以在外轮廓的这个部分上旋转式地滑动。在一个下级变型方案中,单独的第二构件(例如“环形”构件)在一端构造成与工件的夹持轮廓相对应,并且在另一端相应地模仿工件主轴的外轮廓的一部分,并且第一构件针对在工件主轴的外轮廓的这个部分上旋转式的滑动而构成;此时,第一构件可以有选择地与单独的第二构件(所述第二构件设置在原本的夹具上)或与原本的工件主轴的外轮廓的作为第二构件的所述部分一起构成辅助旋转支架。辅助旋转支架通常是手动旋转的。辅助旋转支架原则上不属于机床。可以理解的是,所述辅助旋转支架的旋转轴线与工件轴线、如通过工件主轴规定的工件轴线同轴地定向。

[0036] 在一个优选的实施形式中设定,所述工件替代件具有一个轴向部分区域,在所述部分区域中,仅在工件周边的一部分上模仿工件,并且所述工件替代件具有轴向剩余区域,在所述剩余区域中,在所述工件的整个周边上模仿工件,尤其是,在所述轴向部分区域中,周边的所述部分具有多个在周向上彼此分开的部分结构。借助于所述剩余区域可以如工件

那样固定工件替代件,例如固定在原本的夹具中。通过在所述轴向部分区域中在所述周边的一部分上使工件替代件开口,可以改善操作人员的观察条件,尤其是在带内齿的工件的情况下。利用所述单独的部分结构、例如两个间距约为 180° 的部分结构或三个间距约为 120° 的部分结构,可以实现特别好的观察条件。必要时,这些部分结构也可以在(例如利用爪式夹盘或摆爪式夹盘)夹紧工件替代件时一同起作用。所述部分结构在周向上多数仅在较小的角度范围上,多数为 30° 或更小、尤其是 20° 或更小的角度范围上延伸。

[0037] 此外,一个变型方案是优选的,在这个变型方案中,所述工件替代件构造成部分工件,所述部分工件至少在一个轴向部分区域中至少在其周边的 $1/3$ 上且最大在其周边的 $2/3$ 上模仿工件,尤其是,将所述部分工件构造成半个工件。利用这种部分工件,对于操作人特别直观地显示碰撞状况,并能特别简单和快速地由操作人员掌握碰撞状况。在碰撞检查的范围内,所述工件替代件通常只需要略微旋转。在所述部分工件中,工件的周边的被模仿的部分通常沿周向是连续的。

[0038] 一个变型方案是优选的,在这个变型方案中,所述工件的工件替代件只是完整或部分地模仿一个横截面轮廓。由此,工件替代件的制造变得特别简单。此时,在包含工件轴线的一个平面中取得所述横截面。

[0039] 在这个变型方案的一个特别优选的改进方案中,所述工件替代件由二维模板构成。所述二维模板的制作是特别简单和经济的。此外,对于操作者实现特别好的观察条件。模板尤其是可以构造成半模板,所述半模板仅(完整或部分地)模仿横截面轮廓在工件轴线一侧的一个半部。所述模板同样也可以构造成全模板,所述全模板(完整或部分地)模仿横截面轮廓的在工件轴线的两侧的两个半部。所述模板通常利用模板支座固定在机床上(直接或间接地固定在工件主轴上)或固定在机床的模型上。

[0040] 在这个改进方案的一个有利的下级变型方案中设定,所述二维模板构造成多重模板,所述多重模板在其边缘轮廓的不同部段上分别完整或部分地模仿不同工件的横截面轮廓。由此可以只利用一个模板以简单和经济的方式模仿多个工件并对这些工件进行碰撞检查。通过在确定的定向上安装多重模板,可以为了进行碰撞检查选择边缘轮廓的确定部段并且由此选择确定的工件。常见的多重模板构造成具有两个到八个不同的部段,这些部段分别与不同的工件的横截面轮廓相对应。

[0041] 此外,上述改进方案的下级变型方案也是有利的,在这个变型方案中,所述二维模板具有能相对于彼此调节的分段,这些分段设置成,使得所述分段完整或部分地模仿工件和/或夹具的横截面轮廓。借助于所述可调节的分段,所述二维模板可以广泛地用于几乎任意工件,必要时也可以用于夹具,所述模板相应的横截面轮廓在可调节的分段处被调整。通常,所述分段在垂直于其延伸方向的横截面中具有 2mm 或更小、多数为 1mm 或更小的直径或最大边缘长度。

[0042] 此外,上述变型方案的一个改进方案也是有利的,在这个改进方案中,所述工件替代件通过光束、尤其是激光束完整或部分地模仿工件和/或夹具的横截面轮廓。通过光束避免了在碰撞检查中可能出现的任意损坏风险。此外,借助于光束,对于操作人员通常能特别容易识别到碰撞。通常借助于一组光束源(如磁性支架上的激光二极管)也可用于毫无问题地模仿不同工件的以及必要时还有夹具的多个横截面轮廓,从而可以广泛地使用这种处理方式。所述光束具有在可见光谱范围内的波长或波长谱;所述光束优选选择成具有对人眼

无危害的强度。通常同时使用至少三个光束(例如水平方向上至少两个光束,竖直方向上至少一个光束)。备选地,也可以代替光束使用棒、绳或线来实现部分地模仿所述横截面轮廓。进一步备选地,也可以使用全息技术产生工件替代件。

[0043] 这个改进方案的一个下级变型方案是优选的,这个变型方案设定,所述光束模仿工件和/或夹具的横截面轮廓的边缘,和/或所述光束的交叉点模仿工件和/或夹具的横截面轮廓中的角点。例如,水平光束可以对工件上边缘和夹具中的盲孔的底部进行再调整,并且一个或多个垂直光束可以对工件或夹具的内径进行再调整。对于发现碰撞而言,这种处理方式在实践中得到验证。如果在可供使用的光束源一个单独配置中不能对横截面轮廓的所有相关边缘和角点进行碰撞检查,对于每个(检查)相对位置可以依次构成光束源的多个配置并进行碰撞检查。

[0044] 在一种优选的变型方案中,所述一个或所述多个加工部件替代件包括刀具替代件,所述刀具替代件是刀具的模仿件或部分模仿件。由此可以完全避免由于碰撞检查对原本的刀具造成损坏。此外,在碰撞检查期间,必要时原本的刀具还可用于其他方面,或还不需要为了碰撞检查而制造刀具。例如可以通过3D打印制造刀具替代件。通过3D打印也可以以较少的耗费模仿复杂的刀具(尤其是当应完整地模仿刀具的齿部时)。刀具替代件也可以通过3D打印以外的方法制造,例如通过车削和/或铣削。通常,刀具的齿在(部分)模仿件中被省去或用包络曲线或包络面代替。

[0045] 这个变型的一个改进方案是优选的,这个改进方案设定,所述刀具替代件是刀具的部分模仿件,在所述刀具替代件中,至少在一个轴向的部分区域上仅在刀具的周边的一部分上模仿所述刀具,并且在再调整的相对位置中,使所述刀具替代件绕其刀具轴线旋转。由此又可以改善操作人员对碰撞状况的观察。通过旋转刀具替代件,也可以检查刀具周边的没有在刀具替代件中被模仿的部分,以发现是否会发生碰撞。刀具的部分模仿可以与工件的部分模仿类似地进行,尤其是借助于二维模板来进行。

[0046] 一个改进方案也是优选的,在这个改进方案中,所述一个或所述多个加工部件替代件包括刀架替代件,所述刀架替代件是刀架的模仿件或部分模仿件,应利用所述刀架将刀具保持在机床的刀具主轴上。相应地所述刀架在碰撞检查期间也完整地得到保护,防止发生损坏,并且必要时针对刀架对于操作人员也可以改善观察条件。

[0047] 一个变型方案也是有利的,在这个变型方案中,所述一个或所述多个加工部件替代件包括夹具替代件,所述夹具替代件是夹具的模仿件或部分模仿件,应利用所述夹具将工件保持在机床的工件主轴上。由此可以在碰撞检查期间防止夹具的损坏或由夹具造成的损坏或使这种损坏最小化。必要时,针对夹具也可以改善对于操作人员的观察条件。

[0048] 在这个变型方案的一个优选的改进方案中,所述夹具替代件在再调整的相对位置中与工件替代件一起旋转,尤其是,所述夹具替代件和工件替代件由共同的二维模板构成。这能够特别容易地设置。夹具替代件例如可以安装在辅助旋转支架上或者也可以安装在工件主轴上。

[0049] 一种变型方案是特别优选的,这个变型方案设定,在一个或多个加工部件替代件中,相应的加工部件的齿部完整或部分地由所述齿部的包络曲线或包络面替代。这明显简化了加工部件替代件的制造。包络曲线或包络面尤其可以在齿部的顶圆或根圆上延伸。通过在顶圆上模仿,可以检查齿部与其他加工部件(通常不带齿部)的结构碰撞情况。通过

在根圆上模仿,可以确保,两个齿部的相互啮合不会阻碍对所属检查位置的再调整。

[0050] 此外,一个变型方案是有利的,在这个变型方案中,所述加工部件包括至少一个辅助工具,尤其是,所述至少一个辅助工具包括气体喷嘴组件和/或吸嘴组件和/或KSS喷嘴组件和/或定心传感器。所述或各所述辅助工具也称为补充工具。所述至少一个辅助工具用于在加工之前或加工期间辅助通过刀具对工件的直接加工;辅助工具本身通常不会用于对工件的直接加工。在对加工部件的相对位置再调整时,通常使用机床的原本的辅助工具;但也可以使用辅助工具替代件。通过在碰撞检查中考虑所述辅助工具,还可以发现辅助工具参与的意外碰撞,并由此在必要时防止发生损坏。

[0051] 这个变型方案的一个改进方案是优选的,这个改进方案设定,对于至少一个检查位置,在再调整的相对位置中,对至少一个辅助工具进行功能优化,尤其是通过辅助工具的定位、定向和/或选择进行功能优化。由于通过工件替代件只部分地模仿工件并且必要时通过加工部件替代件部分地模仿其他加工部件,能够良好地观察并且良好地接近辅助工具,从而可以在碰撞检查范围中特别简单地实现对辅助工具、尤其是对其定位和定向的优化。例如,吹气喷嘴可以特别精确地对准产生切屑的位置或切屑可能发生积聚的位置。

[0052] 一个变型方案是特别优选的,在这个变型方案中,由工件替代件部分模仿的工件是带内齿的工件。在带内齿的工件中,由于工件实际上完全遮挡了要加工的齿部和其他位于内部的结构,以传统的方式在视觉上对碰撞进行检查是特别困难的。如果根据本发明使用工件的部分模仿件作为工件替代件,由于工件替代件至少在工件的周边的一部分上是打开的,可以显著改善向工件中的观察条件。因此,本发明对于带内齿的工件是特别有益的。备选地,本发明也可以例如用于带外齿的工件或带端齿的工件。一般而言,在本发明的范围内进行碰撞检查的工件可以具有一个或多个齿部。

[0053] 此外,一个变型方案是优选的,在这个变型方案中,在所述工件替代件旋转时,观察至少一个光隙,以进行碰撞检查。至少一个光隙可以在工件替代件与刀具或刀具替代件之间延伸。如果光隙消失或没有超过预先规定的尺寸,则识别到碰撞。备选地,也可以根据升高的旋转阻力或根据偏转、尤其是工件替代件和/或刀具或刀具替代件的偏转来识别碰撞。

[0054] 此外,一个变型方案是优选的,这个变型方案设定,至少一个加工部件替代件具有第一模仿部段和第二模仿部段,所述模仿部段模仿相应的加工部件的两个同类地构成的部段,并且在第一模仿部段和在第二模仿部段中模仿的类型是不同的,尤其是,在加工部件上同类的部段带有齿部,并且第一模仿部段模仿齿部的顶圆,并且第二模仿部段模仿齿部的根圆。模仿的不同类型可以尤其是在于,在一个所述模仿件中模仿同类部段的(在周向上周期性的)结构的最大径向和/或轴向延伸尺寸,而在另一个模仿件中模仿(在周向上周期性的)结构的最小径向和/或轴向延伸尺寸。利用这个变型方案,既可以(尤其是借助于第一模仿部段)发现例如齿部的直接碰撞,也可以对完全进给/进刀的相对位置进行再调整,在所述相对位置中,所述齿部与例如嵌入另一个加工部件的另一个齿部。加工部件的同类部段可以通过旋转(例如,在工件替代件的情况下,绕工件轴线的旋转)相互转换。

[0055] 此外,一个变型方案是有利的,在这个变型方案中,在至少一个加工部件替代件上设置至少一个边界标记,所述边界标记指示所属加工部件的在加工部件替代件上没有或没有完全被模仿的结构的边界。利用所述边界标记可以例如指示齿部的起点或终点,所述齿

部在加工部件替代件上至少局部地没有或没有完全被模仿。边界标记使操作人员能更容易地识别在没有或没有完全被模仿的结构中的碰撞。没有或没有完全被模仿的结构使得可以设置加工部件和加工部件的完全进给和/或完全进刀的相对位置,这种相对位置利用完全被模仿的结构原本是不能设置的。

[0056] 在一个有利的变型方案中设定,在至少一个加工部件替代件上设置识别标记,所述识别标记使得能够识别加工部件替代件和/或将加工部件替代件与相应的加工部件对应起来,尤其是,所述识别标记对于人是肉眼可读的和/或是机器可读的,并且尤其是,所述识别标记包括字母数字的代码和/或QR码和/或条形码和/或RFID标签。这简化了机床和其加工部件替代件的操作以及根据本发明方法的实施,尤其是也在自动化流程中的实施。可以例如打印、粘贴或雕刻所述识别标记。

[0057] 落入本发明的范围内的还有一种机床系统,所述机床系统构造成用于实施上面说明的根据本发明的方法,所述机床系统包括用于加工至少一个工件的机床以及包括一个或多个加工部件替代件,所述加工部件替代件分别是机床的相应的加工部件的模仿件或部分模仿件,所述一个或所述多个加工部件替代件包括工件替代件,所述工件替代件是工件的部分模仿件,在所述工件替代件中,至少在一个轴向的部分区域上,仅在所述工件的周边的一部分上模仿所述工件。利用根据本发明的机床系统,尤其是在使用上面说明的根据本发明的方法情况下,可以以简单、经济且可靠的方式实施碰撞检查。所述机床系统还可以包括(除了工件替代件以外)一个或多个其他的加工部件替代件,例如刀具替代件、夹具替代件或刀架替代件。关于一个或多个加工部件,所述机床系统可以既包括原本的加工部件也包括加工部件替代件(例如,用于工件的原本的夹具和所属的夹具替代件)。

[0058] 在根据本发明的机床系统的一个优选实施形式中设定,所述机床包括电子的机床控制器,所述机床控制器编程为用于,对于所有已识别的检查位置,操控设置在机床上的加工部件替代件和/或加工部件的所属的检查相对位置,以便实施上面说明的、根据本发明的方法,尤其是,在过程特有的循环中,所属的检查相对位置等于加工部件的相对位置,或者在过程特有的循环中,所属的检查相对位置相当于加工部件的相对位置加上偏差量,所述偏差量是由于相应加工部件替代件在机床上的固定不同于相应的原本的加工部件的固定而引起的。由此可以特别简单和方便地在所述机床上实施根据本发明的用于碰撞检查的方法。

[0059] 此外,加工部件替代件在上面所述的根据本发明的方法中或在根据上面所述的根据本发明的机床系统中的应用也落入本发明的范围中,其中,所述加工部件替代件是相应的加工部件的模仿件或部分模仿件,尤其是,所述加工部件替代件是用于相应的工件的工件替代件,在所述工件替代件中,至少在一个轴向的部分区域上,仅在工件的周边的一部分上模仿所述工件。通过这种应用可以以简单、经济和可靠的方式进行碰撞检查。

附图说明

[0060] 由说明书和附图得出本发明的其他优点。所示出和所说明的实施形式不应理解为穷尽的列举,而是为了说明本发明更多地具有示例性特征。

[0061] 图1用示意性侧视图示出根据本发明的机床系统的示例性实施形式,以用于实施根据本发明的用于碰撞检查的方法,所述机床系统具有已安装的构造成半个工件的工件替

代件；

[0062] 图2示出图1中的工件替代件的区域中的放大图；

[0063] 图3以示意性透视图示出图1的半个工件；

[0064] 图4用示意性透视图示出用于本发明的示例性工件替代件，所述工件替代件构造具有三个在周向上隔开间距的部分结构；

[0065] 图5用示意性透视图示出图3和图4的工件替代件的原本的工件；

[0066] 图6用示意性透视图单独地示出图1中的带有已安装的工件替代件的夹具；

[0067] 图7用示意性透视图单独地示出图1中的带有已安装的刀具替代件的刀架替代件，其中所述原本的刀具的齿部由包络面模仿；

[0068] 图8a用示意性透视图示出用于本发明的带有刀具替代件的示例性刀架替代件，其中原本的刀具的齿部被完整模仿；

[0069] 图8b用示意性透视图示出用于本发明的带有刀具替代件的示例性刀架替代件，所述刀具替代件构造成二维模板；

[0070] 图9用示意性透视图示出另一个根据本发明的机床系统的示例性实施形式，用于执行根据本发明的用于碰撞检查的方法，所述机床系统带有已安装的二维模板，所述模板构成工件替代件和夹具替代件；

[0071] 图10示出图9中的在二维模板区域中的放大图；

[0072] 图11示出图9中的二维模板的放大侧视图；

[0073] 图12示出用于本发明的中间支架的带有已安装的多重模板的模板支架的从斜上方观察的示意性透视图；

[0074] 图13用从斜下方观察的示意性透视图示出图12中的模板支架和多重模板；

[0075] 图14a用从斜上方观察的示意性透视图示出用于本发明的示例性中间支架，所述中间支架构造带有滑动轴承的辅助旋转支架；

[0076] 图14b用从斜下方观察的示意性透视图示出图14a的中间支架；

[0077] 图14c用示意性横向剖视图示出用于本发明的示例性中间支架，该中间支架构造带滚动轴承的辅助旋转支架；

[0078] 图15用示意性横向剖视图示出用于本发明的工件替代件，该工件替代件构造成具有可调节的分段的二维模板；

[0079] 图16用示意性透视图示出根据本发明的机床系统的另一个示例性实施形式的一个局部，所述机床系统用于实施根据本发明的用于碰撞检查的方法，所述机床系统具有通过光束部分地模仿原本的工件的工件替代件；

[0080] 图17用示意性透视图示出模型，该模型模仿机床的机器轴，以用于实施按另一个变型方案的根据本发明的用于碰撞检查的方法。

具体实施方式

[0081] 图1用示意性侧视图示出根据本发明的机床系统1的一个示例性实施形式，以用于实施根据本发明的按一个示例性变型方案的用于碰撞检查的方法。所述机床系统1具有机床2，在所述机床上安装工件替代件3。图2示出图1的在工件替代件3的区域中的放大的局部。要注意的是，图9示出机床系统1的另一个类似的实施形式，并且对机床2的一般性说明

等地适用于这两个实施形式。图10示出图9的在这里的工件替代件3的区域内一个放大的局部,并且图11还示出图9的工件替代件3的放大侧视图。

[0082] 在机床2上规划加工过程,在此期间,利用刀具(在图1/图2中没有示出,但参见在图7中所示的刀具替代件14和图10中的刀具,附图标记7)对安装在机床2上的工件(在图1/图2和图9/图10/图11中没有示出,但对此见图5,附图标记20)进行加工,例如硬滚削。这里,工件绕工件主轴4(机床2的C轴)的工件轴线WSA旋转,并且刀具绕刀具主轴5(机床的B轴)的刀具轴线WZA旋转,并且使工件和刀具相互接合。通常,应依次加工多个工件,因此首先将工件安装在机床上、对其进行加工并将其拆卸,并且然后安装下一个工件,进行加工并拆卸,以此类推。

[0083] 在加工单个工件的过程中,加工部件B在机床2上通过机器轴按过程特有的循环相对于彼此移动;每次加工新的工件时,都重复所述过程特有的循环。此时,机床2的加工部件B至少表现为工件和刀具。这里,机床2示例性地作为可以在过程特有的循环范围操作的机器轴包括:

[0084] -机器轴Y,利用这个机器轴,工件滑架8这里能沿水平方向相对于机床2的床身2b移动,工件滑架8支承工件主轴4;

[0085] -机器轴X,利用这个机器轴,刀具滑架9这里能沿水平方向相对于十字滑架10移动,刀具滑架9支承刀具主轴5;

[0086] -机器轴Z,利用这个机器轴,十字滑架10这里能沿竖直方向相对于床身2b移动,十字滑架10支承刀具滑架9;

[0087] -机器轴A,刀具主轴5能绕这个机器轴在刀具滑架9上摆动,机器轴A这里水平(即与X平行)地延伸。

[0088] 机器轴X、Y和Z这里相互正交。机床2可以如在CH 715 794 B1中记载的那样构成,并且尤其是具有如所述文献的机器轴的构成。CH 715 794 B1的全部内容通过引用就此包含本公开中。

[0089] 如在工件替代件3上可以看到的那样,在所示示例中,工件选择成带内齿的工件(对此也参见图5)。在过程特有的循环的范围内,例如机器轴X、Y、Z的操作序列可以如下设有步骤S1至S7(这里假定,工件首先处于工件更换位置,并且刀具首先处于用于工件更换的位置,在这个位置中刀具沿X和Z方向偏离基位):

[0090] -S1:工件滑架8在Y上移动,以便将工件从工件更换位置带到加工位置;

[0091] -S2:刀具滑架9在X上移动并且十字滑架10在Z上移动,以便将刀具带到基位;

[0092] -S3:从刀具的基位出发,十字滑架10在Z上向下移动,从而刀具在工件上进行加工(进刀);

[0093] -S4:在X上并且在需要时与工件滑架8沿Y的运动耦合地调整刀具滑架9,以便使工件和刀具脱离接合;

[0094] -S5:十字滑架10在Z上向上移动,以便将刀具从工件中移出;

[0095] -S6:刀具滑架9在X上移动,并且如果在步骤S4中尚未发生,十字滑架10在Z上移动,直到刀具重新处于用于工件更换的位置;

[0096] -S7:工件滑架8在Y上移动,以便将工件重新带到工件更换位置。

[0097] 可以在步骤S7和S1之间进行工件更换;为此,例如可以使用没有详细示出的工件

更换机器人。至少在步骤S3和S4期间,刀具和工件转动(操作B轴和C轴,但这些轴通常与碰撞检查无关)。在上述示例中,主要或连续单独依次操作机器轴X、Y、Z,这通常是优选的;但也可以至少成对地同时操作多个机器轴X、Y、Z。还应注意的是,在循环的过程中操作的机器轴不需要是线性轴,并且尤其是还可以包括摆动轴。此外,机器轴也可以包括冗余轴。

[0098] 在规划过程特有的循环时,(在实际的工件加工范围内首次执行过程特有的循环之前)必须检查,所计划的循环中是否不会在相关的加工部件之间发生意外碰撞(“碰撞检查”)。如果是肯定的,则可以开始进行加工。如果是否定的,则必须修改目前为止规划的过程特有的循环。为此,本发明对于碰撞检查设定以下处理方式:

[0099] 首先,在所计划的过程特有的循环中识别(确定)一个或多个检查位置;所述识别可由电子控制单元实施,所述控制单元知悉所计划的过程特有的循环。这里,检查位置分别描述了参与加工过程的加工部件的相对位置(包括定向);就是说,检查位置对应于过程特有的循环中的一个时刻。检查位置原则上(尤其是在选择和数量方面)这样来确定,即,在所有设定的检查位置处都不发生碰撞的情况下,所述过程特有的循环整体上是无碰撞的。

[0100] 在许多情况下,在所述过程特有的循环中的各时刻总是良好地适于用作检查位置,在这些检查位置处,对一个机器轴的操作已结束和/或对下一个机器轴的操作将开始(“方向变换”)。必要时,可以给这些检查位置补充另外的检查位置,例如,在加工部件的以下相对位置处进行,在所述相对位置上预期两个加工部件最为靠近(例如,如果两个加工部件或其突出部分关于一个机器轴的方向处于“相同高度”)。在上述示例中,例如可以分别在步骤S2-S4结束时确定检查位置。

[0101] 然后针对每个设定的检查位置对相关加工部件的相对位置进行再调整。此时,在本发明范围内用加工部件替代件E替代一个或多个原本的加工部件B,所述加工部件替代件是对应的原本的加工部件B的模仿件或部分模仿件;至少用工件替代件3替代工件。工件替代件3(至少在一个轴向的部分区域中)仅在工件的周边的一部分上模仿工件;就是说,省去周边的一部分。因此,对于操作人员实现了对碰撞状况更好的观察,尤其是向替换工件3的径向内部中的观察。通过旋转工件替代件3,仍可以检查工件替代件3或工件的整个周边,以发现碰撞。尤其是,在旋转时可以将所述周边的被模仿的部分带入碰撞临界位置,而无需事先知道或事先设置属于碰撞临界位置的旋转位置。

[0102] 在图1/图2中示出的机床2中,将工件、用于工件的夹具11、刀具、刀架(参见图9/图10/图11中的附图标记12)、气体喷嘴组件13和定心传感器28设定为加工过程中的加工部件B。一部分加工部件B已为了进行碰撞检查由加工部件替代件E替代;在用于根据本发明的碰撞检查的机床系统1中,工件在图1/图2的实施形式中由工件替代件3替代,刀具由刀具替代件14替代,并且刀架由刀架替代件15替代。加工部件替代件E通常由经济的和柔性的材料制成,从而在碰撞检查期间发生碰撞情况下,参与碰撞的(原本的)加工部件B不会被部件替代件E损坏。

[0103] 在图1中示出的实施形式中,利用机床2运行到达配设给检查位置的相对位置直接作为的检查相对位置,因为加工部件替代件E在这里以与相应的原本的加工部件B相同的方式固定在机床2上。电子机床控制器2a被编程为,依次运行到达各检查相对位置;通常,操作人员手动释放到下一个检查相对位置的过渡。机床2在相应的检查相对位置处停止,操作人员打开机器覆盖件(例如前门),并且操作人员通常用手使工件替代件3在图1中通过工件主

轴4绕工件轴线WSA旋转,以检查碰撞位置。如果已经检查所述检查相对位置,操作人员再次关闭机器覆盖件,并且可以运行到达下一个检查相对位置,依此类推。

[0104] 在图1/图2所示的实施形式中,也将气体喷嘴组件13和定心传感器28设定为加工部件B,这里所述气体喷嘴组件和定心传感器固定在刀具主轴5的壳体上。气体喷嘴组件13和定心传感器28是辅助工具27的示例,所述辅助工具对工件的加工提供辅助,但本身没有直接参与加工。在加工过程中,利用气体喷嘴组件13可将切屑从工件和刀具的接合区域吹走。在根据本发明的碰撞检查的范围内,一方面也对气体喷嘴组件13进行碰撞检查(特别是发现与工件/工件替代件3或其夹具11的碰撞)。另一方面,可以对气体喷嘴组件13的定位和定向(尤其是在所示的示例中的三个所属的气体出口)进行优化,例如在上面的示例中针对步骤S2和/或S3和/或S4结束时的检查位置进行优化。由于通过工件替代件3仅部分地模仿工件,对于操作人员来说,在气体喷嘴组件13和其部件的可接近性以及可视性方面,这种优化都可以特别简单地进行。定心传感器28检测刀具相对于刀具轴线WZA的旋转位置,以建立刀具和工件的同步。

[0105] 在图1实施形式中使用的工件替代件3在图3中单独示出。工件替代件3构造成部分工件16a,并且这里构造成半个工件16。在所示的半个工件16中,所属的原本的工件(见图5)在周边的一半(即 180° 的圆周角)上连贯地被模仿;所述周边的其余部分在模仿中被省去。图3的工件替代件3在工件的整个轴向高度上模仿原本的工件。

[0106] 为检查碰撞,可以使半个工件16绕工件轴线WSA旋转 180° 或更多,从而 360° 的整个圆周角范围由所述半个工件16占据至少一次。

[0107] 图4示出工件替代件3的一个备选构成方案,所述工件替代件在一个(这里为上部的)轴向的部分区域17内在原本的工件的周边的一部分上模仿原本的工件,即仅通过三个在周向上分开的部分结构19模仿。所述部分结构19这里相同地构成(备选地也可以在部分结构19上建立两个或者还更多的模仿部段,这些模仿部段以不同的方式模仿工件的同类部段,这些模仿部段没有示出,但对此参见图11)。部分结构19彼此间隔开约 120° 。在模仿的范围内,在工件替代件3中省去了部分结构19之间的周边区域(只要这些区域落入上部的轴向部分区域17之内)。在(这里为下部的)轴向剩余区域18中,在整个周边上模仿原本的工件。所述轴向剩余区域18便于将工件替代件3夹紧在夹具上。

[0108] 为了检查碰撞,可以使工件替代件3绕工件轴线WSA旋转 120° 或更多,从而一个部分结构19占据过 360° 的整个圆周角范围至少一次。

[0109] 为了进行比较,图5示出由图3和图4的工件替代件部分模仿的原本的工件20。该工件具有齿部21,即内齿部22。

[0110] 在图3和图4的工件替代件3中,由包络面23替代齿部21,所述包络面这里模仿齿部21的顶圆。由此,工件替代件3能够更容易地制造。在其余方面,相应工件替代件3的尺寸等于原本的工件20的尺寸。要注意的是,在所示示例中,齿部21具有台阶部73,所述台阶部在工件替代件(见图3和图4中的附图标记3)上也可以看到。

[0111] 图6以在夹具11中夹紧的状态单独地示出图4的工件替代件3。夹具11可以固定在工件主轴中。

[0112] 图7以固定在刀架替代件15中的状态单独地示出图1/图2的刀具替代件14。刀架替代件15设有磁体26,利用所述磁体可以以简单的方法实现在刀具主轴上的固定。在刀具替

代件14上,通过包络面24替代原本的刀具的齿部。要注意的是,这里刀具替代件14在整个周边上进行模仿。刀具替代件14可以例如通过车削制造。

[0113] 图8a示出刀具替代件14和刀架替代件15的类似于图7的构成方案的构成方案。但这里在刀具替代件14上,原本的刀具齿部也在刀具替代件14上通过齿部25(即齿对齿)完整地模仿。刀具替代件14可以例如通过3D打印由塑料制造。

[0114] 图8b示出刀具替代件14和刀架替代件15的另一个备选的构成方案,这个构成方案与图7的构成方案类似。但这里的刀具替代件14由二维模板74构成,并且相应地仅针对原本的刀具的周边的一部分、即在一个(包含刀具轴线的)横截面的区域内模仿原本的刀具。在刀具替代件14上由与齿部的顶圆上的横截面轮廓相对应的包络面75代替原本的刀具的齿部。刀具替代件14可以例如从金属板上切割出来。构造成二维模板74的刀具替代件14可以例如插入刀架替代件15下侧上的缝隙中(没有详细示出)。在碰撞检查时,刀具替代件14绕刀具轴线旋转,这里借助于刀具主轴的旋转轴承来旋转。

[0115] 图9用示意性透视图示出根据本发明的机床系统1的另一个示例性实施形式,用于以另一个示例性变型方案实施根据本发明的用于碰撞检查的方法。图10示出图9的工件替代件3区域中的放大图,所述工件替代件这里构造成二维模板30,并且图11示出二维模板30的附加的从侧面观察的放大图。机床系统1大部分已经在上面在图1/图2中进行了介绍,因此这里只应说明与其主要的区别。

[0116] 在图9/图10/图11中,在用于根据本发明的碰撞检查的机床系统1中,工件和用于工件的夹具用工件替代件3和夹具替代件29替代。这里,工件替代件3和夹具替代件29由一个二维模板30共同地构成,所述二维模板在其上部34中分别部分地模仿工件的轮廓,并且在下部35中分别部分地模仿夹具的轮廓。这里,刀具7连同其齿部7a和刀架12是原本的加工部件B。要注意的是,如果希望,刀具7和刀架12备选地也可以通过加工部件替代件替代(这里没有详细示出,但对此参见图7、图8a、图8b)。

[0117] 通过二维模板30只对工件和夹具(在与碰撞检查相关的部分中)的横截面轮廓进行模仿。这在制造上是非常简单和经济的,例如通过对塑料板、纸板或薄金属板的冲裁或切割来制造。另一方面,由此使得能够很好地观察碰撞状况。这里,二维模板30是全模板,所述全模板模仿工件在工件轴线WSA两侧的横截面轮廓。

[0118] 二维模板30这里设有RFID标签31和肉眼可读的字母数字代码(文字标识)32。RFID标签31和字母数字代码32是识别标记33的示例,利用识别标记可以容易地辨识模板30,并且尤其是可以容易地将其配设给原本的刀具和原本的夹具。

[0119] 如由图11可以特别好地看到的那样,在二维模板30的两侧(半部)上以不同的方式模仿工件的横截面轮廓。在图11中的左侧,在第一模仿部段36中由包络曲线38模仿工件的齿部的一个部段,该包络曲线与齿部的顶圆相对应。在图11中的右侧,在第二模仿部段37中,由包络曲线39模仿工件齿部的另一个部段,该包络曲线(在齿部的轴向延伸的最大的、这里下面的部分上)对应于齿部的根圆。工件的所述部段和所述另一个部段以同类的方式构成(即,所述可以通过工件的旋转、这里180°的旋转相互转换)。通过第一模仿部段36可以在检查位置中检查与加工部件或加工部件替代件的碰撞,对于所述检查位置没有设置工件齿部的接合。利用第二模仿部段37,可以将刀具7以其齿部7a(或在其他实施形式中将刀具替代件)向工件替代件一直引导到齿部的根圆上,就是说,可以模拟向工件齿部中的完全接

合。通过将模板30旋转(接近)360°,可以在整个周边上检查碰撞。

[0120] 在第二模仿部段37的区域内,在二维模板30上设置边界标记40,通过所述边界标记向操作人员指示,在第二模仿部段37的区域内,没有被完整模仿的齿部在何处结束。在操作人员使用第二模仿部段时,这对于操作人员简化了对检查相对位置的验证并由此简化了对可能的碰撞的识别。

[0121] 在图11中还可以很好地看到常见的光隙72,操作人员可以检查所述光隙,以便发现碰撞。在图11中,所绘制的光隙72置于刀架12与工件替代件3的(径向内)轮廓之间。由于在加工部件B和加工部件替代件E的所示相对位置中在工件替代件3和刀架12之间仍留有足够的光隙72,不存在碰撞。如果在工件替代件3或二维模板30旋转时在工件替代件3和刀架12之间发生接触(即光隙72消失),则会发生碰撞。

[0122] 二维模板30这里固定中间支架76上,所述中间支架76又设置在机床2的原本的夹具11上。所述原本的夹具11安装在工件主轴4上。要注意的是,这里在碰撞检查中没有使用原本的夹具11,而是使用由二维模板30连带构成的夹具替代件29。所述夹具11这里仅用于支承(固定)中间支架76。中间支架76这里包括模板支座42和(在图10中大部分被遮挡的)下部77,模板支座42利用固定元件48、主要是滚花螺钉49不可相对转动地固定在所述下部上。二维模板30固定在模板支座42上,并且所述下部77固定在(原本的)夹具11中。为了旋转工件替代件3,通过工件主轴4或其旋转轴承使工件替代件3连同中间支架76和夹具11旋转。但要注意的,通过省去滚花螺钉49,中间支架76也可以用作辅助旋转支架,所述辅助旋转支架具有构造成滑动轴承的自身的旋转轴承(对此见图14a/图14b)。

[0123] 但由于这种构造,在碰撞检查时工件替代件3的和夹具替代件29(或模板30)的(在Z方向上的)位置与在实际的工件加工期间工件和原本的夹具11的位置并不一致。工件替代件3和夹具替代件29以偏差量43“过高”地设置在原始位置之上。

[0124] 在图9/图10/图11中所示的实施形式中,由机床2运行到达作为检查相对位置的配设给检查位置的相对位置,所述检查相对位置相当于相对位置加上偏差量43。所述偏差量43对以下情况进行补偿,即,工件替代件3和夹具替代件29这里不是以与相应的原本的加工部件B相同的方式固定在机床2上。机床控制器2a被编程为,依次运行到达这样适配的检查相对位置。要注意的是,可以在工件替代件3上用文字标识32给出偏差量43,或者也可以将所述偏差量存储在RFID标签31中,从而操作人员可以在机床控制器中输入所述偏差量,或者机床控制器可以自动读出并接收偏差量43的值。

[0125] 图12用从斜上方观察的透视图和图13用从斜下方观察的透视图再次说明图9/图10/图11的中间支架76的模板支座42的结构,其中与此不同地,现在将构造成半模板45的多重模板44保持在模板支座42上。

[0126] 模板支座42构造成具有基板46,所述基板向内(朝工件轴线WSA的方向)构造成具有定位棱柱47形式的凹部。固定元件48设置在基板46上,以便将模板支座42固定例如在中间支架的下部(对此参见图10、附图标记77)或固定在辅助旋转支架的转盘(对此参见图14c、附图标记58)上,或者必要时也直接固定在其他结构、如夹具或工件主轴上。作为固定元件48这里示例性示出滚花螺钉49和磁体50。基板46这里包括盖板46a(通常由金属制成)和位于盖板之下的塑料棱柱46b。

[0127] 此外,这里模板支座42具有两个接片51,可将一个或多个二维模板30固定在所述

接片上,这里,滚花螺钉52也可以用作所述模板30的固定元件53。如图所示,接片51可以是盖从盖板46a上弯起的金属片部段或者是固定在基板46上的附加的结构(后者未详细示出)。

[0128] 在所示的结构形式中,固定在模板支座42上的二维模板30选择成多重模板44。多重模板44这里构造成双重模板,所述双重模板具有其边缘轮廓的两个不同的部段55、56,每个所述部段55、56都模拟不同的工件的横截面轮廓。根据多重模板44以哪个定向安装在模板支座42上,多重模板44可作为一个或另一个工件的工件替代件3起作用。在多重模板44的所示定向中,部段56用于碰撞检查,通过该部段,在上部34中部分地模仿带内齿的工件的横截面轮廓。在下部35中,部段56还部分地模仿夹具,使得多重模板44也同时起到夹具替代件29的作用。如果在图12中的模板30以绕竖直轴线旋转180°的定向安装在模板支座42上,此时部段55用于碰撞检查。

[0129] 由于多重模板44只在一侧(在图12中左侧)模仿相应工件的横截面,所述多重模板44被称为半模板45。由此可以获得对碰撞状况特别好的观察条件。

[0130] 图14a和图14b用透视图示出图9/图10/图11的中间支架的一个变型方案。在图14a/图14b的变型方案中,中间支架76可用作辅助旋转支架41。模板支座42和下部77基本上如图9/图10/图11和图12/图13中所描述那样构成,这里仅说明主要区别。

[0131] 辅助旋转支架41这里包括模板支座42和下部77。但模板支座42这里不是不可相对转动地固定在下部77上,而只是以定位棱柱47贴靠到下部77的容纳部79上。所述容纳部79相对于下部77的上侧的平坦的滑动面78a构成环形的凸起,模板支座42以其塑料棱柱46b支承在所述滑动面上。塑料棱柱46b也可以称为滑动元件。此外,在这种结构形式中,下部77也可以称为辅助旋转支架41的滑动基座78,或由于其整体构造而简称为环。

[0132] 定位棱柱47贴靠在容纳部79上并且由此使模板支座42定心,而模板支座42可以手动地绕工件轴线WSA(所述工件轴线延伸通过容纳部79的中心)任意旋转,其中,模板支座42(或塑料棱柱)以其下侧在滑动面78a上滑动。此时不需要为了使工件替代件3旋转而操作工件主轴。

[0133] 下部77在其下侧上具有环形的凸起78b,下部77可以以这个凸起夹紧在原本的夹具中。下部77尤其可以由钢制成。

[0134] 图14c用横向剖视图示例性示出用于本发明的一个备选的中间支架76的主要部分,所述中间支架同样可以用作辅助旋转支架41,并且所述中间支架例如可以用在图9/图10/图11的机床系统的实施形式中,以代替这里的中间支架。

[0135] 所述辅助旋转支架41具有脚部57,所述脚部通常能夹紧在原本的夹具中(这里未示出,但可参见例如图10和这里的附图标记11)。转盘58能绕轴线旋转地支承在脚部57中,这个轴线在使用中对应于工件轴线WSA;在所示的结构形式中,为此使用滚珠轴承60。模板支座(这里未示出,但可参见例如图12/图13或图9/图10/图11,这里的附图标记42)固定在转盘58上。转盘58这里具有用于固定模板支座的螺纹孔59,滚花螺钉(在图9/图10/图11或图12/图13中的附图标记49)可以旋入所述螺纹孔中。在所示的结构形式中,转盘58具有这里为圆柱形的定心凸起58a,用于贴合模板支座的定位棱柱47。

[0136] 图15以局部剖开的示意性侧视图示出用于本发明的二维模板30,所述模板30构造成可调节的,并且因此可以用作用于多个工件的工件替代件3。

[0137] 模板30构造成具有多个沿轴向(在图15中竖直)方向相叠布置的分段61,这些分段

可以在径向(在图15中水平)方向上单独地调节。所述分段61优选构造成在横截面中为矩形、尤其是正方形的杆。分段61在模板支座42的内引导件(内杆支座)62和外引导件(外杆支座)63中被引导。当松开固定元件、这里是固定螺钉64时,可以对分段61进行调节,通过分段61的整体(杆组、杆束)利用分段61的内端65近似地模仿期望的工件的横截面轮廓66。然后可以使固定螺钉64收紧,由此在径向方向上固定分段61。模板支座42通常是辅助旋转支架(未详细示出)的一部分。

[0138] 分段61的在其后端上分别设有弯曲部61a、61b,以方便操作人员抓握分段61;此时,弯曲部61a、61b优选交替指向不同的方向。在图15中,具有(从图平面出发)向前的弯曲部61a的分段61和(向图平面中)向后的弯曲部61b的分段61交替设置。

[0139] 在图15中,侧视图被挡住的结构用虚线表示。

[0140] 图16用示意性侧视图在工件替代件3的区域中的一个局部中示出根据本发明的机床系统1的另一个示例性实施形式,用于按另一个示例性变型方案实施根据本发明的用于碰撞检查的方法。这里只说明与图1/图2的结构形式的主要区别。

[0141] 在所示的实施形式中,工件替代件3由多个光束67构成,这些光束部分地模仿工件的横截面轮廓。这里,光束67及其交叉点70标识出工件的横截面轮廓的边和角。光束67这里是由光束源69(例如市场上常见的激光指示器)产生的激光束。光束源69通过光源支座69a安装在这里是弓架状的支座元件68上。通过使工件替代件3或支座元件68绕工件轴线WSA旋转,可以在对于操作人员有特别好的可观察性的情况下在工件的整个周边上检查碰撞状况。通常,通过光束67还可以由于光束67的光反射或中断(这些光束在其通过例如雾或烟尘的走势中可以利用廷德尔效应而非常容易被观察到)特别容易地识别相撞的边缘。

[0142] 支座元件68可以是辅助旋转支架的一部分(所述支座元件68例如安装在辅助旋转支架的转盘上),或者也可以直接安装在原本的结构上(例如如这里所示那样安装在工件主轴4上)。

[0143] 这里在支座元件68上设置线性刻度71,作为用于调整光束源69的调整辅助结构。

[0144] 通过光束67可靠地避免与光束67相撞的原本的加工部件(如刀具)发生任何损坏。

[0145] 图17用示意性透视图示出模型80,利用所述模型可以用于根据本发明的碰撞检查的检查位置或检查相对位置进行再调整。此时,在根据本发明的碰撞检查期间不需要原本的机床、如在图1和图9中所示的机床,从而避免了机器停机。对于碰撞检查,模型80可以完全模拟图1和图9的机器轴。

[0146] 模型80具有台板81,在所述台板上通过手摇柄83能够使中间滑架82关于所模拟的机器轴X移动。在中间滑架82上,利用手摇柄85可以使工件滑架替代件84沿模拟的机器轴Y移动。二维模板30通过辅助旋转支架41保持在工件滑架替代件84上并能绕模拟的工件轴线WSA旋转。所述二维模板30这里构成工件替代件3和夹具替代件29。

[0147] 模型工具头88能绕模拟的机器轴A旋转地支承在竖直滑架86上,所述竖直滑架能通过手摇柄87竖直地沿模拟的机器轴Z移动。所模拟的刀具轴A可以借助于摆动轴驱动器90(所述摆动轴驱动器这里包括蜗轮蜗杆传动装置,这里没有详细示出)通过手摇柄89操作。将刀具替代件14保持在模型工具头88上,所述刀具替代件可以绕模拟的机器轴A摆动。此外,这里在模型工具头88构成原本的气体喷嘴组件91,所述气体喷嘴组件可以利用调整装置94进行调整。此外,在竖直滑架86上还设有调整支架92,在所述调整支架上这里可以调整

原本的定心传感器93。备选地,也可以在模型80上设置气体喷嘴组件替代件或还有定心传感器替代件(没有详细示出)。

[0148] 所模拟的机器轴X、Y、Z、A设有没有详细示出的刻度,操作人员可以利用所述刻度必要时以适当的偏差量来调整所需的检查位置或检查相对位置。此时,在每个检查位置或检查相对位置上,操作人员可以通过辅助旋转支架41旋转工件替代件3,以便检查加工部件替代件E(这里,附图标记3、29、14)和加工部件B(这里,附图标记91、93)以发现碰撞。

[0149] 总之,本发明涉及一种对加工过程进行碰撞检查的方法,

[0150] 其中,为所述加工过程设定过程特有的循环,在所述循环期间应使多个加工部件(B)利用机床(2)上的至少一个机器轴(A、X、Y、Z)相对于彼此移动,所述加工部件(B)包括至少一个工件(20)和刀具(7),并且至少在所述过程特有的循环的一部分期间,工件(20)应绕工件轴线(WSA)旋转,并且刀具(7)应绕刀具轴线(WZA)旋转,所述方法的特征在于,

[0151] 在所述过程特有的循环中,识别至少一个检查位置,所述检查位置对应于加工部件(B)的利用所述至少一个机器轴(A、X、Y、Z)设置的相对位置,并且为了检查相应检查位置以发现是否发生碰撞,对加工部件(B)的相对位置进行再调整,

[0152] 在再调整时,使用一个或多个加工部件替代件(E),所述加工部件替代件分别是相应加工部件(B)的模仿件或部分模仿件,所述加工部件替代件包括工件替代件(3),所述工件替代件是工件(20)的部分模仿件,在所述工件替代件(3)中,至少在一个轴向部分区域(17)中,仅在工件(20)的周边的一部分上模仿所述工件(20),并且在已再调整的相对位置中使工件替代件(3)绕其工件轴线(WSA)旋转。本发明提供一种简单、经济且可靠的用于对加工过程进行碰撞检查的方法。

[0153] 附图标记列表

[0154] 1机床系统

[0155] 2机床

[0156] 2a机器控制器

[0157] 2b床身

[0158] 3工件替代件

[0159] 4工件主轴

[0160] 5刀具主轴

[0161] 7刀具

[0162] 7a齿部(刀具)

[0163] 8工件滑架

[0164] 9刀具滑架

[0165] 10十字滑架

[0166] 11夹具

[0167] 12刀架

[0168] 13气体喷嘴组件

[0169] 14刀具替代件

[0170] 15刀架替代件

[0171] 16半个工作件

- [0172] 16a部分工件
- [0173] 17轴向部分区域
- [0174] 18轴向剩余区域
- [0175] 19部分结构
- [0176] 20工件
- [0177] 21齿部(工件)
- [0178] 22内齿部(工件)
- [0179] 23包络面(工件替代件)
- [0180] 24包络面(刀具替代件)
- [0181] 25齿部(刀具替代件)
- [0182] 26磁体
- [0183] 27辅助工具
- [0184] 28定心传感器
- [0185] 29夹具替代件
- [0186] 30二维模板(工件替代件)
- [0187] 31RFID标签
- [0188] 32字母数字代码
- [0189] 33识别标记
- [0190] 34上部
- [0191] 35下部
- [0192] 36第一模仿部段
- [0193] 37第二模仿部段
- [0194] 38包络曲线(工件替代件)
- [0195] 39包络曲线(工件替代件)
- [0196] 40边界标记
- [0197] 41辅助旋转支架
- [0198] 42模板支座
- [0199] 43偏差量
- [0200] 44多重模板
- [0201] 45半模板
- [0202] 46基板
- [0203] 46a盖板(基板的上部)
- [0204] 46b塑料棱柱/滑动元件(基板的下部)
- [0205] 47定位棱柱(基板的凹部)
- [0206] 48固定元件(用于模板支座)
- [0207] 49滚花螺钉
- [0208] 50磁体
- [0209] 51接片
- [0210] 52固定元件(用于模板)

- [0211] 53滚花螺钉
- [0212] 55部段
- [0213] 56部段
- [0214] 57脚部
- [0215] 58转盘
- [0216] 58a转盘的定心凸起
- [0217] 59螺纹孔
- [0218] 60滚珠轴承
- [0219] 61分段
- [0220] 61a弯曲部(向前)
- [0221] 61b弯曲部(向后)
- [0222] 62内引导件
- [0223] 63外引导件
- [0224] 64固定螺钉
- [0225] 65内端
- [0226] 66横截面轮廓
- [0227] 67光束
- [0228] 68支座元件
- [0229] 69光源源
- [0230] 69a光源支座
- [0231] 70交叉点
- [0232] 71线性刻度
- [0233] 72光隙
- [0234] 73台阶部
- [0235] 74二维模板(刀具替代件)
- [0236] 75包络曲线(刀具替代件)
- [0237] 76中间支架
- [0238] 77下部
- [0239] 78滑动基座/环
- [0240] 78a滑动面
- [0241] 78b环形凸起
- [0242] 79容纳部
- [0243] 80模型
- [0244] 81台板
- [0245] 82中间滑架
- [0246] 83手摇柄
- [0247] 84工件滑架替代件
- [0248] 85手摇柄
- [0249] 86竖直滑架

- [0250] 87手摇柄
- [0251] 88模型工具头
- [0252] 89手摇柄
- [0253] 90摆动轴驱动器
- [0254] 91气体喷嘴组件
- [0255] 92调整支架
- [0256] 93定心传感器
- [0257] 94调整装置(气体喷嘴组件)
- [0258] A机器轴
- [0259] B加工部件
- [0260] E加工部件替代件
- [0261] WSA工件轴线
- [0262] WZA刀具轴线
- [0263] X、Y、Z机器轴。

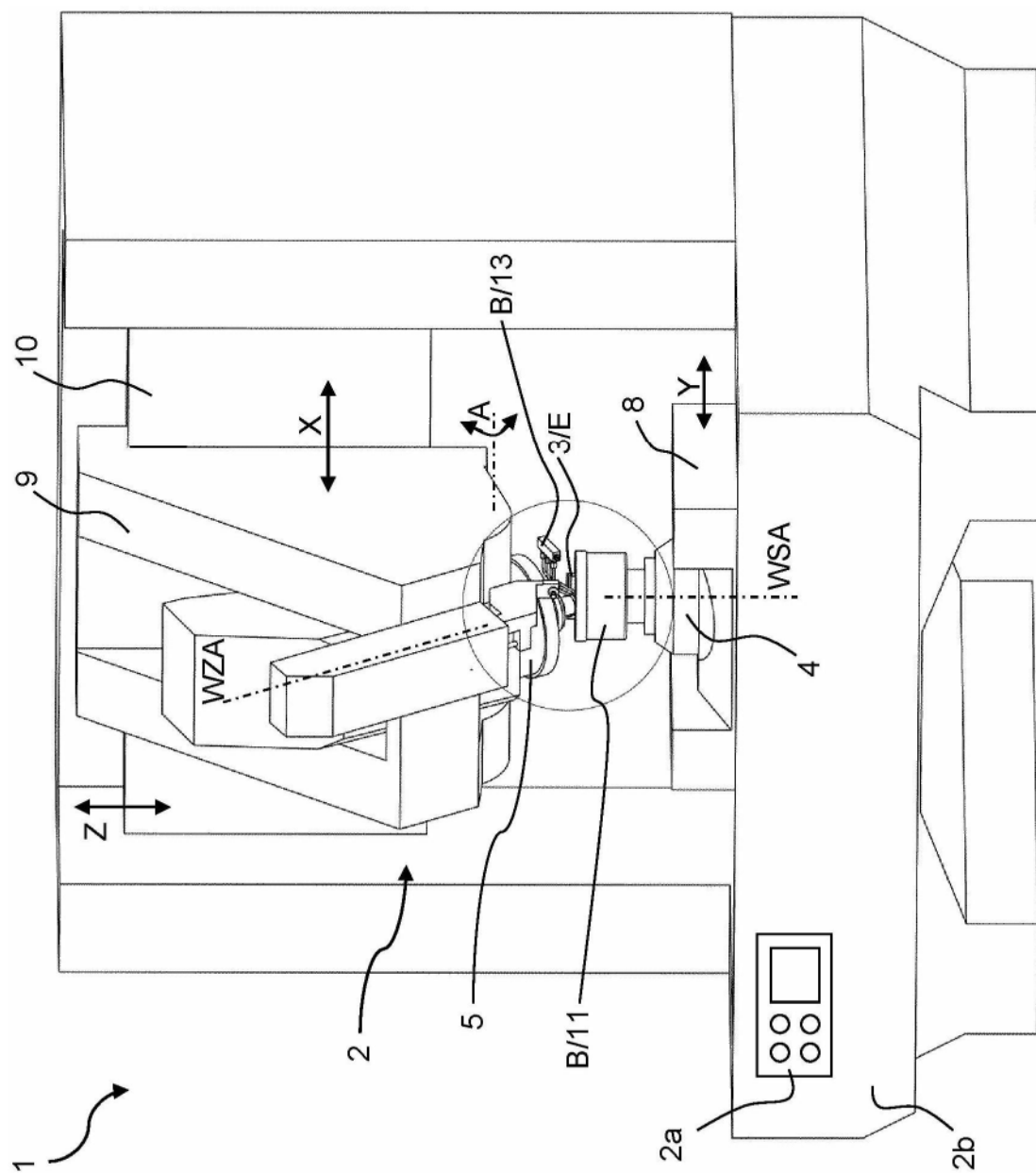


图1

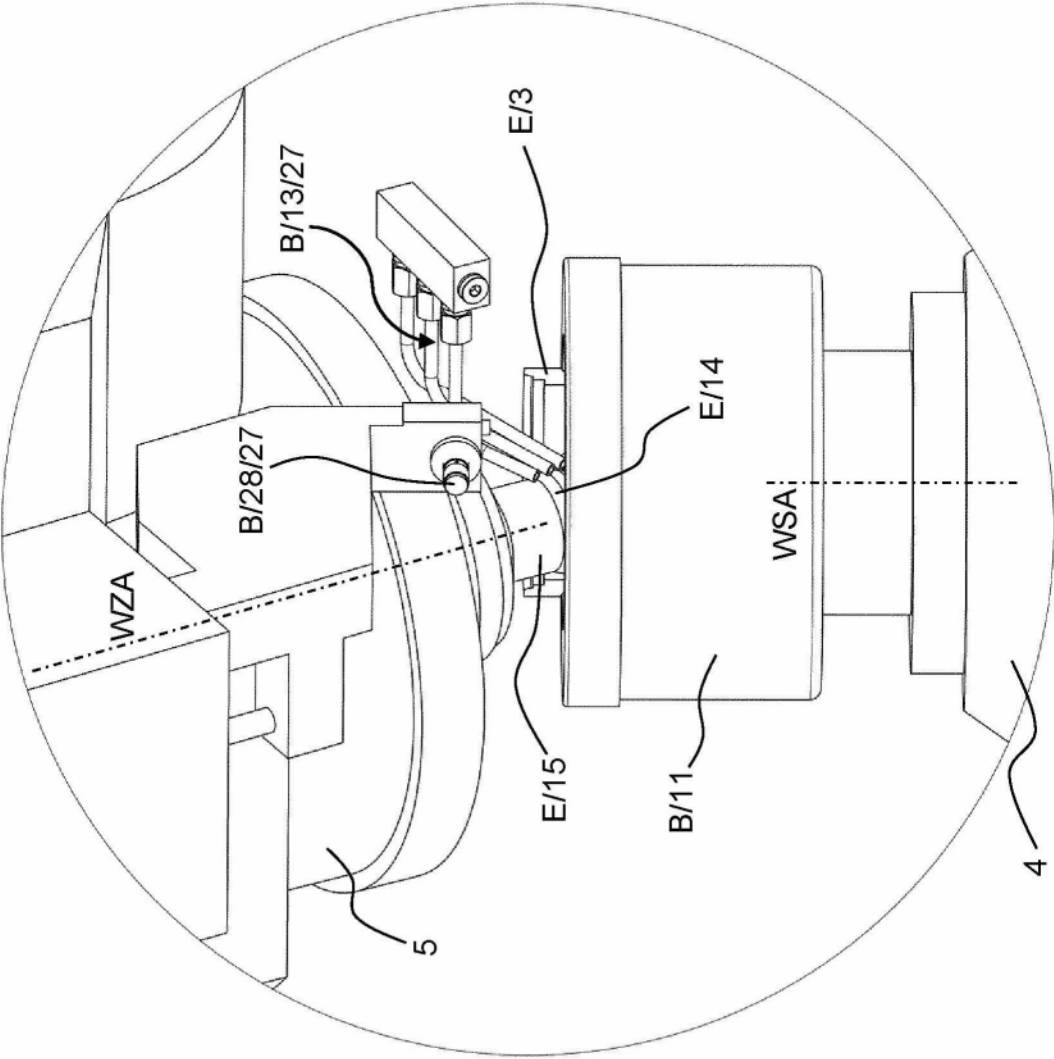


图2

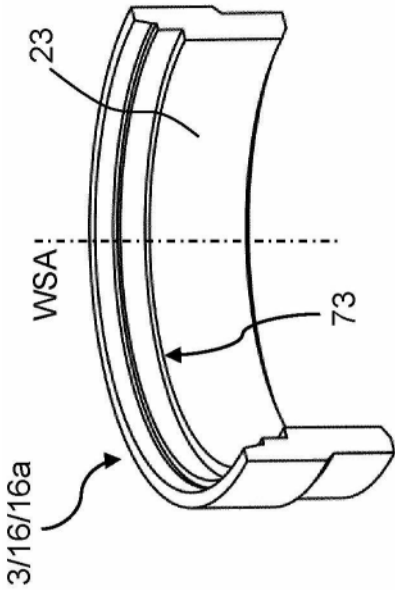


图3

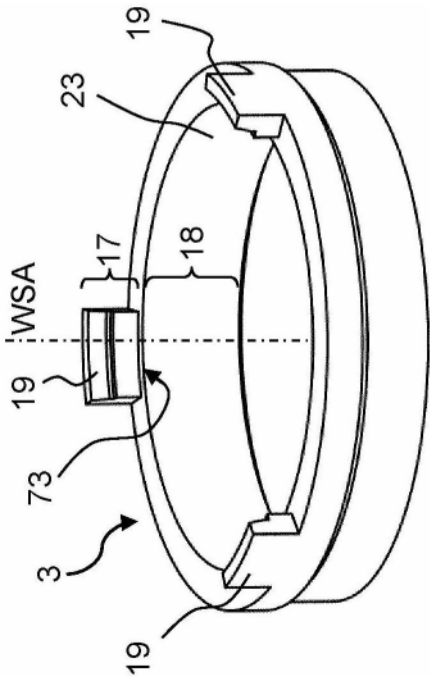


图4

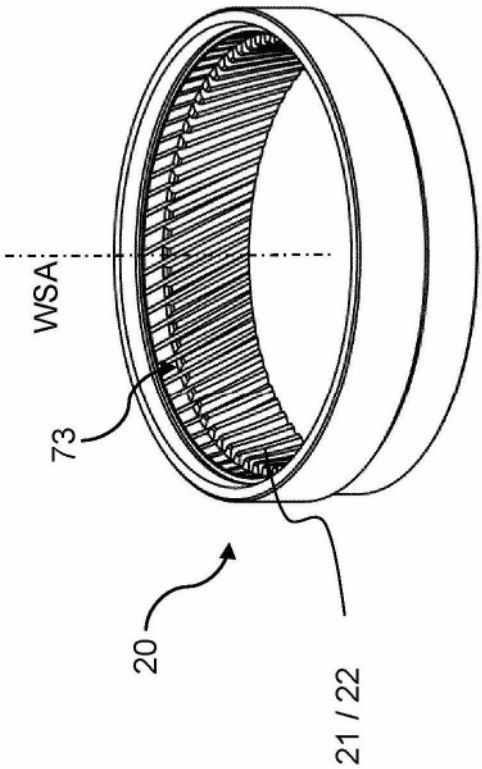


图5

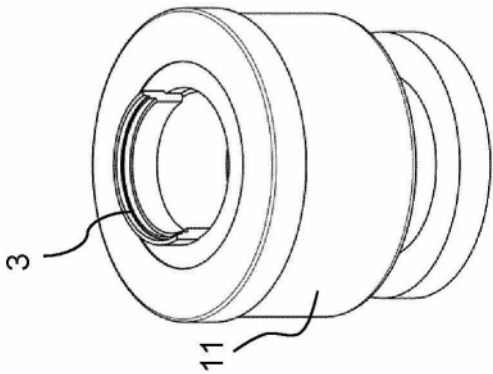


图6

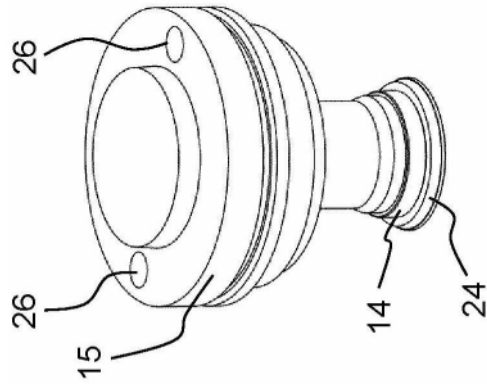


图7

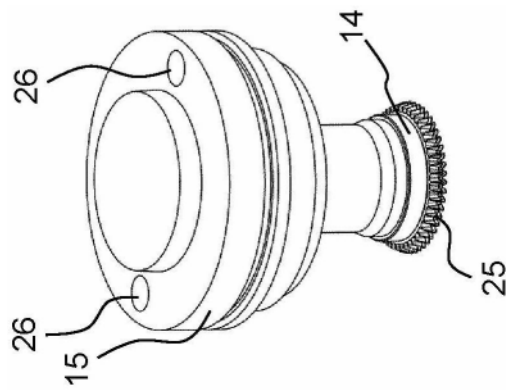


图8a

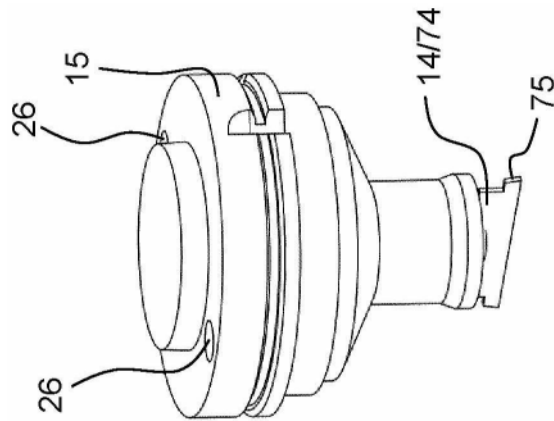


图8b

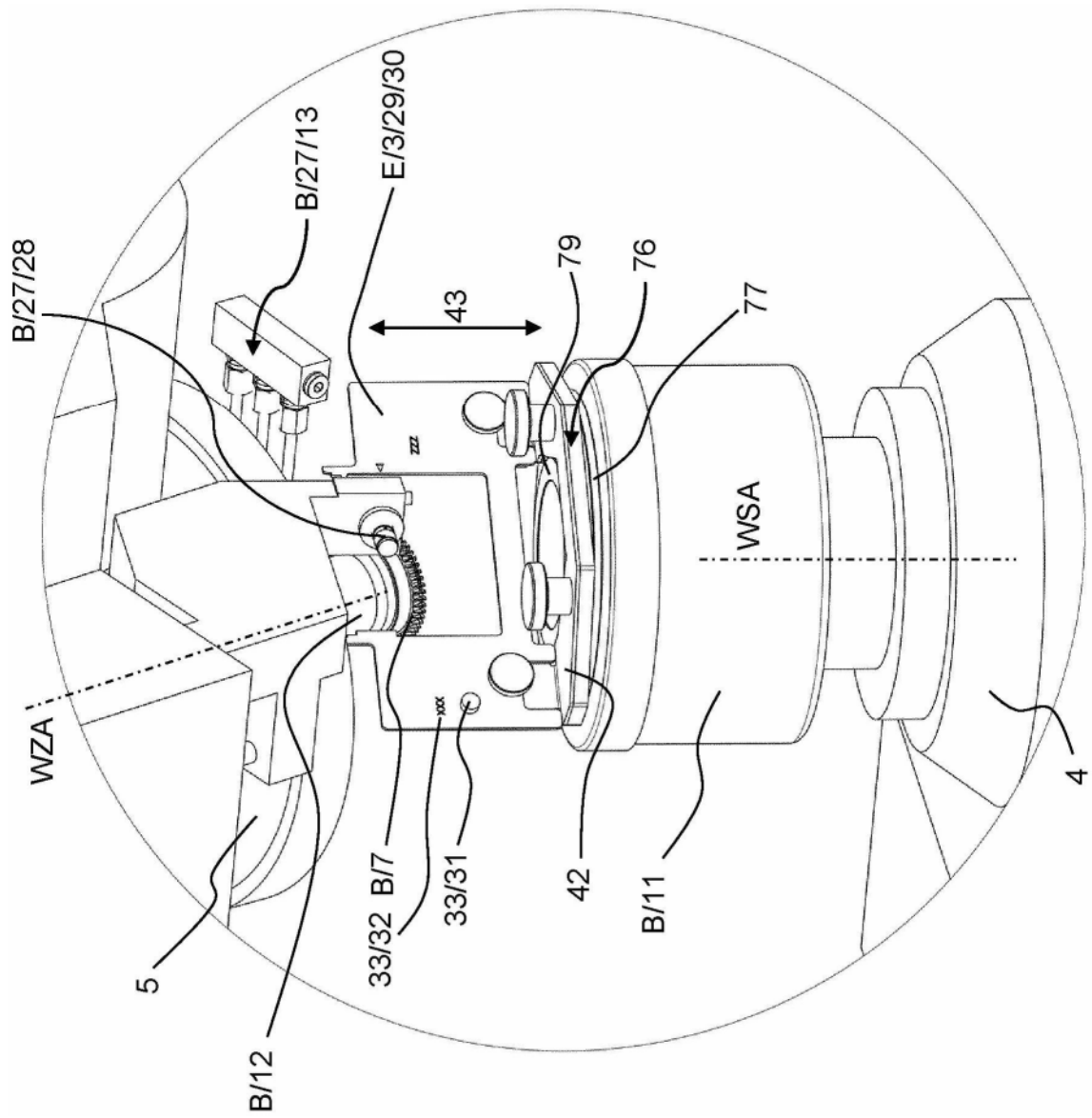


图10

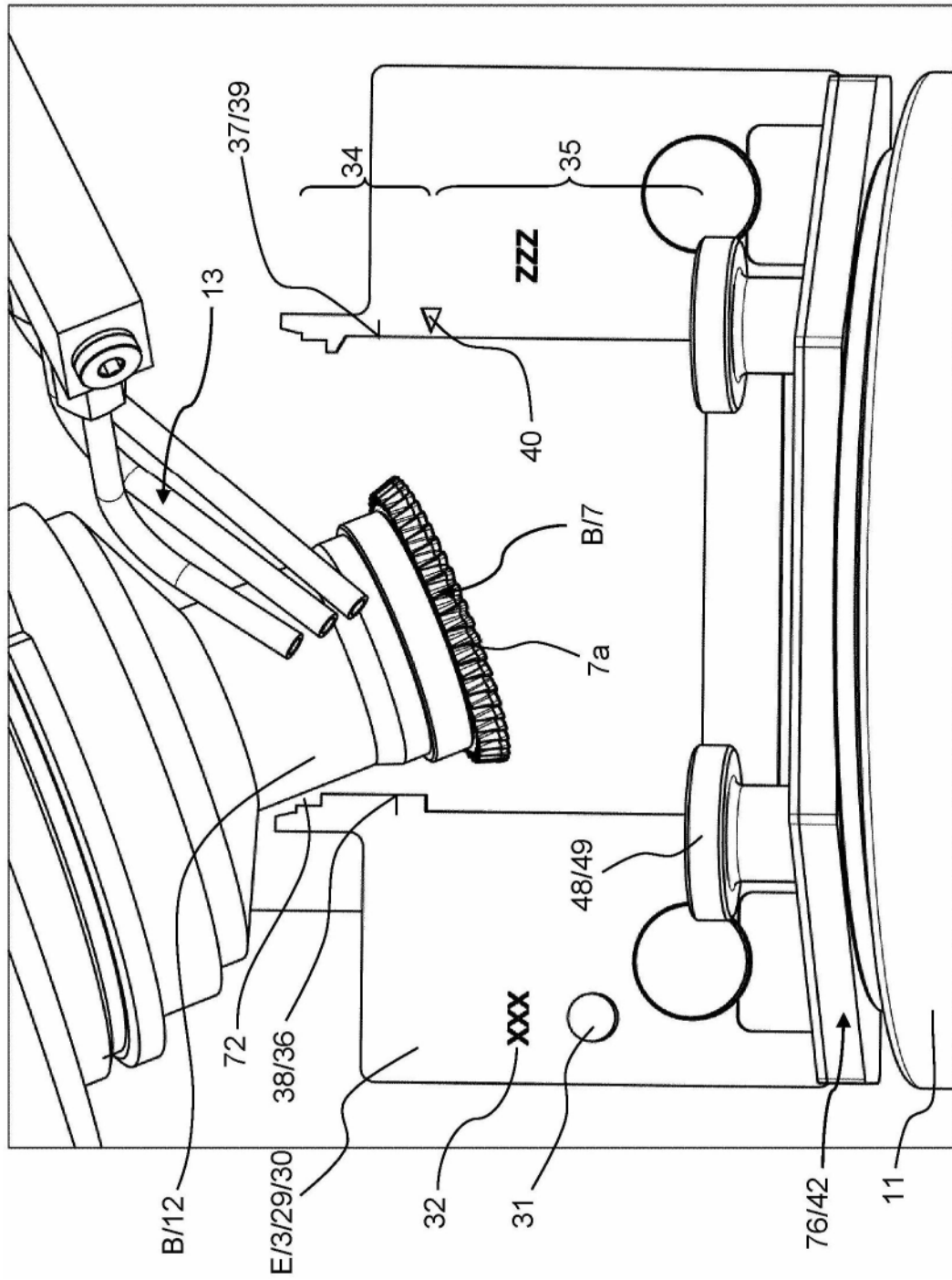


图11

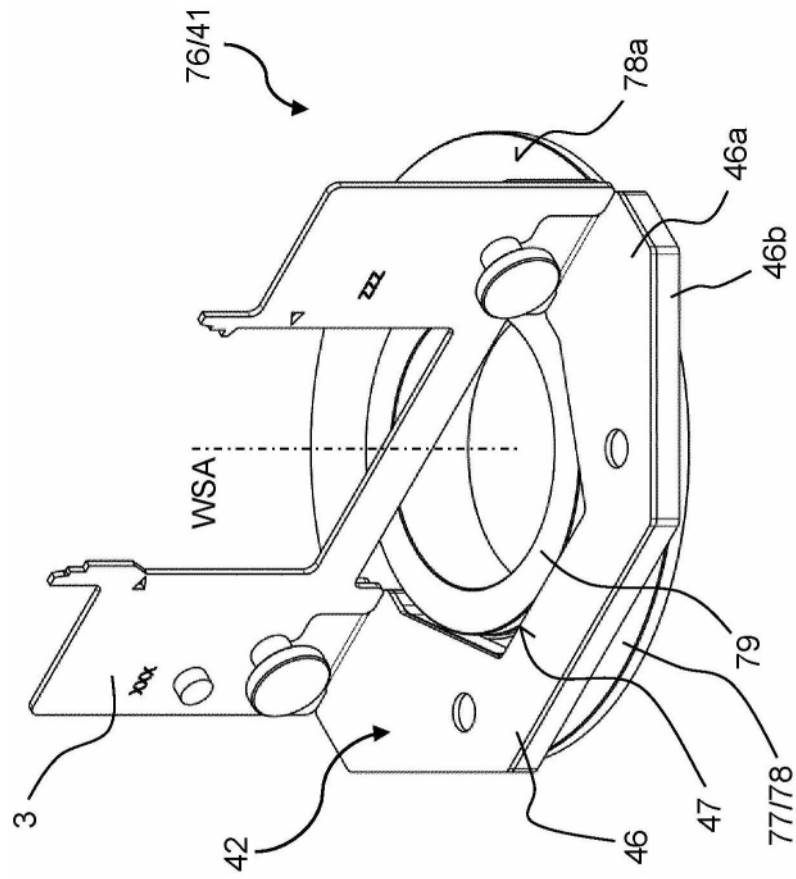


图14a

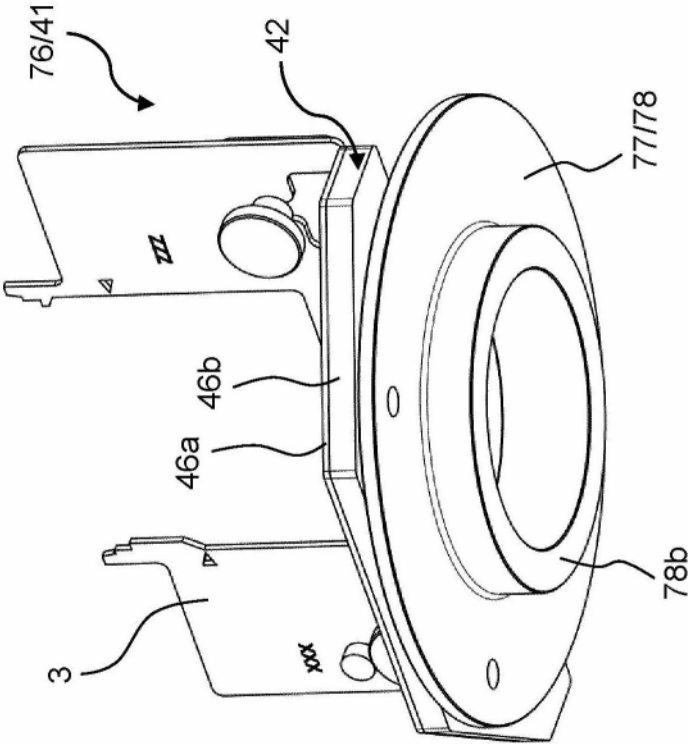


图14b

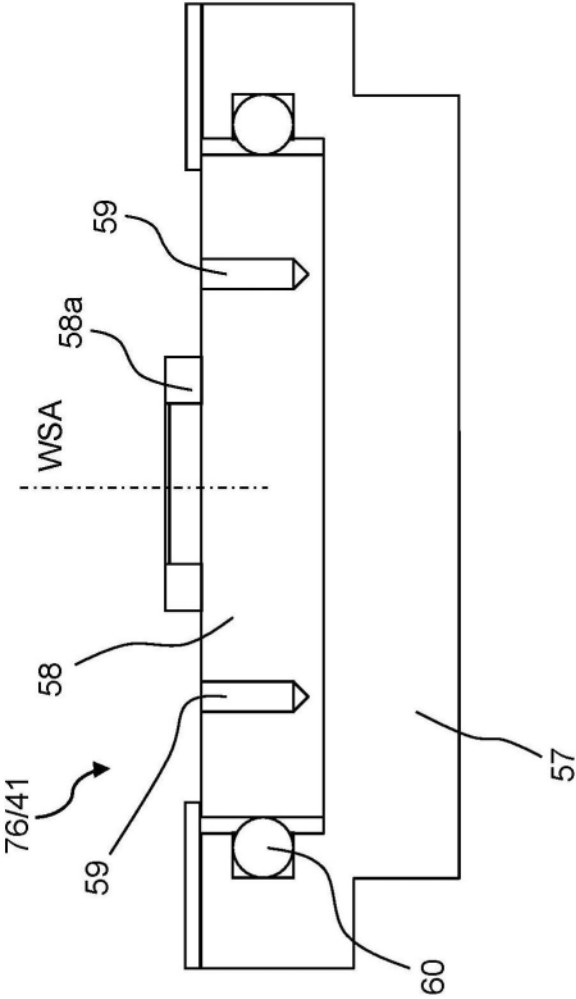


图14c

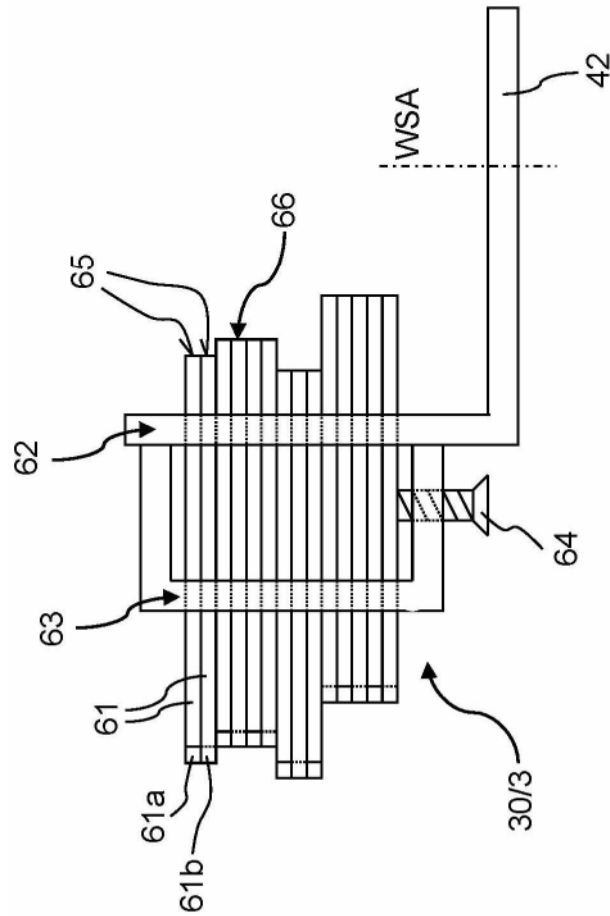


图15

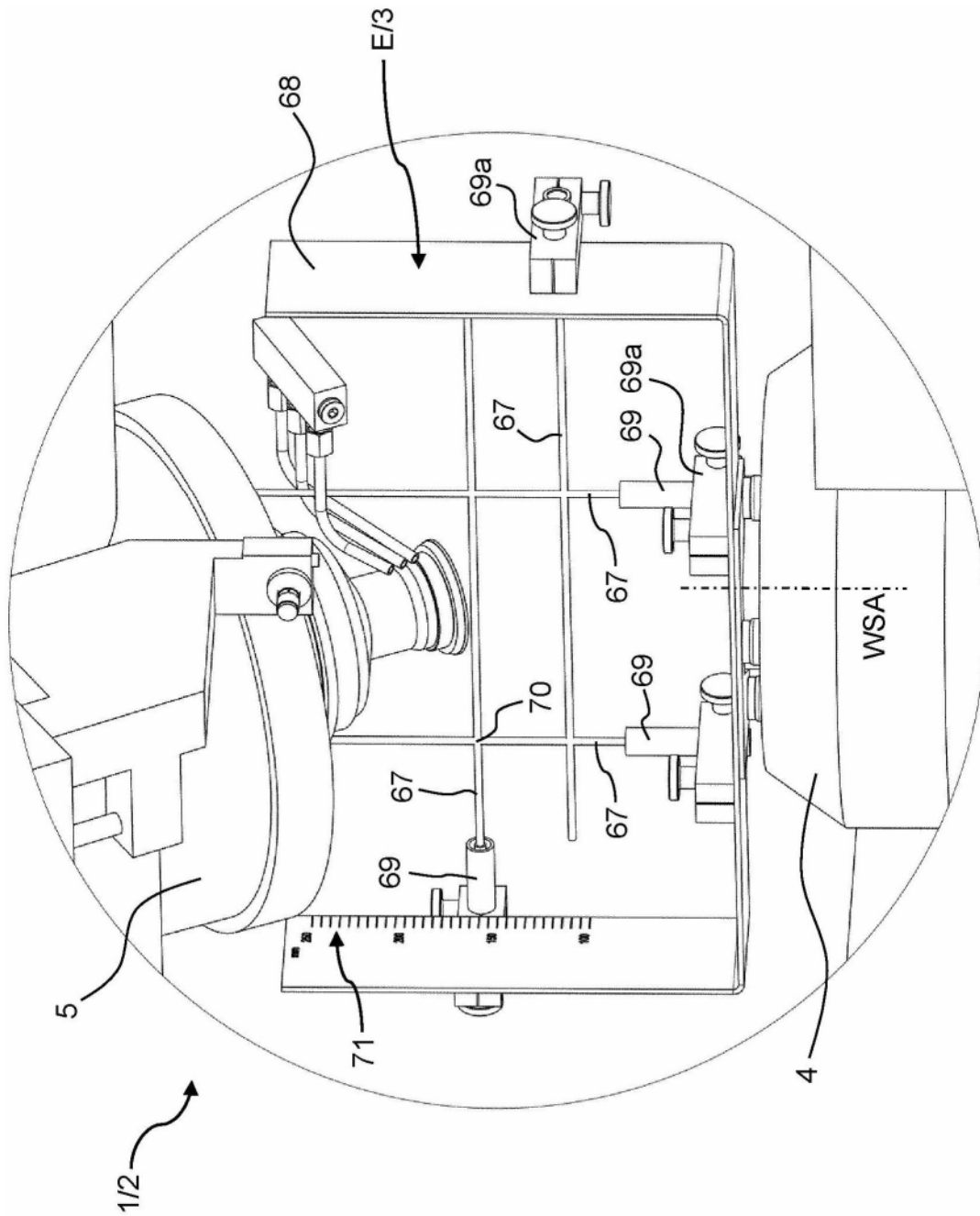


图16

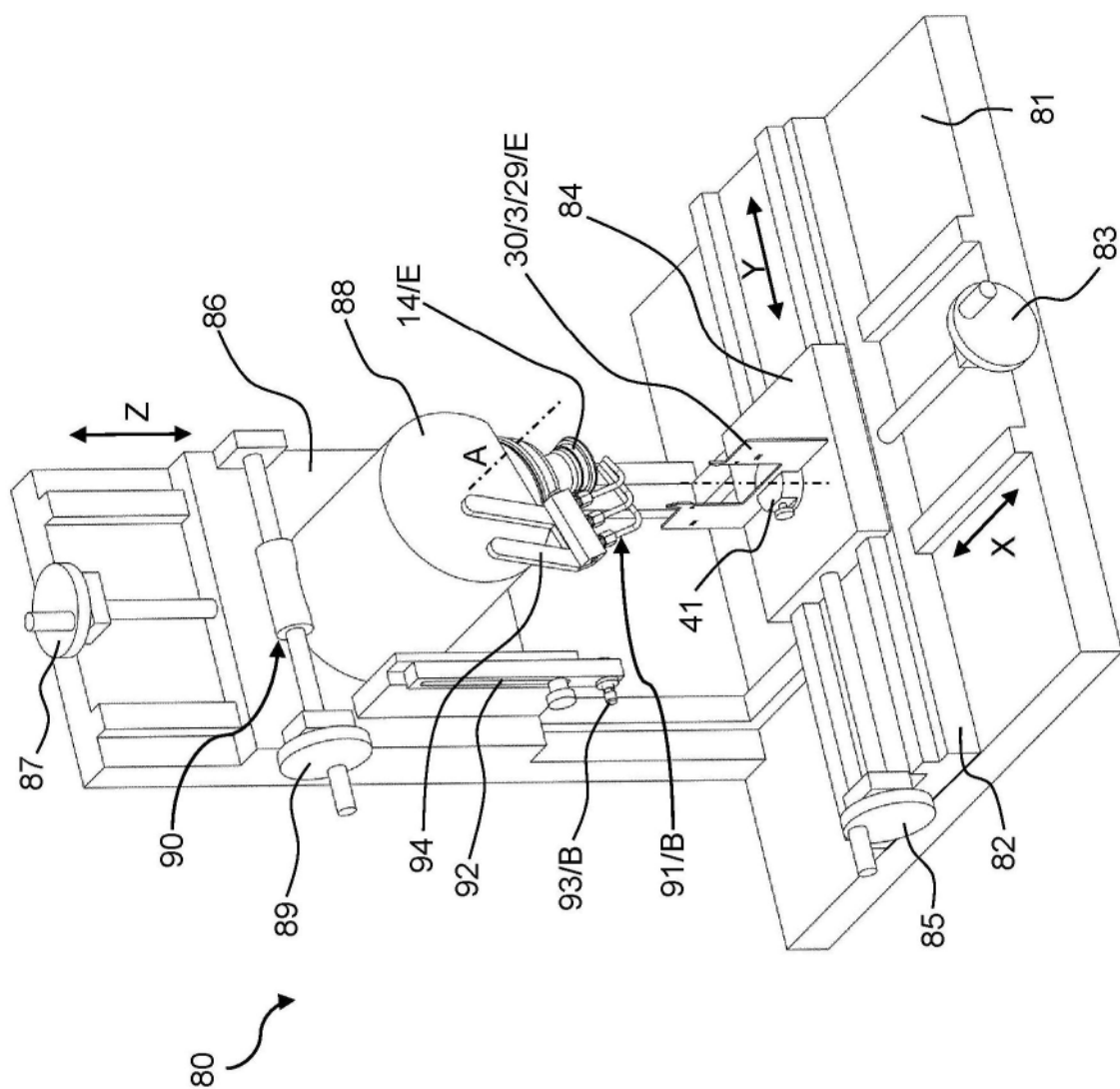


图17