

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利申请公布说明书

B23F 17/00 (2006.01)

B23F 19/10 (2006.01)

B23F 23/04 (2006.01)

[21] 申请号 200780035003.7

[43] 公开日 2009年8月26日

[11] 公开号 CN 101516559A

[22] 申请日 2007.7.20

[21] 申请号 200780035003.7

[30] 优先权

[32] 2006.9.20 [33] DE [31] 102006044738.7

[86] 国际申请 PCT/DE2007/001297 2007.7.20

[87] 国际公布 WO2008/034402 德 2008.3.27

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.20

[71] 申请人 费尔索梅特有限及两合公司

地址 德国柯尼希斯巴赫-施泰因

[72] 发明人 H·F·耶格 J·佩斯基纳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所  
代理人 张涛

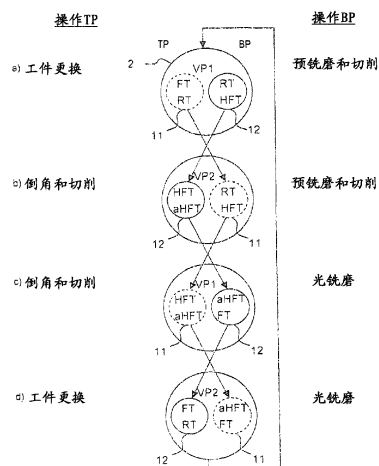
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

不用平整刀具而利用一体式二次去毛刺通过滚铣去毛刺

## [57] 摘要

本发明涉及一种用于对特别是齿轮的工件(3)进行齿加工的方法,其包括铣磨、通过滚铣去毛刺和一体式二次去毛刺。该方法在有两个可以相互交换位置的工件心轴(11、12)的机床(1)上进行。工件(3)安装在第一工件心轴(11)上,接着工件心轴(11、12)交换位置,接着预铣磨并在合适的时候切削(=通过削剃去毛刺)工件(3),接着又交换位置,接着倒角和切削工件(3),接着又交换位置,接着精铣磨工件(3),接着又交换位置,接着更换工件。同时,在第二工件心轴(12)上进行相同的程序,只是由于工件心轴(11、12)的位置交换而延迟一段时间。借助根据本发明的方法,可以快速且以较低成本生产去毛刺良好的有齿工件(3)。



1. 一种操作用于对工件(3)进行齿加工的机床(1)的方法,其中所述机床(1)具有能绕主轴线(HA)旋转且具有两个工件心轴(11、12)的旋转支架(2),所述工件心轴(11、12)的心轴轴线与所述主轴线(HA)平行地延伸,特别是其中所述心轴轴线各自在距所述主轴线(HA)相同的距离处,

其中所述旋转支架(2)能旋转到第一旋转位置(VP1)中,在所述第一旋转位置(VP1)中所述第一工件心轴(11)处在转移位置(TP)中并且所述第二工件心轴(12)处在加工位置(BP)中,

并且其中所述旋转支架(2)能旋转到第二旋转位置(VP2)中,在所述第二旋转位置(VP2)中所述第一工件心轴(11)处在加工位置(BP)中并且所述第二工件心轴(12)处在转移位置(TP)中,其特征在于以下步骤,

a) 使所述旋转支架(2)到达所述第一旋转位置(VP1),

在所述第一工件心轴(11)处,在所述转移位置(TP)中,卸载完成部件(FT)并装载未加工部件(RT),

并且在所述第二工件心轴(12)处,在所述加工位置(BP)中,通过预铣磨由未加工部件(RT)生产半成品部件(HFT);

b) 使所述旋转支架(2)到达所述第二旋转位置(VP2),

在所述第一工件心轴(11)处,在所述加工位置(BP)中,通过预铣磨由未加工部件(RT)生产半成品部件(HFT),

并且在所述第二工件心轴(12)处,在所述转移位置(TP)中,通过倒角和切削由半成品部件(HFT)生产去毛刺且倒角的半成品部件(aHFT);

c) 使所述旋转支架(2)到达所述第一旋转位置(VP1),

在所述第一工件心轴(11)处,在所述转移位置(TP)中,通过倒角和切削由半成品部件(HFT)生产去毛刺且倒角的半成品部件(aHFT),

并且在所述第二工件心轴(12)处,在所述加工位置(BP)中,通过光铣磨由去毛刺且倒角的半成品部件(aHFT)生产完成部件(FT);

d)使所述旋转支架(2)到达所述第二旋转位置(VP2),

在所述第一工件心轴(11)处,在所述加工位置(BP)中,通过光铣磨由去毛刺且倒角的半成品部件(aHFT)生产完成部件(FT),

并且在所述第二工件心轴(12)处,在所述转移位置(TP)中,卸载完成部件(FT)并且装载未加工部件(RT);

其中所述步骤a)至b)至少重复一次。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述旋转支架(2)的所述主轴线(HA)在所述方法的步骤a)至b)过程中水平定向。

3. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在所述加工位置(BP)处使用所述机床(1)的同一刀具(4)用于预铣磨未加工部件(RT)和用于光铣磨去毛刺且倒角的半成品部件(aHFT)。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在步骤b)和c)中,在所述转移位置(TP)处在力均衡的情况下从两侧对半成品部件(HFT)进行倒角。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,在步骤b)和c)中,两个相对倒角盘(8a、8b; 51a、51b)用于在所述转移位置(TP)处对半成品部件(HFT)进行倒角。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述切削刀具(52)集成在所述倒角盘(51a、51b)中,并且所述倒角盘(51a、51b)用于倒角和切削。

7. 根据权利要求1至5中任一项所述的装置,其特征在于,在步骤b)和c)中,通过分离的刀具(8a、8b; 10)各自执行在所述转移位置(TP)处的半成品部件(HFT)的倒角和切削。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的装置,其特征在于,在步骤b)和c)中,通过分离且相对的刀具(8a、10),从第一侧执行在所述转移位置(TP)处的半成品部件(HFT)的倒角并从与所述第一

侧相对的第二侧执行在所述转移位置 (TP) 处的所述半成品部件 (HFT) 的切削。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的装置, 其特征在于, 在步骤 a) 和 b) 中, 在所述加工位置 (BP) 处的未加工部件 (RT) 的预铣磨期间或之后, 也执行切削。

不用平整刀具而利用一体式二次去毛刺通过滚铣去毛刺

### 技术领域

本发明涉及一种操作用于对工件进行齿加工的机床的方法，

其中机床具有能绕主轴线 HA 旋转且具有两个工件心轴的旋转支架，所述工件心轴的心轴轴线与主轴线 HA 平行地延伸，特别是其中所述心轴轴线各自在距主轴线 HA 相同的距离处，

其中旋转支架能旋转 to 第一旋转位置中，在所述第一旋转位置中第一工件心轴处在转移位置中并且第二工件心轴处在加工位置中，

并且其中旋转支架能旋转 to 第二旋转位置中，在所述第二旋转位置中第一工件心轴处在加工位置中并且第二工件心轴处在转移位置中。

### 背景技术

通过 Reishauer AG 公司的“RZ 150”已知一种这样的操作方法以及相关联的机床。

在用于众多应用的工程中需要有齿工件，特别是齿轮。齿轮典型地由金属毛坯通过在滚齿机上铣磨制造。为了确保齿轮的长使用寿命，齿轮的边缘必须没有所谓的毛刺。毛刺是在齿轮的铣磨过程中在齿轮上（特别是接近边缘的区域中）产生的材料的突出部分。

已知铣磨之后沿着齿轮的每个齿上的边缘通过所谓的端铣刀，并以这种方式执行去毛刺。然而，这种程序费时且费力。

通过题为“Wälzentgratwerkzeuge”公司公开文献（Gleason-Hurth 公司，慕尼黑，3/2001），已知一种包括以下程序的去毛刺操作：首先，执行齿轮的铣磨。同时或随后，削去沿着齿轮的轴向延伸离开齿的材料的突起。该削剃操作以下将称为“切削”（在现有技术中，自身的这种操作也称为去毛刺）。然后，齿轮转移到另一个机器并被倒

角，即齿的至少部分边缘被塑性变形，并由此通过以倾斜的角度施加平面倒角刀具而成斜角，产生径向和轴向突出的材料突起。轴向突起通过切削去除。径向突起通过平整去除，即平整刀具沿着径向方向施加至齿轮，并使径向突起塑性变形且将其压平。这种方法的缺点是该方法的所有步骤耗费大量的时间。尤其是，铣磨操作和倒角操作每个都需要自己的夹持操作并需要与相应的刀具进行工件的同步。

已知一种通过 Liebherr LC 120 滚齿机（参考公司公开文献“Sigma Aktuell 05” p.6, 2005）进行的较快的程序：使用特殊铣磨切割器，首先常规铣磨齿轮，并在合适的时候进行切削。然后，使用特殊铣磨切割器的相应的特殊部分进行第一和第二倒角铣磨操作，通过铣磨（即通过去除材料）产生左和右倒角。然后，使用特殊铣磨切割器的另一部分进行齿的后铣磨（post-milling）。借助特殊铣磨切割器，能够不用更换刀具就生产仔细地去除了毛刺的齿轮。然而，倒角铣磨确实延长了在铣磨机器上的加工时间。此外，特殊铣磨切割器昂贵且难于重新磨削。重新磨削需要拆卸特殊铣磨切割器。

## 发明内容

相反，本发明的目的是提供一种方法，由此可以快速且以较低成本生产去毛刺良好的有齿工件。

通过在技术领域提及的这种操作方法获得该目的，其特征在于以下步骤：

a) 使旋转支架到达第一旋转位置，

在第一工件心轴处，在转移位置中，卸载完成部件并装载未加工部件，

并且在第二工件心轴处，在加工位置中，通过预铣磨由未加工部件生产半成品部件；

b) 使旋转支架到达第二旋转位置，

在第一工件心轴处，在加工位置中，通过预铣磨由未加工部件生产半成品部件，

并且在第二工件心轴处，在转移位置中，通过倒角和切削由半成品部件生产去毛刺且倒角的半成品部件；

c) 使旋转支架到达第一旋转位置，

在第一工件心轴处，在转移位置中，通过倒角和切削由半成品部件生产去毛刺且倒角的半成品部件，

并且在第二工件心轴处，在加工位置中，通过光铣磨由去毛刺且倒角的半成品部件生产完成部件；

d) 使旋转支架到达第二旋转位置，

在第一工件心轴处，在加工位置中，通过光铣磨由去毛刺且倒角的半成品部件生产完成部件，

并且在第二工件心轴处，在转移位置中，卸载完成部件并且装载未加工部件；

其中所述步骤 a) 至 b) 至少重复一次。

在本发明的上下文中，使用如下术语：

- 去毛刺，总体上涉及从工件去除材料的突起；

- 切削，具体涉及削去沿着轴线方向远离工件延伸的材料的突起。

切削通常用切削工件的尖刃完成。

使用根据本发明的操作方法，执行工件的齿加工，包括去毛刺，所述方法包括预铣磨（通常由切削补充）、通过切削刃进行倒角、以及光铣磨（=精铣磨）。在该方法中，在加工开始时，工件被夹持到工件心轴仅一次。在工件心轴的加工位置中进行预铣磨和光铣磨，并且在工件心轴的转移位置中通过切削刃进行倒角。在该转移位置处，还在加工开始之前和加工结束之后进行工件更换。

由于工件被夹持仅一次来铣磨和去毛刺，与根据 Gleason-Hurth 的现有技术比较节省了大量的安装工作和时间。除了自身夹持时间之外，也省略了用于工件心轴和去毛刺的倒角刀具的重新同步。尤其，在本发明的范围内也不需要用于倒角操作的分离的去毛刺机器。由于其中去除仅少量的材料并因此不产生毛刺的光铣磨，本发明也能够省去最终平整操作。因此，根据本发明，也不需要平整刀具。

与根据 Liebherr 的现有技术比较,省去昂贵且高维护费用的特殊铣磨切割机。另外,用切削刃进行倒角和工件更换可以与预铣磨和精铣磨同步进行。换句话说:通过本发明,能够完全节省在 Liebherr 情况中的倒角-铣磨操作所耗费的时间。

在本发明的范围内可以基本将在加工位置处的铣磨刀具的非生产时间减少到旋转支架的旋转所耗费的时间。由此得到铣磨刀具的极好的利用能力。

另外,通过本发明可以在去毛刺的情况下对工件执行便宜、非常快且高质量的齿加工。

根据本发明的方法的以下变型是特别优选的,其中旋转支架的主轴线 HA 在方法步骤 a) 至 d) 过程中水平地定向。这样防止积聚金属屑。材料的碎屑,特别是热金属碎屑可以简单地远离工件和工件心轴落下并由此不再干涉加工过程。作为可替代方案,主轴线也可以竖直定向,这减少了轴承力。

在该方法的优选变型中,在加工位置处使用机床的同一刀具用于预铣磨未加工部件和用于光铣磨去毛刺且倒角的半成品部件。这样,机床的结构可以简化并且机床可以制造得较便宜。刀具(铣磨刀具)得到好的利用能力。

该方法的以下变型是特别优选的,其中在步骤 b) 和 c) 中,在转移位置处在力均衡的情况下从两侧对半成品部件进行倒角。这样,减少了施加至工件和保持工件的工件心轴的力,由此又避免了变形。所述两侧相对于工件的轴承通常是相对置的。

该方法变型的优选的又一发展是:在步骤 b) 和 c) 中,两个相对倒角盘用于在转移位置处对半成品部件进行倒角。倒角盘在该情况下可以同步地加工机件的两个侧面。倒角盘可以借助臂适当地前进到工件处,并可以在力均衡的情况下以“浮动”方式被适当地导向。

在该发展的有利延续方案中:切削刀具集成倒角盘中,并且倒角盘用于倒角和切削。刀具的集成意味着在该情况下倒角刀具和切削刀具可以一起运动和使用,特别是其中倒角刀具和切削刀具具有共同的



支架（例如可运动臂）。由于集成，可以简化机床的结构，尤其在要运动的部件的数目方面。

在根据本发明的方法的可替代变型中，在步骤 b) 和 c) 中，通过分离的刀具各自执行在转移位置处的半成品部件的倒角和切削。分离的刀具可以以较少成本得到且容易维护。

在该方法的另一有利变型中，在步骤 b) 和 c) 中，通过分离且相对的刀具，从第一侧执行在转移位置处的半成品部件的倒角并且从与所述第一侧相对的第二侧执行在转移位置处的半成品部件的切削。该过程能够得到至少部分均衡的力，这保护了工件和轴承。

在该方法的最特别优选的变型中：在步骤 a) 和 b) 中，在加工位置处的未加工部件的预铣磨期间或之后，也执行切削。额外的切削操作去除在进行倒角操作之前由预铣磨产生的材料的轴向突起。然后在较好限定的边缘处进行倒角操作，减少了在倒角过程中的材料的重新分布。后者减少了在倒角操作之后的变形突出部的尺寸。

本发明的其它优点将从附图和说明中变得清楚。同样，根据本发明以上提及的特征和下文阐述的特征可以单独地使用或多个所述特征可以在期望的结合中使用。示出和说明的实施例将不应理解为形成限定的列表，而是用于说明本发明的示例的性质。

## 附图说明

本发明在附图中示出并且参照示出的实施例将被详细说明。在附图中：

图 1 示出可以进行根据本发明的操作方法的机床的示意性斜视图；

图 2 是在旋转支架上的工件心轴处的根据本发明的方法的示意性流程图；

图 3a 至 3f 是工件在根据本发明的方法过程中的加工状态的图解说明，工件以示意性横截面的方式示出；

图 3g 示出从图 3f 的完成部件的示意性斜视图得到的细节；

图 4a 示出可以用在根据本发明的方法中的倒角盘的示意性剖视图；

图 4b 示出工件在通过切削刃进行倒角过程中的示意性俯视图，其中使用两个相对的倒角盘和分离的切削刀具；

图 4c 示出工件在通过切削刃进行倒角过程中的示意性俯视图，其中使用一个倒角盘和分离的、相对的切削刀具；

图 5a 示出具有一体式切削刀具的倒角盘的示意性剖视图，其可以用在根据本发明的方法中；

图 5b 示出工件在通过切削刃进行倒角过程中的示意性俯视图，其中使用两个相对的具有一体式切削刀具的倒角盘。

## 具体实施方式

图 1 示出可以使用根据本发明的操作方法的机床 1。

机床 1 具有旋转支架 2，所述旋转支架 2 具有鼓的形式并且可通过马达绕水平延伸的主轴线 HA 沿着箭头 2a 的方向旋转。布置在旋转支架 2 上的是第一工件心轴 11 和第二工件心轴 12。相应的工件例如借助卡盘可以夹持到各工件心轴 11、12，并且可以通过马达进行旋转。工件心轴 11、12 的旋转轴线与主轴线 HA 平行地延伸并位于距其相同的距离处。在所示状态中，工件 3 仅紧固到第二工件心轴 12。透明护罩 13 布置在工件心轴 11、12 之间以便防止碎屑在工件心轴 11、12 之间飞溅。

旋转支架 2 在图 1 中位于第一旋转位置。在该位置中，第一工件心轴 11 处在左侧的转移位置 TP 中，并且第二工件心轴 12 位于机床 1 右侧的加工位置 BP 处。

然而，通过旋转支架 2 的旋转，第一工件心轴 11 可以向右运动到加工位置 BP，并且第二工件心轴 12 可以向左运动到转移位置 TP；那将与第二旋转位置（图 1 中未示出）相对应。对于两个旋转位置中的每个，旋转支架 2 可以配备有机械止动件。

在加工位置 BP 中的工件心轴 12（在该情况下是第二工件心轴）

上的工件 3 可接近到铣磨刀具 4。铣磨刀具 4 紧固到支架 5。支架 5 可以相对于滑块 6 沿着 C 方向运动。滑块 6 可相对于机床 1 的机器床身沿着 X 方向和 Y 方向运动。铣磨刀具 4 自身可通过马达绕其纵向轴线（与箭头 C 的方向平行地延伸）旋转。除铣磨刀具 4 之外，在加工位置 BP 处还设有第一切削刀具 7，利用该第一切削刀具 7 也可以加工工件心轴 12（在该情况下是第二工件心轴）上的工件 3。

在机床 1 的所示实施例中，两个倒角盘 8a、8b 设置在转移位置 TP 处，各倒角盘紧固到相应的枢转臂 9a、9b。借助枢转臂 9a、9b，倒角盘 8a、8b 可以在与主轴线 HA 垂直的平面内特别是朝向和远离转移位置 TP 处的工件心轴 11（在该情况下是第一工件心轴）的旋转轴线运动。另外，设有可以加工在转移位置 TP 处的工件心轴 11（在该情况下是第一工件心轴）上的工件的第二切削刀具 10。转移位置 TP 也包括用于更换在转移位置 TP 处的工件心轴 11（在该情况下是第一工件心轴）上的工件的装置，例如机械手（未示出）。该用于更换工件的装置可以与机床 1 成一体或与机床 1 分离。

图 2 解释了旋转支架 2 上的两个工件心轴 11、12 上的工件加工操作的次序。

在该方法开始时，参考 a) 行，使旋转支架 2 到达第一旋转位置 VP1。第一工件心轴 11 继而在转移位置 TP 处位于左侧。第一工件心轴 11 在下面由虚线的圆标示。此时，完成部件 FT 位于第一工件心轴 11 上。由实线的圆标示的第二工件心轴 12 在加工位置 BP 处位于右侧。未加工部件 RT 被夹持到第二工件心轴 12。

在第一步骤 a) 的过程中，在转移位置 TP 处，完成部件 FT 从第一工件心轴 11 松开并用来自未加工部件库的未加工部件 RT 替换。在加工位置 BP 处，未加工部件 RT 通过铣磨刀具预铣磨。在说明的变型中，第二工件心轴 12 上的工件还同时或紧接着受到切削操作，即去除材料的轴向突起（毛刺）。因而由未加工部件 RT 生产得到半成品部件 HFT。

在随后的步骤 b) 开始时，旋转支架 2 旋转 to 第二旋转位置 VP2。

在第一工件心轴 11 上，未加工部件 RT 然后在加工位置 BP 处受到预铣磨和切削，从而由未加工部件 RT 生产半成品部件 HFT。在第二工件心轴 12 上，在半成品部件 HFT 上执行倒角以及同时或随后地执行切削，生产经过倒角的且(在切削过程中)去毛刺的半成品部件 aHFT。

在继而跟随的第三步骤 c) 开始时，旋转支架 2 再次到达第一旋转位置 VP1。在第一工件心轴 11 上，在转移位置 TP 中，去毛刺且倒角的半成品部件 (aHFT) 通过倒角和切削由半成品部件 HFT 制成。在第二工件心轴 12 上，在加工位置 BP 中，完成部件 FT 通过光铣磨 (也称为精铣磨) 由去毛刺且倒角的半成品部件 aHFT 生产。

在随后的步骤 d) 中，首先将旋转支架 2 转到第二旋转位置 VP2。在第一工件心轴 11 上，在加工位置 BP 处，去毛刺且倒角的半成品部件 aHFT 通过光铣磨变成完成部件 FT。在第二工件心轴 12 上，在转移位置 TP 中，移除完成部件 FT 并且将新的未加工部件 RT 夹持就位。

该方法然后可以继续步骤 a)，所述步骤 a) 以旋转支架 2 到达第一旋转位置 VP1 开始。

为了第一次开始根据本发明的方法，在第一初始步骤 d') 中，首先在旋转支架 2 的第二旋转位置 VP2 中，新的未加工部件 RT 仅被夹持到转移位置 TP 中的空的第二工件心轴 12。在随后的第二初始步骤 a') 中，在旋转到第一旋转位置 VP1 之后仅新的未加工部件 RT 夹持到转移位置 TP 中的第一工件心轴 11。然而，在第二工件心轴 12 上，可能已经在位于此处的未加工部件 RT 上开始进行预铣磨和切削。为了结束根据本发明的方法，仅仅需要省去夹持新的未加工部件 RT。

用于在加工位置 BP 处预铣磨和切削工件心轴上的未加工部件 RT 的时间帧是例如 10s (s = 秒)。对于在加工位置 BP 的工件心轴上的光铣磨，需要例如 5s。旋转支架 2 的旋转需要例如 2s。转移位置 TP 中的工件心轴处的工件更换典型地且优选地要求少于光铣磨操作的时间；同样地，转移位置 TP 中的工件心轴上的倒角和切削典型地且优选地要求少于光铣磨操作的时间。因此，在完全通过步骤 a) 至 d) 时，用于预铣磨的时间 (20s) 发生两倍，并且用于光铣磨的时间 (10s)

发生两倍，以及另外，旋转支架进行四次旋转（8s）。因此，在总的38s内生产了两个完成部件FT。由于与铣磨操作平行地进行工件更换操作和去毛刺（即倒角和切削）操作，如果这些步骤在转移位置TP处比光铣磨操作的持续时间更短，则总的生产时间中不包括它们的时间。因此能够根据本发明实现非常迅速的且有效的部件的生产。

图3a至3f示出经过图2中所示的根据本发明的方法的过程加工工件心轴上的工件的进展。每个附图以横截面形式示出工件3，从该工件3将制成齿轮，所述横截面在通过工件3的旋转轴线31延伸的平面内。

图3a中示出的未加工部件RT是基本圆形的金属盘。通过预铣磨，齿37被磨削并且齿之间的间隙在工件3的边缘处被铣磨。这样既产生沿着径向方向的材料突起32（简单地说：径向毛刺32）又产生沿着轴向方向的材料突起33（简单地说：轴向毛刺33），参考图3b。这些毛刺32、33一方面引起伤害的风险并且另一方面是齿轮机构中故障的来源，因此应当被去除。

根据本发明，在预铣磨之后通过切削去除轴向毛刺33。在该操作中，切削刃（典型地是直的）施加至工件3的侧面34并沿着该侧面34经过，由此削去轴向毛刺33。这种切削也称为如现有技术中的“去毛刺”。在预铣磨和切削之后（在本发明的范围内切削操作在此时是可选择的），得到半成品部件HFT，参考图3c。

为了去除径向毛刺32，根据本发明然后进行倒角操作。在该操作中，用很大的力将平倒角刀具压靠着半成品部件的边缘，使得边缘遭受塑性变形。在该过程中，材料被向外挤压远离边缘，并且产生沿着径向方向突出的材料的突出部（bead）35和沿着轴向方向突出的材料的突出部36，参考图3d。通过切削去除材料的轴向突出部36；该切削操作也称为二次去毛刺。在该实施例中在倒角之后进行切削；或者，倒角和切削也可以同时进行。在图3e中示出工件3在切削操作之后的状态，即在后一切削操作过程中已经去毛刺且倒角的半成品部件aHFT。

然后通过光铣磨（也称为精铣磨）去除材料的剩下的径向突出部 35。然而，在该操作过程中，从工件 3 另外磨去较少的材料，这由于少量的材料且因此低程度的材料应力而不会引起毛刺。在图 3f 中示出光铣磨操作之后的工件 3，即完成部件 FT。

为了扩充前述说明，图 3g 示出在斜透视图中的图 3f 的完成部件 FT 的细节，更具体地是工件 3 的单独的齿 37 的区域。可以清楚地看到位于齿 37 的侧面 38b 和上面 38c 之间的倒角边缘 38a。在本发明的范围内，附加地或作为可替代方案，齿 37 的其它边缘（尤其是齿 37 的侧面 38b 和内侧 38d 之间的边缘）也能够被倒角和去毛刺。在本发明的范围内，原则上也能够生产除了说明的齿 37 以外的齿的类型，特别是具有与轴向和/或径向方向倾斜的齿面的那些齿。

图 4a 以在图 1 的 yz 平面中所得到的示意性横截面形式示出图 1 的倒角盘 8a。在倒角盘 8a 上形成的是压到工件的边缘上的平倒角刀具 41。工件位于两个相邻的倒角刀具 41 之间并可以以这种方式在上侧和下侧处同时倒角（未示出）。倒角刀具 41 的间距可以变化以适于各种类型的工件和/或用于施加力。

图 4b 示出用于对布置在转移位置处的工件心轴上的工件 3 进行倒角和切割的第一变型，示出在工件 3 之上的俯视图。工件 3 通过卡盘 42 紧固到工件心轴。两个倒角盘 8a、8b 相对于卡盘 42（或工件轴线）彼此相对地布置。用相同的力将倒角盘压靠着工件，使得工件 3 相对于其轴承不会受到任何力矩。另外，切削刀具 10 在工件 3 上执行切削。图 1 的机床被装备以用于这种变型。

图 4c 示出用于在工件 3 上进行倒角和切削的第二变型。在该情况下单个倒角盘 8a 与切削刀具 10 相对布置。切削刀具 10 部分地补偿由倒角盘 8a 施加至工件 3 的力矩。

图 5a 示出与图 4a 的倒角盘相对应的倒角盘 51a 的示意性剖视图，但是其具有一体式切削刀具 52。切削刀具 52 具有切削刃 53，所述切削刃 53 可以经过齿轮的面以削去材料的轴向突起（毛刺或也是变形突出部）。

图 5b 示出在工件 3 处使用两个具有一体式切削刀具的倒角盘 51a、51b 的俯视图。倒角盘 51a、51b 相对于紧固工件 3 的卡盘 42 彼此相对地定位，并且用相同的力使用。这样，施加至工件 3 和其轴承的力矩也同样减到最小。

总之，本发明涉及一种用于工件（特别是齿轮）的齿加工的方法，其包括铣磨、通过滚铣去毛刺、以及一体式二次去毛刺。该方法在具有两个可以交换位置的工件心轴的机床上进行。工件安装在第一工件心轴上，接着工件心轴交换位置，接着预铣磨以及在合适的时候切削（=通过削剃去毛刺）工件，接着又交换位置，接着进行工件的倒角和切削，接着又交换位置，接着精铣磨工件，接着又交换位置，接着更换工件。同时，在第二工件心轴上进行相同的程序，通过工件心轴的位置交换及时交错。借助根据本发明的方法，可以快速且较低成本生产去毛刺良好的有齿工件。尤其，可以仅需一个工件夹持操作而进行铣磨和完全（=径向和轴向）去毛刺。以节省时间的方式平行地一方面进行铣磨以及另一方面进行去毛刺和工件更换。





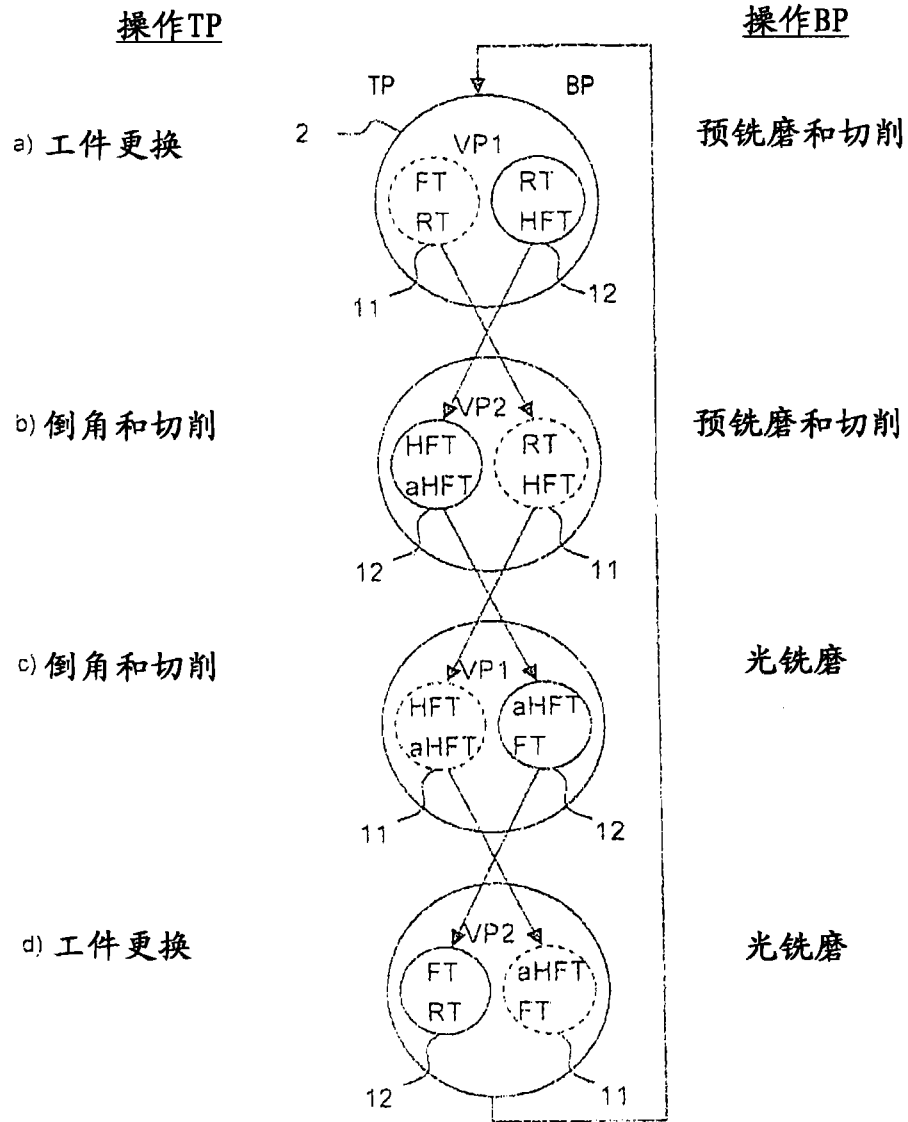


图2

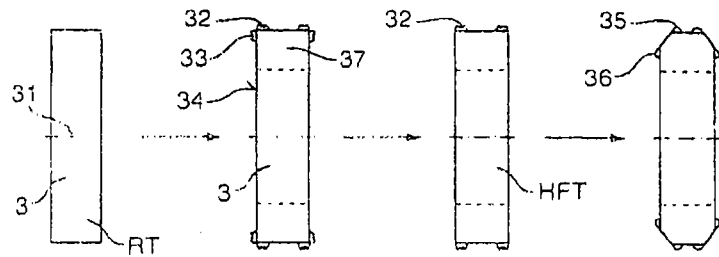


图 3a

图 3b

图 3c

图 3d

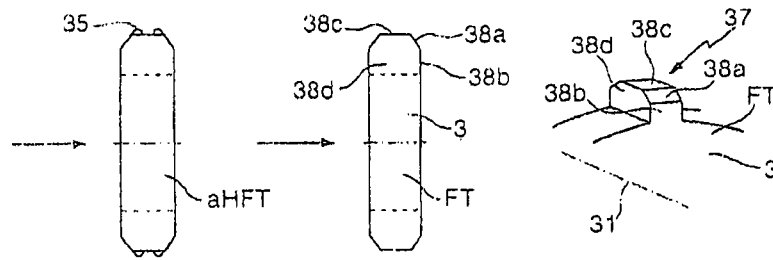


图 3e

图 3f

图 3g

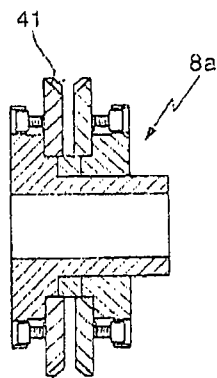


图 4a

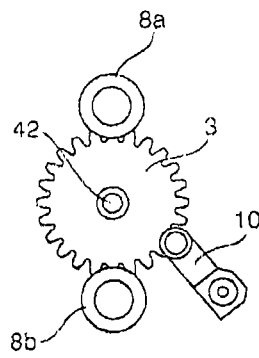


图 4b

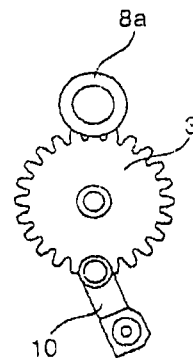


图 4c

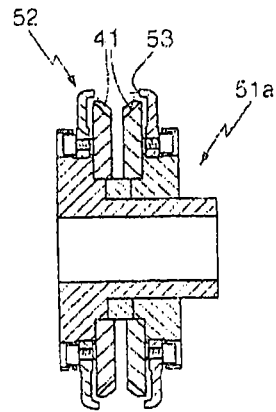


图 5a

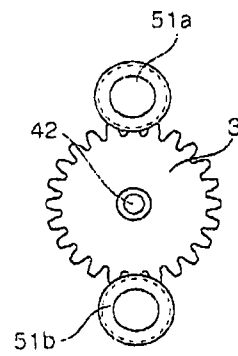


图 5b