



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107529334 B

(45)授权公告日 2020.03.13

(21)申请号 201680022811.9

(22)申请日 2016.04.08

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107529334 A

(43)申请公布日 2017.12.29

(30)优先权数据  
102015105999.1 2015.04.20 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.10.19

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2016/057685 2016.04.08

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/169782 DE 2016.10.27

(73)专利权人 沃尔特机器制造有限责任公司  
地址 德国蒂宾根

(72)发明人 O.温克 M.迈尔 C.普吕斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 姜云霞 安文森

(51)Int.Cl.  
B23Q 17/09(2006.01)  
B23Q 17/24(2006.01)  
G05B 19/4065(2006.01)

(56)对比文件  
US 2015/0028007 A1,2015.01.29,说明书第0009-0091段、附图1-14.  
CN 101246506 A,2008.08.20,说明书第第4页倒数第7行-第9页倒数第4行、附图1-20.  
CN 102581700 A,2012.07.18,全文.  
EP 1792687 A1,2007.06.06,全文.  
CN 102901443 A,2013.01.30,全文.  
CN 103586740 A,2014.02.19,全文.

审查员 佟晓明

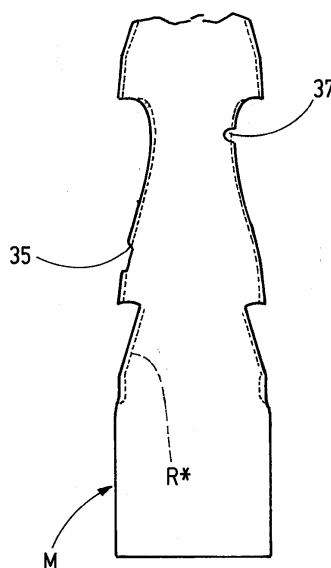
权利要求书3页 说明书9页 附图11页

(54)发明名称

通过去除材料加工刀具的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及通过去除材料加工刀具(16)的装置(15)和方法(V)。首先使用测量单元(17)三维地测量刀具(16),并由此生成三维虚拟刀具模型(M)。将该三维虚拟刀具模型(M)与来自特定刀具数据集(WD)的参考轮廓(R)进行比较。如果确定匹配,则选择分配给刀具数据集(WD)的加工程序(PR),并且通过将参考轮廓(R)适配到三维虚拟刀具模型(M)中来确定所需刀具轮廓(SK)。然后可以根据该所需刀具轮廓(SK)加工刀具(16)。



1. 一种通过去除材料加工刀具(16)的方法(V),包括以下步骤:

三维地执行刀具(16)的测量并且基于三维测量的测量数据生成刀具(16)的三维虚拟刀具模型(M);

提供具有一个相应的刀具(16)的参考轮廓(R)和/或具有与刀具(16)的一个特性对应的至少一个刀具参数(WP)的若干刀具数据集(WD),其中每个刀具数据集(WD)分别被分配一个加工程序(PR);

将三维虚拟刀具模型(M)与相应的参考轮廓(R)进行比较和/或将根据三维虚拟刀具模型(M)确定并且对应于刀具(16)的特性的模型参数(MP)与存储的刀具数据集(WD)的相应的刀具参数(WP)进行比较;

选择对应于三维虚拟刀具模型(M)和/或至少一个模型参数(MP)的刀具数据集(WD),或者生成和选择对应于三维虚拟刀具模型(M)和/或至少一个模型参数(MP)的刀具数据集(WD);

在去除材料尽可能少的边际条件下,通过将基于刀具数据集(WD)确定的或包含在刀具数据集(WD)中的参考轮廓(R)适配到三维虚拟刀具模型(M)中以生成所需刀具轮廓(SK),其中将参考轮廓(R)适配到三维虚拟刀具模型(M)中以这样的方式实现:通过旋转和/或移动和/或缩放来修改参考轮廓(R),使得修改的参考轮廓(R\*)产生,其中所述修改的参考轮廓(R\*)位于三维虚拟刀具模型(M)内,使得修改的参考轮廓(R\*)和三维虚拟刀具模型(M)的纵向轴线重合,并且其中在刀具(16)的要加工的区域中,修改的参考轮廓(R\*)不从三维虚拟刀具模型(M)突出;

通过去除材料以产生对应于所需刀具轮廓(SK)的实际刀具轮廓来加工刀具(16)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法设置用于再加工磨损或损坏的切削刀具(16)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法设置用于加工通过额外的制造过程生产的刀具坯料。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法被设置用于加工设置有涂层(42)的整体硬质合金刀具。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法被设置用于加工包括托架(43)和布置在所述托架(43)上的至少一个切削刀片(44)的刀具(16)。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,通过加工单元(18)根据所需刀具轮廓(SK)来修正一个或多个切削片(44)的径向外边缘的走向。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在三维虚拟刀具模型(M)与刀具数据集(WD)的比较期间,执行参考轮廓(R)相对于三维虚拟刀具模型(M)围绕坐标系的至少一个轴线的移动和/或旋转。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在生成所需刀具轮廓(SK)期间,至少在一个或多个截面中移动和/或旋转和/或缩放参考轮廓(R)。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所需刀具轮廓(SK)生成期间,对刀具规定维持至少一个特性作为至少一个额外的边际条件。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所需刀具轮廓(SK)和三维虚拟刀具模型(M)之间的差异描述了待去除的材料的体积。

11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,每个刀具数据集(WD)包括参考轮廓(R)以及至少一个刀具参数(WP)。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,在比较期间,在选择一个刀具数据集(WD)之前,首先将至少一个模型参数(MP)与至少一个刀具参数(WP)进行比较,并且仅针对其中至少一个模型参数(MP)与至少一个刀具参数(WP)匹配的那些刀具数据集(WD)执行三维虚拟刀具模型(M)与参考轮廓(R)的比较。

13. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,使用三维虚拟刀具模型(M)确定至少一个模型参数(MP)包括以下步骤:

生成和/或选择测量程序,其中测量程序指定穿过三维虚拟刀具模型(M)的至少一个切剖面以及一个测量任务,借此,要确定的至少一个模型参数(MP)能够通过至少一个切剖面和三维虚拟刀具模型(M)之间的至少一个切削轮廓来确定;

启动测量程序并通过至少一个切剖面中的三维虚拟刀具模型(M)的至少一个切削轮廓来确定至少一个模型参数(MP)。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,确定切削角和/或后角和/或楔形角和/或刀片数量和/或角间距和/或刀具长度和/或芯体直径和/或扭转角和/或在切削刃处的刃尖半径作为模型参数(MP)。

15. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,三维虚拟刀具模型(M)如下生成:

从若干方向评估刀具(16),并生成点云(PW)形式的测量数据;

基于点云(PW)生成刀具(16)的三维虚拟刀具模型(M)。

16. 一种通过去除材料加工刀具(16)的装置(15),包括:

设置成通过去除材料来加工刀具(16)的加工单元(18),

至少一个测量装置(23),其被设置成产生用于生成刀具(16)的三维虚拟刀具模型(M)的测量数据,

在其中存储有若干刀具数据集(WD)的存储器单元(20),每个刀具数据集(WD)包括刀具(16)的参考轮廓(R)和/或对应刀具(16)的特性的至少一个刀具参数(WP),其中每个刀具数据集(WD)分别被分配一个加工程序(PR);以及

控制单元(19),其被设置成执行或控制以下步骤:

通过至少一个测量装置(23)三维地执行刀具(16)的测量,

基于测量装置(23)的测量数据生成刀具(16)的三维虚拟刀具模型(M);

将三维虚拟刀具模型(M)与相应的参考轮廓(R)进行比较和/或将根据三维虚拟刀具模型(M)确定并且对应于刀具(16)的特性的模型参数(MP)与存储的刀具数据集(WD)的相应刀具参数(WP)进行比较;

选择对应于三维虚拟刀具模型(M)和/或至少一个模型参数(MP)的刀具数据集(WD),或者生成和选择对应于三维虚拟刀具模型(M)和/或至少一个模型参数(MP)的刀具数据集(WD);

在去除材料尽可能少的边际条件下,通过将基于刀具数据集(WD)确定的或包含在刀具数据集(WD)中的参考轮廓(R)适配到三维虚拟刀具模型(M)中以生成所需刀具轮廓(SK),其中将参考轮廓(R)适配到三维虚拟刀具模型(M)中以这样的方式实现:通过旋转和/或移动和/或缩放来修改参考轮廓(R),使得修改的参考轮廓(R\*)产生,其中所述修改的参考轮廓

(R\*)位于三维虚拟刀具模型(M)内,使得修改的参考轮廓(R\*)和三维虚拟刀具模型(M)的纵向轴线重合,并且其中在刀具(16)的要加工的区域中,修改的参考轮廓(R\*)不从三维虚拟刀具模型(M)突出;

通过去除材料以产生对应于所需刀具轮廓(SK)的实际刀具轮廓来加工刀具(16)。

## 通过去除材料加工刀具的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通过去除材料加工刀具的方法以及装置。刀具尺寸的测量在新刀具的制造过程中或在已经受到一定磨损量的用过刀具的再加工过程中是重要的。例如,为了质量控制,执行测量以便检查刀具及其特性是否仍分别在规定的公差范围内。具体确定和检查的特性取决于刀具各个类型。例如,在围绕其纵向轴线旋转的切削刀具的情况下,诸如切削角、后角、在圆周方向上相邻的刀片之间的角间距、刀具长度、芯体直径,扭转角或角动量增加或其任何组合可以被评估和验证。

### 背景技术

[0002] 已知不同的测量方法和测量机器,其中可以以非接触方式和/或通过机械接触感测来评估刀具,并且其中可以测量或数学地确定特性。然而,这些方法是非常复杂的,使得特别是只有这是需要时其才在新刀具的制造过程中以及再加工过程中被使用,以使所用的时间量尽可能的少。

[0003] 出版物DE 10 2012 106 193 A1描述了针对几何定义的切屑移除确定机床刀具中的材料磨损的方法。在那里,用光学记录装置检测刀具的磨损。将所得的实际刀具状态与规定的所需状态进行比较,并据此确定磨损值。通过使用磨损值,则可以改变加工装置中刀具的移动,从而实现从工件的所需材料去除。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的可以被看作是提供一种方法或装置,通过该方法或装置可以优化刀具的制造或随后的刀具再加工。

[0005] 该目的通过显示专利技术方案的特征的方法以及显示专利技术方案的特征的装置来实现。

[0006] 本发明提供了:首先测量刀具的三维,并且基于此,生成三维虚拟刀具模型。三维测量可以由3D扫描器(例如激光扫描器或另一的合适的3D测量装置)来执行。3D测量单元生成测量数据,特别是描述被测量刀具的边缘和表面的点云形式的测量数据。点云可以表示虚拟刀具模型。然而,也可以通过处理操作部分地或完全地处理点云。例如,通过形成回线或网格模型以及通过纹理化回线或网格模型,可以从点云生成虚拟刀具模型,从而使所述三维虚拟刀具模型更易于描绘。此外,为了视觉化,可以从点云生成平面刀具模型。此外,可以用已知的算法或数学过程处理点云,并且消除点云的不必要的点和/或明显的错误点。

[0007] 在生成三维虚拟刀具模型之后,在一个有利的实施例中其可以用于确定表征被测量刀具的至少一个模型参数。模型参数的确定是可选的。

[0008] 将三维虚拟刀具模型和/或至少一个确定的模型参数与存储的刀具数据集进行比较。分别为每个刀具数据集分配一个加工程序,用于通过去除材料进行加工。

[0009] 由于比较,从现有的刀具数据集中选择刀具数据集,所述刀具数据集对应于三维虚拟刀具模型。如果可以确定刀具数据集与三维虚拟刀具模型之间的匹配,则生成并随后

选择对应的刀具数据集。

[0010] 优选地,刀具数据集包含参考轮廓和/或至少一个刀具参数。将三维虚拟刀具模型的轮廓或基于其确定的模型参数与刀具数据集的参考轮廓和/或与刀具数据集的刀具参数进行比较。如果三维虚拟刀具模型对应于规定公差内的参考轮廓,和/或如果确定的模型参数和存储的刀具参数彼此对应,则确定三维虚拟刀具模型和刀具数据集匹配。

[0011] 使用所选的刀具数据集的参考轮廓生成所需刀具轮廓。这由于将参考轮廓适配到三维虚拟刀具模型中而实现。由于参考轮廓不在待加工的刀具的任何点从三维虚拟刀具模型描述的轮廓突出而实现适配。在这样做时,参考轮廓的适配在去除材料量尽可能少的边际条件下实现。这由于在刀具的待加工的位置处的参考轮廓被布置在距离被检测的三维虚拟刀具模型可能的最小的距离处而实现。为此,参考轮廓和三维虚拟刀具模型可以相对于彼此移动和/或旋转,在这种情况下,例如,绕笛卡尔坐标系的一个或多个轴线进行移动或旋转。

[0012] 以这种方式生成的所需刀具轮廓随后用于通过去除材料来加工刀具。为此,可以以这样的方式启动进行材料去除的加工单元:使得在刀具上产生对应于规定的所需刀具轮廓的实际刀具轮廓。

[0013] 通过使用这种方法,例如可以对损坏或磨损的刀具进行再加工,并且从而保持尽可能少的材料去除。由此,可以实现昂贵的刀具可以比迄今为止可能的更频繁地进行再加工。到目前为止,在对刀具进行再加工过程中,操作者在再加工刀具中经验地对材料去除进行相当宽松地选择,以确保实际上刀具上不会留有任何损坏或磨损的区域。

[0014] 通过使用本文的方法,也可以加工通过额外的制造过程(例如通过3D打印或通过选择性激光熔化)生产的刀具坯料,以便保持特定的几何构型。额外的制造过程通常不够精确。在刀具坯料的某些点处,可能是公差和表面粗糙度是足够的;然而,例如在切削刃、间隙表面或切削空间的区域中,可能发生再加工以便保持规定的特性或刀具参数。

[0015] 此外,该方法也可以用于加工已经设置有涂层的硬质合金刀具。现在,当硬质合金刀具或整体硬质合金刀具被涂覆时,仅施加非常薄的层作为涂层,以避免切削刃的过度的倒圆。通过使用该方法,可以对硬质合金芯体施加具有所需的或对于最优使用刀具有利的任何所需厚度的涂层。随后,可以通过加工去除材料来产生实际的刀具轮廓,所述轮廓对应于所需刀具轮廓。

[0016] 此外,还可以使用方法用于加工包括托架和在其上布置的至少一个切削片的制造的刀具。至少一个切削片通常通过材料结合布置在托架上,并且可能不精确地定位。通过上述方法,可以在刀具制造过程中和在附接至少一个切削片之后,执行测量并通过加工切削片来去除材料,以便需要时修正其特性(例如,切削刃相对于托架上的参考点的定位和/或对准)。

[0017] 为了通过去除材料来加工刀具,可以使用例如包括激光器和/或研磨工具和/或放电(EDM)工具的加工单元。原则上,可以使用能够以目标的高度精确的方式从刀具去除材料的任何材料去除工具。

[0018] 优选地,在产生所需刀具轮廓同时,参考轮廓至少在一个截面中移动和/或旋转和/或缩放。因此,可以相对于三维虚拟刀具模型布置参考轮廓的位置,以满足从刀具去除可能的最少材料的边际条件。在这样做时,在产生所需刀具轮廓期间仅加工参考轮廓的那

些部分可能是足够的,那些部分随后通过借助于所分配的加工程序通过去除材料来加工,例如切削刃和/或间隙表面和/或切削空间的区域。

[0019] 如果在产生所需刀具轮廓期间,将维持刀具的至少一个特定特性规定为至少一个额外的边际条件,则是有利的。例如,一个边际条件可以规定切削角和用于其的可允许的公差范围。与其类似地,也可以分别规定刀具的所有其它特性和几何尺寸。

[0020] 如果在比较或选择刀具数据集匹配三维虚拟刀具模型期间,首先将至少一个确定的模型参数与包含在至少一个刀具数据集中的至少一个刀具参数进行比较,则是有利的。这需要较少的计算能力,并且可以至少非常快速地排除其中至少一个模型参数与至少一个刀具参数不匹配的那些刀具数据集。如果至少一个模型参数和至少一个刀具参数对应,则执行三维虚拟刀具模型与参考轮廓的比较,以便确定是否存在匹配。

[0021] 在其修改中,原则上仅将三维虚拟刀具模型描述的刀具的轮廓与刀具数据集的相应参考轮廓进行比较就足够了。然而,这需要更大的计算能力,并且需要更多的时间。

[0022] 通过使用三维虚拟刀具模型来确定至少一个模型参数可以有利地通过以下步骤执行:

[0023] 生成和/或选择测量程序,其中测量程序规定穿过三维虚拟刀具模型的至少一个切削面以及一个测量任务,由此可以通过至少一个切削面与三维虚拟刀具模型之间的至少一个切削轮廓来确定要确定的至少一个模型参数:

[0024] 启动测量程序并通过至少一个切削面中的至少一个三维虚拟刀具模型的至少一个切削轮廓来确定至少一个模型参数。

[0025] 根据切削面相对于三维虚拟刀具模型的位置,产生切削轮廓,例如纵向截面、横截面或以任何倾斜或偏斜方式延伸穿过刀具模型的截面。该切削面包含三维虚拟刀具模型的切削轮廓,其走向由测量程序评估,以便确定至少一个模型参数。在这样做时,可以在每个切削面中确定一个或多个模型参数。也可以使用若干切削面或切削轮廓来确定模型参数。

[0026] 可以确定的模型参数例如是切削角、后角、楔形角、刀片数量、角间距、刀具长度、芯体直径、扭转角、切削刃处的刃尖半径或上述模型参数的任何组合。

[0027] 如果为了生成三维虚拟刀具模型,优选地以不接触的方式首先从不同方向记录刀具,则是有利的。由此获得的测量数据产生点云,其又可以直接用作三维虚拟刀具模型,或者如上所述,通过算法和数学过程连续地处理以生成三维虚拟刀具模型。

[0028] 该方法还可以用于包括布置在公共托架上的几个切削片的刀具中。在这种刀具的制造过程中,由于切削片安装(例如切削片材料结合安装)到托架,因此通常不能以足够的精度产生定位。由于该方法,可以进行切削片处的材料去除以实现切削刃的定位或边缘或表面相对于托架的参考轴线的对准。

## 附图说明

[0029] 本发明的有利实施例可以从专利技术方案、描述和附图中推断出来。以下,参照附图详细说明本发明的优选实施例。其在以下附图中示出:

[0030] 图1是通过去除材料加工刀具的装置的示例性实施例的框图;

[0031] 图2是通过去除材料加工刀具的方法的示例性实施例的流程图;

[0032] 图3是示例性的未磨损刀具的透视图;

- [0033] 图4是用过的磨损状态下的图3的刀具；
- [0034] 图5是刀具数据集的参考轮廓的示意图；
- [0035] 图6-8是图5的参考轮廓以及由测量数据记录的图4的刀具的三维虚拟刀具模型的示意图；
- [0036] 图9是通过额外的制造工艺以层制造的刀具的示意性侧视图；
- [0037] 图10是具有涂层的整体硬质合金刀具的示意性侧视图；
- [0038] 图11是图10中的区域XI的细节的描绘图；
- [0039] 图12是一种示例性刀具,其包括托架和布置在托架上的切削片;和
- [0040] 图13是不在图12的刀具上的特定位置的切削片的示意图,以及在常规方法中必需的切削片上的接触点的示意图。

### 具体实施方式

[0041] 图1示出了用于通过去除材料来加工刀具16的装置15的框图形式的示意图。刀具16可以是铣削刀具、钻孔刀具或任何其它所需刀具。示例性实施例是在其操作期间被驱动以围绕纵向轴线旋转的刀具16。刀具16由表征刀具的参数特性描述。例如,刀片数量、切削角、后角、围绕刀具16的纵向轴线沿圆周方向相邻的刀片之间的角间距、刀具沿其纵向轴线方向的长度、芯体直径、扭转角、角动量或芯体直径和刀具刀片的轨道轨迹之间的比率可以单独使用或以任何组合使用。而且,哪些特性是合适的取决于刀具的类型。

[0042] 装置15包括测量单元17、加工单元18以及控制测量单元17和加工单元18的控制单元19。在这里示出的示例性实施例的修改中,还可以通过单独的控制单元控制和在空间上分离测量单元17和加工单元18。控制单元之间所需的数据交换可以通过已知的通信方式进行,无论是以无线方式还是基于电线的方式。

[0043] 测量单元17包括至少一个测量装置23。测量单元17的至少一个测量装置23以这样的方式实现:通过使用测量单元17,可以在前刀面表面上和所有圆周表面上检测刀具16的三维外轮廓。

[0044] 根据该示例,测量单元17包括3D扫描器24形式的测量装置23。可以使用的3D扫描器24例如可以是将激光束25引导到刀具16上以便检测所述刀具的轮廓的激光扫描器。

[0045] 在这里描述的示例性实施例中,测量单元17还包括摄像机26形式的另一测量装置23。摄像机26可以被实现为行扫描摄像机或具有几行的矩阵摄像机。例如,摄像机26可以被设置用于产生透射光记录。在这种情况下,照明单元布置在刀具16的与摄像机26相对的一侧上,所述照明单元未示出以避免混淆。

[0046] 根据该示例,刀具16布置在刀具保持器29中。刀具保持器29可以相对于至少一个测量装置23移动,以便检测刀具16。在示例性实施例中,刀具保持器29被布置为使得能围绕旋转轴线D旋转。刀具保持器29与旋转驱动器30相关联。

[0047] 替代地或附加地,至少一个测量装置23可以相对于刀具保持器29定位。参照这里描述的示例性实施例,3D扫描器可以相对于刀具保持器29定位,以便相对于旋转轴线D径向地和/或相对于旋转轴线D倾斜地和/或平行于旋转轴线D或与旋转轴线D对准地评估刀具16。3D扫描器的可能位置选择在图1中由用虚线表示的3D扫描器的示例性位置示出。

[0048] 此外,装置15包括加工单元18,通过该加工单元可以通过去除材料来加工刀具16。

为此,加工单元18包括加工工具30。加工工具30可以是例如研磨盘31。也可以使用激光器32或放电(EDM)工具加工刀具。因此,加工单元18可以是研磨机、激光加工机,放电工具或组合加工机。

[0049] 测量单元17和(根据示例的)3D扫描器24提供点云PW形式的测量数据。这些数据被传送到控制单元19或者替代地传送到测量单元17的加工装置或外部计算机。在这种情况下,测量单元17可以具有用于数据传输的适当接口。此外,控制单元19包括存储器单元20和/或连接到外部存储器单元20。

[0050] 此外,装置15可以包括具有显示器或用户桌面的未示出的用户界面。用户界面可以具有已知的用户选项的特征,已知的用户选项例如是触敏图像屏幕、计算机鼠标、键盘、触摸板、经由倾斜角度和/或加速度传感器等的控制器。还可以通过接口将控制单元19连接到一个或若干个外部计算和/或存储器单元,以便在必要时增加计算或存储能力,或者导入或导出数据。

[0051] 图2示出了示例性方法的流程图。下面将参照图4-8说明用于再加工的用过的显示磨损的刀具16的加工流程。图3示出了处于其原始的未使用状态的刀具16。图4仅示意性地并不是真实比例地示出用过的损坏的刀具16,例如,其中示意性地示出了凹部35。为了消除诸如凹部35的损坏以及改善在使用所述刀具期间使用刀具16的加工结果,分别使用装置15和方法V将对图4的用过的损坏的刀具16进行再加工。

[0052] 在将刀具16安装在刀具保持器29中之后,以第一方法步骤V1开始方法V,使得可以使用测量单元17三维地测量所述刀具。在随后的第二方法步骤V2期间,测量单元17的测量数据用于生成三维虚拟刀具模型M。当从与图4中的箭头36一致的方向观看三维虚拟刀具模型M时,三维虚拟刀具模型M在图6-8中以高度示意性的方式示为二维轮廓。除了凹部35之外,损坏的刀具16还显示例如凹槽37,其由生成的三维虚拟刀具模型M(图6-8)示出。

[0053] 基于点云PW确定三维虚拟刀具模型M。在示例性实施例中,点云PW由3D扫描器24的扫描数据产生。点云PW可以直接或在加工后产生三维虚拟刀具模型M。例如,算法可以从点云PW中消除错误检测点。替代地或附加地,可以产生网格模型或纹理化模型并可以将其用作三维虚拟刀具模型M。为此,可以使用已知的算法和数学方法。

[0054] 在示例性实施例中,三维虚拟刀具模型M用于在第三方法步骤V3中确定三维虚拟刀具模型M的一个或多个模型参数MP。模型参数MP特别是这样的测量值或数值,其作为刀具中的特性,诸如像切削刃数量、角间距、切削角、后角等。在第三方法步骤V3期间确定哪些模型参数MP和什么数量的模型参数MP取决于刀具16的类型,。

[0055] 第三方法步骤V3是可选的。也可以在不确定模型参数MP的情况下执行方法V。然而,在第三方法步骤V3期间确定至少一个模型参数MP是有利的,原因在于在后续加工流程中,分别需要较少的计算时间和较少的计算能力。

[0056] 为了在第三方法步骤期间确定至少一个刀具参数MP,优选地选择设置穿过三维虚拟刀具模型M的一个或多个切削面的测量程序。分别在切削面内在切削面和三维虚拟刀具模型M之间形成一个切削轮廓。使用已知的图像处理方法,可以通过一个或也可以通过更多个切削轮廓来分别确定一个或多个模型参数MP。

[0057] 在第四方法步骤V4期间,将三维虚拟刀具模型M以及至少一个模型参数MP与存储在控制单元19的存储器单元20中或者与控制单元19通信的计算单元中的刀具数据集WD进

行比较。根据该示例,每个刀具数据集WD包含参考轮廓R以及至少一个刀具参数WP。刀具参数WP是描述刀具16的一个或多个特性。参考轮廓R为刀具16的边缘和表面指定了实际比例的理想轮廓。

[0058] 在第四方法步骤V4期间,现在将三维虚拟刀具模型M以及至少一个模型参数MP与现有的刀具数据集WD进行比较。为了实现该比较,过程优选地使得首先将至少一个模型参数MP与刀具数据集WD的刀具参数WP进行比较,并且进行检查用于匹配。例如,如果模型参数MP中的一个表示检测的刀具16是具有四个螺旋切削刃的刀具,则在与刀具数据集WD的比较期间可以非常快速地找到与具有四个螺旋切削刃相关的刀具数据集。在进一步匹配检查期间,所有其他刀具数据集WD可以在不考虑的情况保持。该比较可以非常快速并且以省时的方式执行。通过确定的模型参数MP和包含在刀具数据集WD中的刀具参数WP越精确地描述刀具,就可以越快地确定用于继续加工相关的刀具数据集WD。

[0059] 如果在刀具数据集WD中,所有刀具参数WP对应于确定的模型参数MP,则在这里描述的示例性实施例中,将刀具数据集WD的参考轮廓R与三维虚拟刀具模型M进行比较并进行匹配检查。仅当参考轮廓R和三维虚拟刀具模型M也匹配时,就找到了对应的刀具数据集WD。

[0060] 在第五方法步骤V5期间,询问关于是否找到了与三维虚拟刀具模型M和至少一个模型参数MP匹配的刀具数据集WD。如果其为真,则在第六方法步骤V6(第五方法步骤V5的分支J)期间继续方法V。如果不是真,则在第七方法步骤V7(第五方法步骤V5的分支N)期间继续方法V。

[0061] 在第六方法步骤V6期间,选择加工程序PR。优选地,每个刀具数据集WD只被分配一个加工程序。因此,通过找到刀具数据集WD,已经自动地进行加工程序PR的选择,所述加工程序被设置用于在刀具16的再加工期间对加工单元18的控制。

[0062] 如果不能找到可用的刀具数据集WD,则在第七方法步骤V7期间产生对应的刀具数据集WD7,并且分配或再新生成加工程序。

[0063] 在第六方法步骤V6或第七方法步骤V7之后,方法V在第八方法步骤V8期间继续。

[0064] 在第八方法步骤V8期间,确定并排定加工程序PR的一个或多个加工参数。第八方法步骤V8期间的过程由图6-8示意性地示出。参考轮廓R被适配到检测的虚拟刀具模型M中。在这一点上,应该再次指出,尽管在图5 - 8中仅是二维表示,但是参考轮廓R以及三维虚拟刀具模型M是三维的。选择二维表示用于说明,以提高清楚性。考虑一个或多个边际条件,将参考轮廓R适配到三维虚拟刀具模型M中。在这样做时,参考轮廓R或该参考轮廓R的一部分例如相对于三维虚拟刀具模型M围绕笛卡尔坐标系的一个或多个轴线旋转和/或移动。将参考轮廓R适配到三维虚拟刀具模型M中以这样的方式实现:通过旋转和/或移动和/或缩放来修改参考轮廓R以使得修改的参考轮廓R \*产生。该修改的参考轮廓R \*位于三维虚拟刀具模型M内,使得修改的参考轮廓R \*和三维虚拟刀具模型M的纵向轴线重合。在刀具16要加工的区域中,修改的参考轮廓R \*不从三维虚拟刀具模型M突出。然后,在加工期间,接触点可以存在于刀具16的修改的参考轮廓R \*和三维虚拟刀具模型M之间的部分中,其中优选地排除切削点或切削刃。

[0065] 此外,规定至少一个边际条件,即,三维虚拟刀具模型M和修改的参考轮廓R \*之间的体积差是最小的。这是重要的,原因是,由此可以将待去除的材料最小化。如果在再加工期间,仅从刀具16去除必要多的材料,则可以增加刀具16的可能的再加工处理的次数并因

此增加总使用寿命。

[0066] 除了材料去除最小的边际条件外,还可以规定额外的边际条件。例如,可以限定在参考轮廓的哪些区域中材料去除是可能的或必要的。此外,可以针对特定特性规定要维持的尺寸,例如对于后角、切削角、芯体直径相对于切削刀的轨道轨迹的关系等。

[0067] 最后,考虑至少一个边际条件,修改的参考轮廓 $R^*$ 满足所有边际条件并且至少布置在三维虚拟刀具模型M内的所需部分中,该修改的参考轮廓 $R^*$ 表示所需刀具轮廓SK。

[0068] 该过程由图6-8示意性地示出。从图6可以推断,修改的参考轮廓 $R^*$ 不符合其位于三维虚拟刀具模型M内的条件。在刀具16上存在凹部35和凹槽37的位置处,修改的参考轮廓 $R^*$ 与三维虚拟刀具模型M相交,并因此不能用作所需刀具轮廓SK。

[0069] 从根据图7的示意图可以推断,修改的参考轮廓 $R^*$ 确实位于三维虚拟刀具模型M内,但是产生过多的材料去除,原因是在修改的参考轮廓 $R^*$ 与凹部35或凹槽37之间仍然存在不必要的大的距离,这将导致不必要的材料去除。

[0070] 图8示意性地示出了形成所需刀具轮廓SK的优化的修改的参考轮廓 $R^*$ 。在这种情况下,在再加工期间由于所需刀具轮廓SK而消除了对凹部35或凹槽37的任何损坏,而同时考虑了可选地存在的额外的边际条件,将材料的去除最小化。

[0071] 在方法步骤V8期间确定所需刀具轮廓SK之后,在第九方法步骤V9期间基于所需刀具轮廓SK和加工程序PR来加工刀具16,使得刀具16的实际刀具轮廓在技术上可能的准确度的范围内对应于所需刀具轮廓SK。

[0072] 随后,方法V在第十方法步骤V10期间完成。

[0073] 作为图2中的示例的方法流程的替代,还可以在第九方法步骤V9之后利用测量单元17执行更新测量,并且将所得到的三维虚拟刀具模型M与在第八方法步骤V8期间产生的所需刀具轮廓SK进行比较以便确定偏差。可选地,可以从其计算出改变的所需轮廓,并且可以用加工单元18执行更新的加工。通常,这样的反复的过程将是不必要的。

[0074] 在上文中,作为对用过的刀具16(图4)再加工的示例描述了方法V。然而,方法V也可适用于生产新刀具的范围中。

[0075] 图9以示例性方式示意性地示出了刀具16,其通过额外的制造过程制造,例如通过3D打印或通过连续层中的选择性激光熔化。参照该制造方法,可实现的精度通常不足以满足刀具16的规定。此外,如此制造的刀具16的表面比较地粗糙。以这种方式生产的刀具坯料可以按照方法V进行测量和再加工,使得其特性和表面质量满足规定。

[0076] 另一种使用选择由图10和图11示意性地示出。图10示出了具有整体硬质合金芯体41和涂层42的刀具16,涂层42至少施加到整体硬质合金芯体41的部分。现在这种涂层具有小于 $3\mu\text{m}$ 的极小的层厚度。这是由于较厚的层厚度导致过于过度的切削刀的倒圆的事实。然而,鉴于刀具16的使用和使用寿命,极小的层厚度是不适当的。根据本发明,整体硬质合金芯体41可以设置有明显较厚的涂层42,例如设置有具有厚度高达 $30\mu\text{m}$ 的涂层42。实际上,在这种情况下,刀具16的特性被改变并且不再满足规定;然而,随后执行上述方法V,使得再次实现所需的特性。例如,刃半径、切削角、后角、由涂层42隐藏的结构、切屑空间尺寸等可以再次露出或恢复。因此,可以实现高达 $30\mu\text{m}$ 的明显更厚的层厚度。然而,可以快速有效地制造显示所需特性的刀具16。如由图11示意性地示出的,例如,由于将涂层42施加到整体硬质合金芯体41而导致的过度倒圆区域42a被修正为:去除涂层42的材料体积42b,使得切削刀

处的刀具的轮廓匹配所需刀具轮廓SK。

[0077] 图12和13示出了在刀具16的新制造期间的另一示例性实施例。在这种情况下,示出了具有托架43的刀具16,其中至少一个切削片44布置在托架43上。通常,切削片44例如通过焊接而材料结合到托架43上。在这样做时,切削片44的所需位置在某些情况下不能被精确地实现。在图13中,切削片的所需位置44s以虚线示意性地示出。在特别是通过焊接而材料结合的附接期间,切削片44被变形并采用切削片的实际位置44i。在焊接期间,除了在一个或多个空间方向上的位置偏差之外,还可能由于将切削片44焊接到托架43上而导致在切削片的径向外轮廓上发生轮廓偏差。切削片可以弯曲,由此限定从刀具去除材料的径向外边缘也被赋予曲度。

[0078] 在具有多个刀片的刀具的情况下,特别是长的叶片(诸如像由图12所示的),迄今为止需要沿切削片44的刀片的多个感测点45,以便能够测量由焊接过程引起的片翘曲(切削片44的曲度)。这是在加工单元中执行并花费很长时间;在此时间期间加工单元是非生产性的。由于本发明,可以大大减少加工单元18中的加工时间(EDM和/或研磨和/或激光加工),原因在于片位置测量以及可选地还有补偿计算可以在测量单元17中单独执行。可以通过测量单元17预先执行所需刀具轮廓SK的三维测量和确定,并且数据可以通过刀具16传递到加工单元18。由于预先测量并且可选地,已经确定了用于生成匹配所需刀具轮廓SK的实际轮廓的加工数据,可以使加工过程更有效率。刀片或切削片44的3D扫描比单个的感测点45的接触显著地更有效。另外,理想地也可以通过3D扫描来精确地确定切削片44相对于所需刀具轮廓SK的材料余量。在仅触点接触的情况下这是非常复杂的,特别是在轮廓发展的情况下。

[0079] 通过上述方法V,可以三维地测量装载有切削片44的托架43并产生三维虚拟刀具模型M。随后,如果需要,切削片44可以被再加工,以使得保持刀具16的特性。

[0080] 本发明涉及通过去除材料加工刀具16的装置15和方法V。首先使用测量单元17三维地测量刀具16,并由此生成三维虚拟刀具模型M。将该三维虚拟刀具模型M与来自特定刀具数据集WD的参考轮廓R进行比较。如果确定匹配,则选择分配给刀具数据集WD的加工程序PR,并且通过将参考轮廓R适配到三维虚拟刀具模型M中来确定所需刀具轮廓SK。然后可以根据该所需刀具轮廓SK加工刀具16。

[0081] 参考标记列表:

[0082] 15装置

[0083] 16刀具

[0084] 17测量单元

[0085] 18加工单元

[0086] 19控制单元

[0087] 20存储器单元

[0088] 23测量装置

[0089] 24 3D扫描器

[0090] 25激光束

[0091] 26摄像机

[0092] 29刀具保持器

- [0093] 30加工工具,旋转驱动器
- [0094] 31研磨盘
- [0095] 32激光器
- [0096] 35凹部
- [0097] 36箭头
- [0098] 37凹槽
- [0099] 41整体硬质合金芯体
- [0100] 42涂层
- [0101] 42a倒圆区域
- [0102] 42b材料体积
- [0103] 43托架
- [0104] 44切削片
- [0105] 44i切削片的实际位置
- [0106] 44s切削片的所需位置
- [0107] 45AW轴线角度位置
- [0108] D旋转轴线
- [0109] M三维虚拟刀具模型
- [0110] MP模型参数
- [0111] R参考轮廓
- [0112] SK所需刀具轮廓
- [0113] L纵向轴线
- [0114] V方法
- [0115] V1第一步骤
- [0116] V2第二步骤
- [0117] V3第三步骤
- [0118] V4第四步骤
- [0119] V5第五步骤
- [0120] V6第六步骤
- [0121] V7第七步骤
- [0122] V8第八步骤
- [0123] V9第九步骤
- [0124] V10第十步骤
- [0125] WD 刀具数据集
- [0126] WP刀具参数。

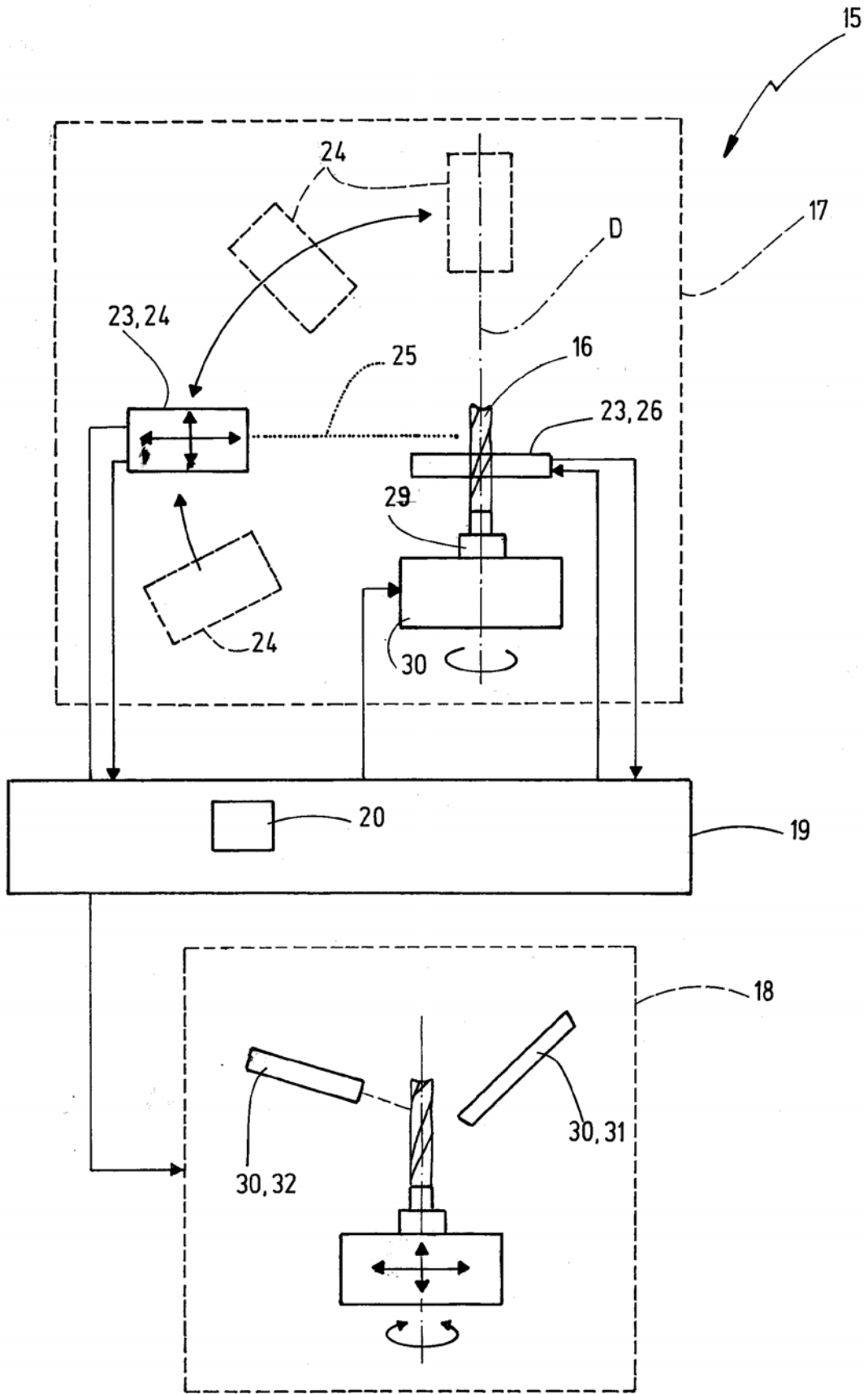


图 1

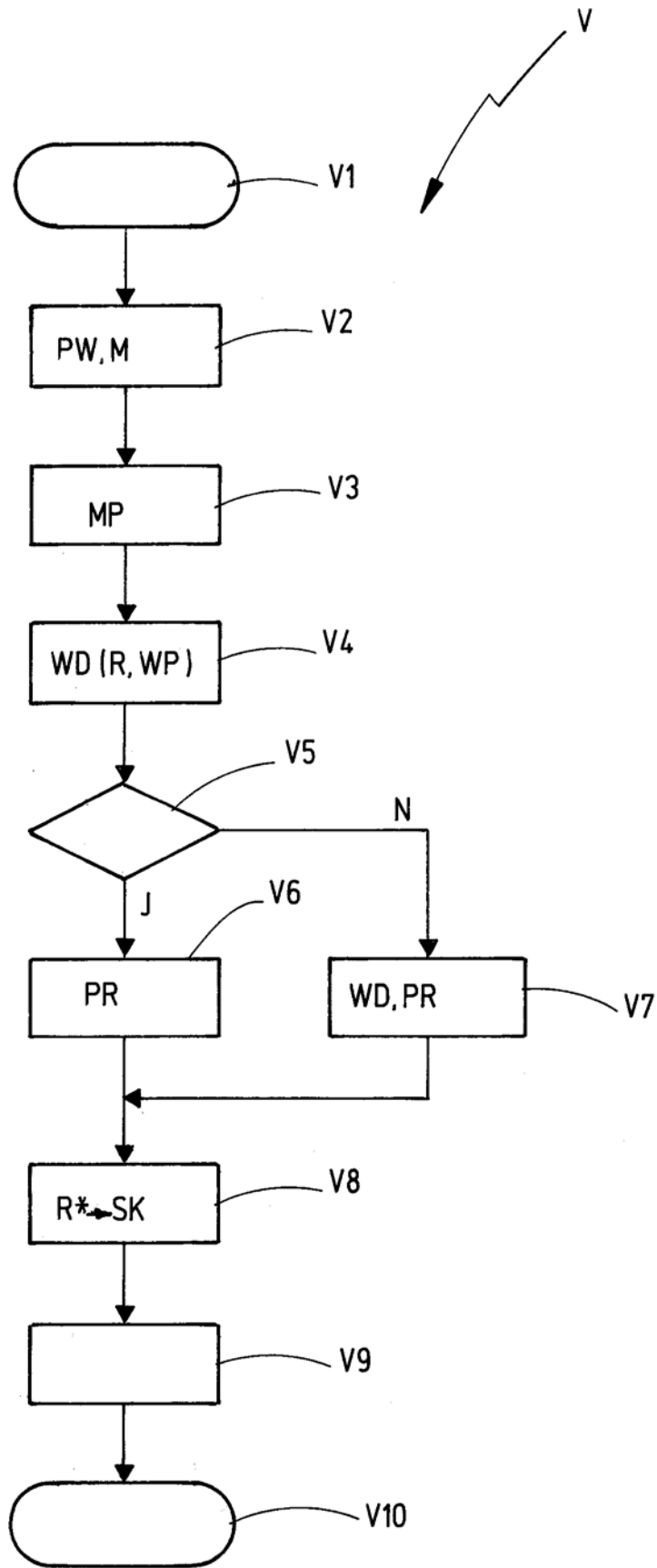


图 2



图 3

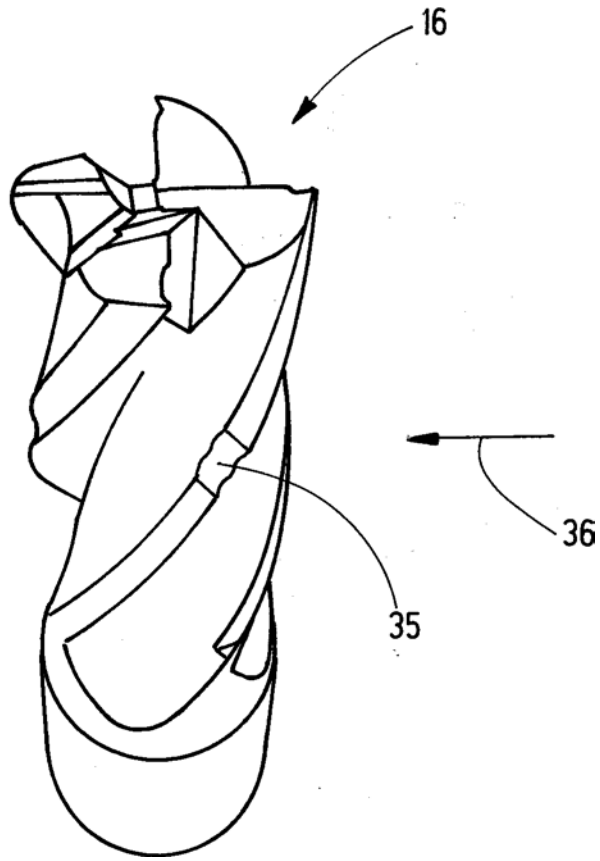


图 4



图 5

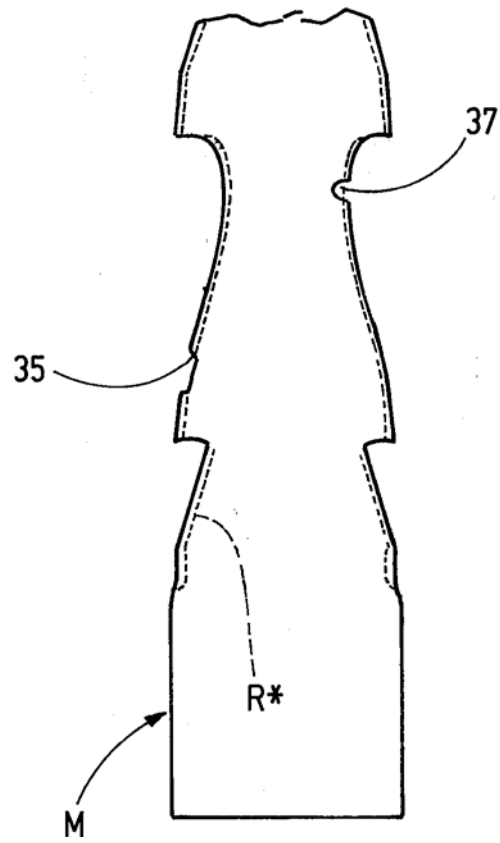


图 6

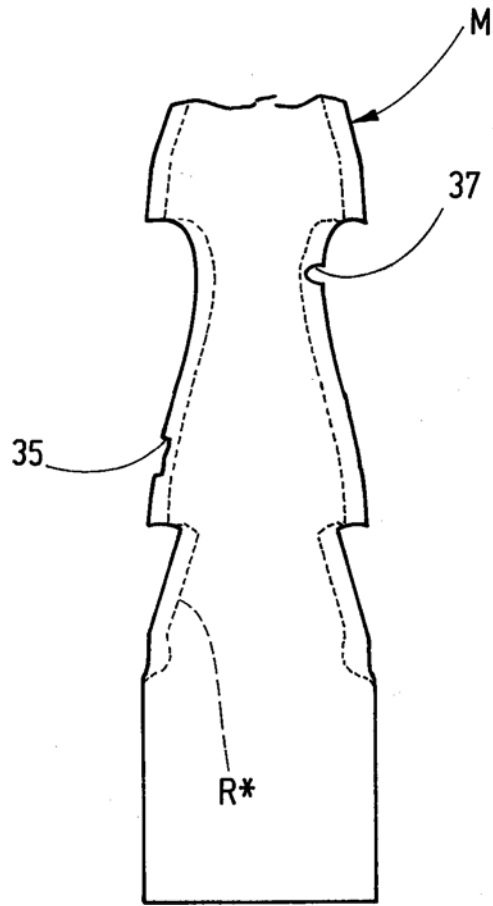


图 7

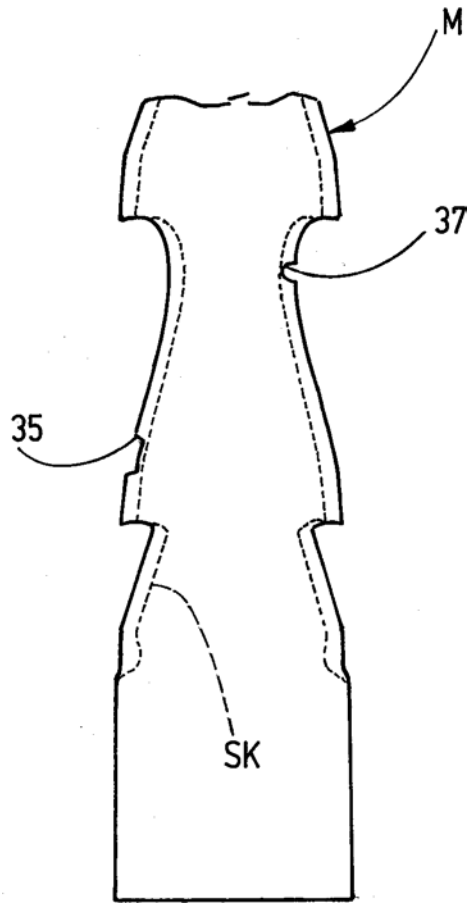


图 8

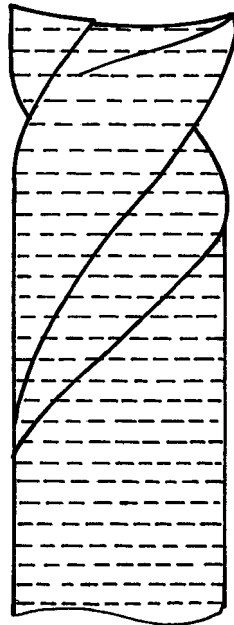


图 9

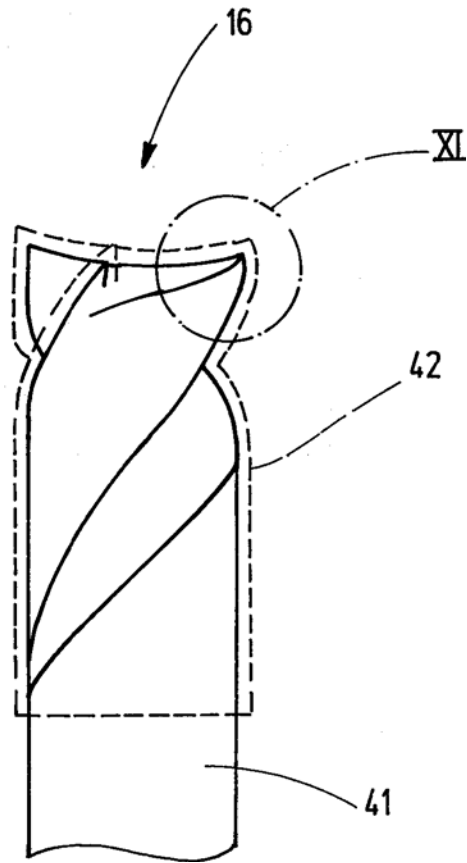


图 10

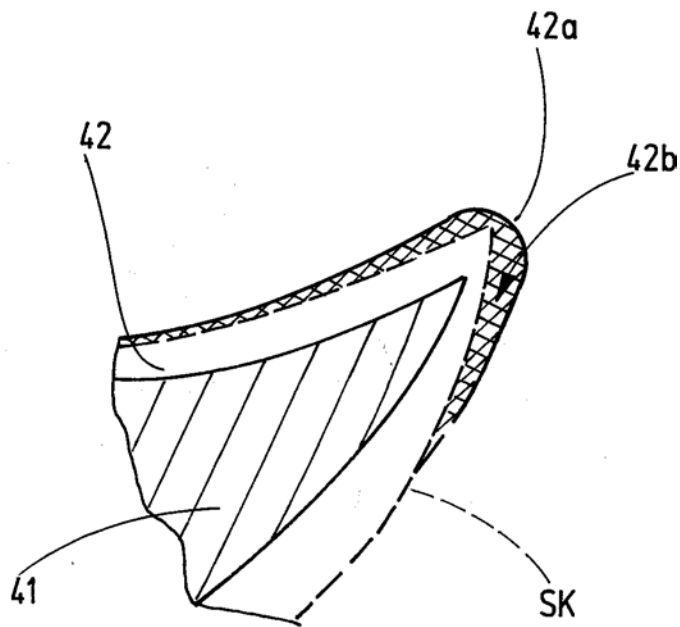


图 11

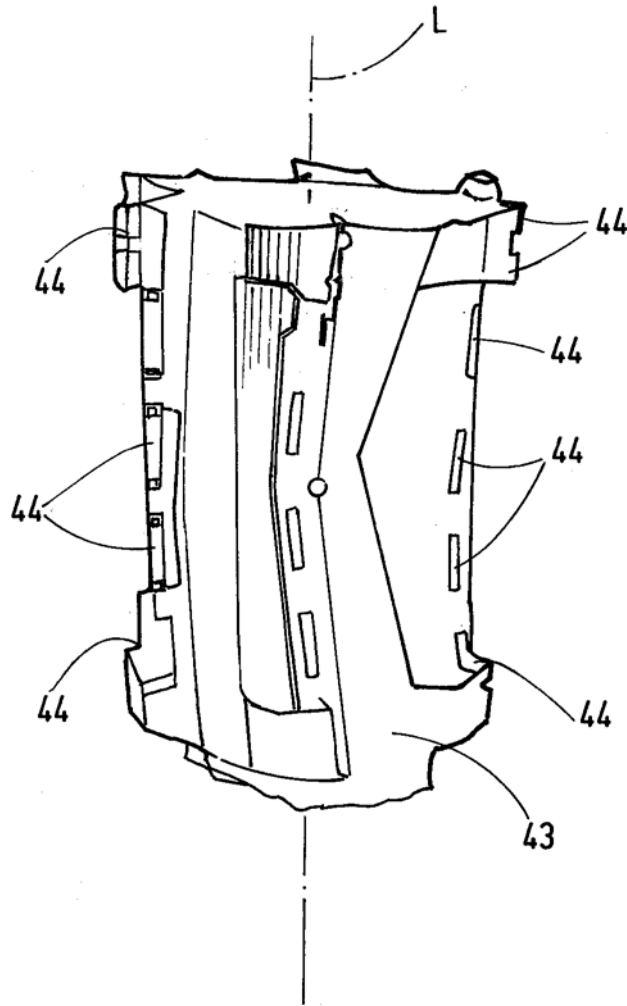


图 12

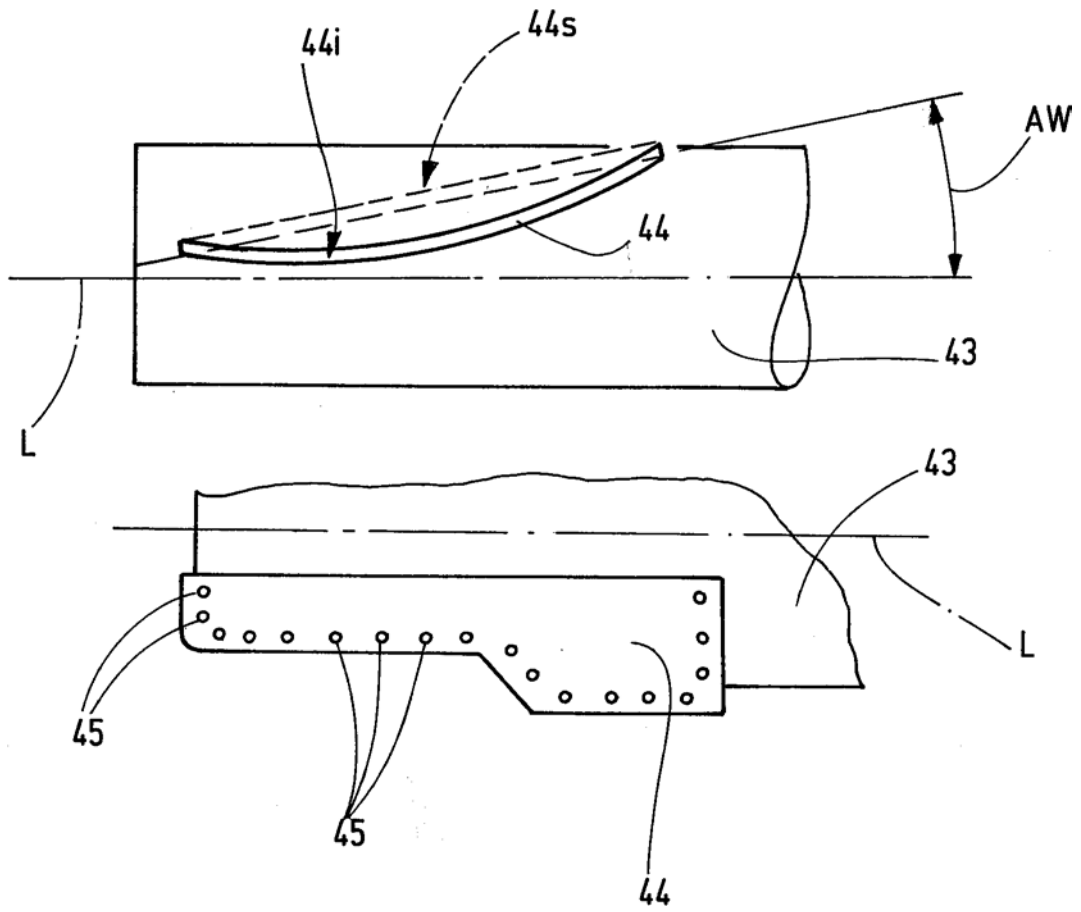


图 13