



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117340337 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 05

(21) 申请号 202311493090.8

(22) 申请日 2023.11.10

(71) 申请人 苏州阿诺精密切削技术有限公司
地址 215122 江苏省苏州市苏州工业园区
科智路9号2幢

(72) 发明人 李亮 仲益 马提 虞良

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224
专利代理师 何平

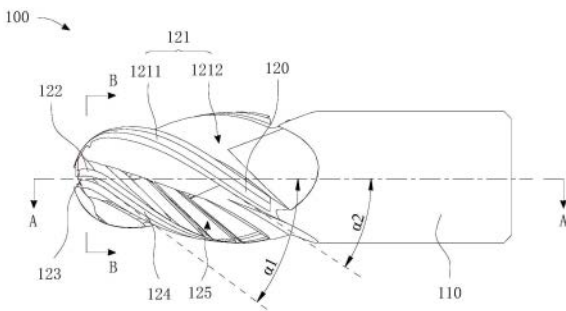
(51) Int. Cl.
B23C 5/14 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称
鼓形铣刀

(57) 摘要

本申请涉及一种鼓形铣刀,包括刀柄部与切削部,切削部包括圆周刃部及同轴连接于圆周刃部一端的球头刃部,圆周刃部远离球头刃部的端部同轴连接于刀柄部,且圆周刃部的外轮廓为鼓形,圆周刃部具有多个周向切削刃及相邻两个周向切削刃之间形成的螺旋状排屑槽,周向切削刃与球头刃部在远离刀柄部的一端均具有端部刀刃,周向切削刃具有前刀面,前刀面沿刀柄部的轴向方向间隔开设有多个螺旋状的断屑槽;相邻两个排屑槽的螺旋角不相等,且相对设置的两个排屑槽的螺旋角相等,端部刀刃与相邻两个端部刀刃之间的夹角不相等,且相对设置的两个端部刀刃之间的夹角相等。本申请提供的鼓形铣刀,显著提高了工件的加工效率,且可提高鼓形铣刀的加工稳定性。



1. 一种鼓形铣刀,其特征在于,所述鼓形铣刀包括:

刀柄部;

切削部,所述切削部包括圆周刃部及同轴连接于所述圆周刃部一端的球头刃部,所述圆周刃部远离所述球头刃部的端部同轴连接于所述刀柄部,且所述圆周刃部的外轮廓为鼓形,所述圆周刃部具有多个周向切削刃及相邻两个所述周向切削刃之间形成的螺旋状排屑槽,所述周向切削刃与所述球头刃部在远离所述刀柄部的一端均具有端部刀刃,所述周向切削刃具有前刀面,所述前刀面沿所述刀柄部的轴向方向间隔开设有多个螺旋状的断屑槽;

其中,相邻两个所述排屑槽的螺旋角不相等,且相对设置的两个所述排屑槽的螺旋角相等,所述端部刀刃与相邻两个所述端部刀刃之间的夹角不相等,且相对设置的两个所述端部刀刃之间的夹角相等。

2. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述圆周刃部的外轮廓具有圆弧结构,且所述圆周刃部的圆弧结构半径为 R_1 ,其中, $50\text{mm} \leq R_1 \leq 100\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述球头刃部的外轮廓衔接于所述圆周刃部的外轮廓,所述球头刃部的外轮廓也具有圆弧结构,且所述球头刃部的圆弧结构半径为 R_2 ,其中, $1.0\text{mm} \leq R_2 \leq 3.0\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,相邻两个所述排屑槽的螺旋角分别为 α_1 与 α_2 ,其中, $38^\circ \leq \alpha_1 \leq 40^\circ$, $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 44^\circ$,且 $\alpha_1 \neq \alpha_2$;

一所述端部刀刃与相邻两个所述端部刀刃之间的夹角分别为 φ_1 与 φ_2 ,其中, $85^\circ \leq \varphi_1 \leq 95^\circ$, $85^\circ \leq \varphi_2 \leq 95^\circ$,且 $\varphi_1 \neq \varphi_2$ 。

5. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述周向切削刃具有周刃前角、第一周刃后角及第二周刃后角;

其中,所述周刃前角 β_1 为 $5^\circ \sim 15^\circ$,所述第一周刃后角 β_2 为 $10^\circ \sim 15^\circ$,所述第二周刃后角 β_3 为 $22^\circ \sim 28^\circ$ 。

6. 根据权利要求5所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述断屑槽具有开槽前角 γ ;其中:

所述断屑槽的螺旋角与所述排屑槽的螺旋角相等,所述开槽前角 γ 比所述周刃前角 β_1 大 $2^\circ \sim 5^\circ$,即 $2^\circ \leq \gamma - \beta_1 \leq 5^\circ$,且所述开槽前角 γ 为 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。

7. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述断屑槽的开口与所述排屑槽连通。

8. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述圆周刃部与所述刀柄部的连接处设置有避空部,所述避空部为圆柱结构,所述避空部的外径为 d ,所述刀柄部的外径为 D_1 ,所述圆周刃部的外径为 D_2 ,其中: $d < D_1$,且 $d < D_2$ 。

9. 根据权利要求8所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述圆周刃部的芯厚为 D_3 ,且 $D_3 = 0.6D_1 \sim 0.75D_1$,且所述圆周刃部的芯厚自所述球头刃部朝向所述刀柄部逐渐增大。

10. 根据权利要求1所述的鼓形铣刀,其特征在于,所述切削部的外表面设置有涂层,且所述涂层的表面摩擦系数 $\mu \leq 0.4$ 。

鼓形铣刀

技术领域

[0001] 本申请涉及铣削加工技术领域,特别是涉及一种鼓形铣刀。

背景技术

[0002] 在复杂结构零件的机械加工中,有一种加工面为空间曲面的零件,由于此类加工面不能展成平面,为了避免在加工过程中产生干涉而铣伤加工面的临近表面,一般使用球头铣刀或圆鼻铣刀对此类加工面进行铣削加工。在加工面为空间曲面的铣削加工过程中,由于加工面与球头铣刀或圆鼻铣刀始终为点接触,导致零件的加工效率过低。

[0003] 目前,通常采用鼓形铣刀来加工具有空间曲面的零件,采用大圆弧切削,以提高加工效率。由于增加了鼓形铣刀与零件的接触刃长,增加了瞬时切削阻力,尤其对于高精度加工的空间曲面零件来说,切削阻力过大易引起加工振刀现象,影响鼓形铣刀的加工稳定性,降低零件的加工精度,且会增加鼓形铣刀刀刃的磨损程度,降低鼓形铣刀的寿命。并且,由于鼓形铣刀与零件的接触刃长增加,会导致切屑过长而缠绕于鼓形铣刀或零件表面,引起鼓形铣刀的破损和加工面的损伤。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对现有鼓形铣刀加工稳定性低,且易引起鼓形铣刀破损和加工面损伤的问题,提供一种鼓形铣刀。

[0005] 一种鼓形铣刀,所述鼓形铣刀包括:

[0006] 刀柄部;

[0007] 切削部,所述切削部包括圆周刃部及同轴连接于所述圆周刃部一端的球头刃部,所述圆周刃部远离所述球头刃部的端部同轴连接于所述刀柄部,且所述圆周刃部的外轮廓为鼓形,所述圆周刃部具有多个周向切削刃及相邻两个所述周向切削刃之间形成的螺旋状排屑槽,所述周向切削刃与所述球头刃部在远离所述刀柄部的一端均具有端部刀刃,所述周向切削刃具有前刀面,所述前刀面沿所述刀柄部的轴向方向间隔开设有多个螺旋状的断屑槽;

[0008] 其中,相邻两个所述排屑槽的螺旋角不相等,且相对设置的两个所述排屑槽的螺旋角相等,所述端部刀刃与相邻两个所述端部刀刃之间的夹角不相等,且相对设置的两个所述端部刀刃之间的夹角相等。

[0009] 在其中一个实施例中,所述圆周刃部的外轮廓具有圆弧结构,且所述圆周刃部的圆弧结构半径为 R_1 ,其中, $50\text{mm} \leq R_1 \leq 100\text{mm}$ 。

[0010] 在其中一个实施例中,所述球头刃部的外轮廓衔接于所述圆周刃部的外轮廓,所述球头刃部的外轮廓也具有圆弧结构,且所述球头刃部的圆弧结构半径为 R_2 ,其中, $1.0\text{mm} \leq R_2 \leq 3.0\text{mm}$ 。

[0011] 在其中一个实施例中,相邻两个所述排屑槽的螺旋角分别为 α_1 与 α_2 ,其中, $38^\circ \leq \alpha_1 \leq 40^\circ$, $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 44^\circ$,且 $\alpha_1 \neq \alpha_2$;

[0012] 一所述端部刀刃与相邻两个所述端部刀刃之间的夹角分别为 $\varphi 1$ 与 $\varphi 2$,其中, $85^{\circ} \leq \varphi 1 \leq 95^{\circ}, 85^{\circ} \leq \varphi 2 \leq 95^{\circ}$,且 $\varphi 1 \neq \varphi 2$ 。

[0013] 在其中一个实施例中,所述周向切削刃具有周刃前角、第一周刃后角及第二周刃后角;

[0014] 其中,所述周刃前角 $\beta 1$ 为 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$,所述第一周刃后角 $\beta 2$ 为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$,所述第二周刃后角 $\beta 3$ 为 $22^{\circ} \sim 28^{\circ}$ 。

[0015] 在其中一个实施例中,所述断屑槽具有开槽前角 γ ;其中:

[0016] 所述断屑槽的螺旋角与所述排屑槽的螺旋角相等,所述开槽前角 γ 比所述周刃前角 $\beta 1$ 大 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$,即 $2^{\circ} \leq \gamma - \beta 1 \leq 5^{\circ}$,且所述开槽前角 γ 为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

[0017] 在其中一个实施例中,所述断屑槽的开口与所述排屑槽连通。

[0018] 在其中一个实施例中,所述圆周刃部与所述刀柄部的连接处设置有避空部,所述避空部为圆柱结构,所述避空部的外径为 d ,所述刀柄部的外径为 $D1$,所述圆周刃部的外径为 $D2$,其中: $d < D1$,且 $d < D2$ 。

[0019] 在其中一个实施例中,所述圆周刃部的芯厚为 $D3$,且 $D3 = 0.6D1 \sim 0.75D1$,且所述圆周刃部的芯厚自所述球头刃部朝向所述刀柄部逐渐增大。

[0020] 在其中一个实施例中,所述切削部的外表面设置有涂层,且所述涂层的表面摩擦系数 $\mu \leq 0.4$ 。

[0021] 上述鼓形铣刀,通过圆周刃部的鼓形轮廓对工件的加工面进行铣削,增加了圆周刃部与工件的接触刃长,尤其对于加工面为空间曲面的工件来说,显著提高了工件的加工效率,且球头刃部可用于工件的清根与底部拐角加工,一刀多用以满足不同的加工工况。由于相邻两个排屑槽的螺旋角不相等,且端部刀刃与相邻两个端部刀刃之间的夹角不相等,使得两相邻周向切削刃与工件接触产生的频率不一致,防止两相邻周向切削刃产生共振,进而降低鼓形铣刀在加工过程中的振动,同时,相对设置的两个排屑槽的螺旋角相等,且相对设置的两个端部刀刃之间的夹角相等,可保证鼓形铣刀高速旋转下的动平衡性能,有效抑制两相邻周向切削刃的共振,进一步减小鼓形铣刀在铣削加工过程中的振动,提高鼓形铣刀的加工稳定性,且能减小鼓形铣刀在加工过程中的磨损,延长鼓形铣刀的寿命。并且,断屑槽可对排屑槽内过长的切屑进行分屑和强制断屑,减小切屑长度,避免对鼓形铣刀和加工面造成损伤。

附图说明

[0022] 图1为鼓形铣刀加工过程中工件材料残留高度示意图。

[0023] 图2为鼓形铣刀实际铣削加工示意图。

[0024] 图3为鼓形铣刀简化铣削加工示意图。

[0025] 图4为鼓形铣刀简化铣削加工示意图。

[0026] 图5为部分实施例中提供的鼓形铣刀的正视图。

[0027] 图6为图5中A-A向剖视图。

[0028] 图7为图5中B-B向剖视图。

[0029] 图8为图7中C区域的局部放大图。

[0030] 附图标记:

[0031] 100、鼓形铣刀;

[0032] 110、刀柄部;120、切削部;121、圆周刃部;1211、周向切削刃;1212、排屑槽;122、球头刃部;123、端部刀刃;1231、第一端部刀刃;1232、第二端部刀刃;1233、第三端部刀刃;1234、第四端部刀刃;124、前刀面;125、断屑槽;130、避空部。

具体实施方式

[0033] 为使本申请的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本申请的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请。但是本申请能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本申请内涵的情况下做类似改进,因此本申请不受下面公开的具体实施例的限制。

[0034] 在本申请的描述中,需要理解的是,若有出现这些术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等,这些术语指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0035] 此外,若有出现这些术语“第一”、“第二”,这些术语仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,若有出现术语“多个”,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0036] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,若有出现术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等,这些术语应做广义理解。例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0037] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,若有出现第一特征在第二特征“上”或“下”等类似的描述,其含义可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0038] 需要说明的是,若元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。若一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。如若存在,本申请所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0039] 下面结合附图介绍本申请实施例提供的技术方案。

[0040] 通过鼓形铣刀对工件进行加工的过程中,工件铣削加工的表面质量,很大程度取

决于加工后的工件材料残留高度,其中,工件材料残留高度是指鼓形铣刀在相邻两个加工步距之间材料的最大凸起高度。参阅图1所示,若将工件材料残留高度定义为 h ,鼓形铣刀刀具半径定义为 R ,相邻两个加工步的加工步距定义为 b ,则工件材料残留高度 h 、刀具半径 R 以及加工步距 b 的关系为:

$$[0041] \quad (R-h)^2 + (b/2)^2 = R^2;$$

$$[0042] \quad \text{由此可推导出: } h = R - \sqrt{R^2 - b^2/4} \quad \text{式①};$$

$$[0043] \quad \text{或, } b = 2\sqrt{2Rh - h^2} \quad \text{式②};$$

[0044] 由式①可知,在步距 b 恒定的情况下,刀具半径 R 越大,工件材料残留高度 h 越小,即工件加工的表面质量越好。

[0045] 由式②可知,在表面加工质量要求一定时,即残留高度 h 恒定,刀具半径 R 越大,加工步距 b 越大, b/b_0 (b_0 为原加工步距)越大,即加工效率越高。

[0046] 并且,在工件的实际铣削加工过程中,鼓形铣刀一般采用侧刃铣削的加工方式,加工的工件会留有一定的加工余量 a ,又因鼓形铣刀实际为螺旋刃,在铣削过程中部分刀刃参与铣削。参阅图2-图4所示,若将鼓形铣刀铣削过程中的接触刃长定义为 L ,鼓形铣刀的刃径定义为 D_0 ,螺旋角定义为 α ,导程定义为 L_0 ,切削范围角定义为 β ,则加工余量 a 、接触刃长 L 、刃径 D_0 、螺旋角 α 、导程 L_0 及切削范围角 β 之间的关系为:

$$[0047] \quad L^2/4 + (R-a)^2 = R^2; \cos\beta = (R-a)/R;$$

$$[0048] \quad \tan\alpha = \pi D_0/L_0; \beta/\pi = L/L_0;$$

[0049] 由上述公式计算可得:

$$[0050] \quad L = D_0 \cos^{-1}(R^2 - Ra)/\tan\alpha \quad \text{式③}$$

[0051] 由式③可知,在加工余量 a 相同时,且螺旋角 α 、刃径 D_0 恒定的情况下,刀具半径 R 越大,加工接触刃长 L 越大。相应的工件加工产生的切屑长度越长,瞬时加工切削力也越大,越易引起刀具振动,影响加工表面质量。

[0052] 综上所述,鼓形铣刀在加工过程中,鼓形铣刀与工件的接触刃长增加,易引起加工振刀现象,影响鼓形铣刀的加工稳定性,降低工件的加工精度,且工件铣削过程中的切屑长度过长,易引起鼓形铣刀的破损和工件加工面的损伤。

[0053] 针对上述问题,参阅图5与图6所示,本申请提供了一种鼓形铣刀100,鼓形铣刀100包括刀柄部110与切削部120,用于对加工面为空间曲面(3D型面)的工件进行铣削加工。

[0054] 切削部120包括圆周刃部121与球头刃部122,其中,球头刃部122平滑连接于圆周刃部121的一端,且球头刃部122与圆周刃部121同轴设置。圆周刃部121远离球头刃部122的端部连接于刀柄部110,且圆周刃部121与刀柄部110同轴设置,即是说,圆周刃部121位于刀柄部110与球头刃部122的中间位置。优选地,刀柄部110、圆周刃部121以及球头刃部122一体成型,在简化鼓形铣刀100成型工艺的基础上,保证刀柄部110、圆周刃部121以及球头刃部122之间的连接强度,防止在鼓形铣刀100对工件进行铣削加工的过程中,刀柄部110与圆周刃部121的连接处,以及圆周刃部121与球头刃部122的连接处发生崩断而损坏。圆周刃部121的外轮廓为鼓形,圆周刃部121具有多个周向切削刃1211及相邻两个周向切削刃1211之间形成的排屑槽1212,排屑槽1212呈螺旋状,用于供工件加工过程中产生切屑的排出。周向切削刃1211在远离刀柄部110的一端具有端部刀刃123,球头刃部122在远离刀柄部110的一

端也具有端部刀刃123。由于圆周刃部121的外轮廓为鼓形,即周向切削刃1211的刃部具有圆弧结构,在鼓形铣刀100对工件的空间曲面进行加工的过程中,通过圆周刃部121的大圆弧结构对工件进行铣削加工,增加圆周刃部121的加工步距,即增加了圆周刃部121与工件的接触刃长,从而提高了工件的加工效率。并且,在圆周刃部121的一端设置有球头刃部122,由于球头刃部122的直径相对圆周刃部121的直径较小,可用于工件的清根与底部拐角加工,一刀多用以满足工件的不同加工工况。

[0055] 其中,相邻两个排屑槽1212的螺旋角不相等,参阅图5所示,如将其中一个排屑槽1212的螺旋角定义为 α_1 ,与该排屑槽1212相邻的另外一个排屑槽1212的螺旋角定义为 α_2 ,则 $\alpha_1 \neq \alpha_2$ 。并且,端部刀刃123与相邻两个端部刀刃123之间的夹角不相等,参阅图7所示,以周向切削刃1211的数量为四个为例,将四个周向切削刃1211的端部刀刃123分别定义为第一端部刀刃1231、第二端部刀刃1232、第三端部刀刃1233以及第四端部刀刃1234,第一端部刀刃1231与第二端部刀刃1232之间的夹角为 ϕ_1 ,第一端部刀刃1231与第四端部刀刃1234之间的夹角为 ϕ_2 ,第二端部刀刃1232与第三端部刀刃1233之间的夹角为 ϕ_3 ,第三端部刀刃1233与第四端部刀刃1234之间的夹角为 ϕ_4 ,则 $\phi_1 \neq \phi_2$, $\phi_1 \neq \phi_3$, $\phi_2 \neq \phi_4$, 及 $\phi_3 \neq \phi_4$ 。通过上述设置,可使得两相邻周向切削刃1211与工件接触产生的频率不一致,防止两相邻周向切削刃1211在工件的铣削过程中产生共振现象,进而降低鼓形铣刀100在加工过程中的振动,防止各周向切削刃1211由于共振而产生崩断的不良现象,进而延长鼓形铣刀100的使用寿命。

[0056] 并且,相对设置的两个排屑槽1212的螺旋角相等,以排屑槽1212的数量为四个为例,在刀柄部110的轴向方向上,将四个排屑槽1212依次定义为第一排屑槽、第二排屑槽、第三排屑槽以及第四排屑槽,第一排屑槽、第二排屑槽、第三排屑槽以及第四排屑槽依次间隔设置,第一排屑槽与第三排屑槽的螺旋角相等,第二排屑槽与第四排屑槽的螺旋角相等。并且,相对设置的两个端部刀刃123之间的夹角相等,参阅图7所示, $\phi_1 = \phi_4$, $\phi_2 = \phi_3$ 。通过上述设置,可保证鼓形铣刀100在高速旋转下的动平衡性能,有效抑制两相邻周向切削刃1211的共振,进一步减小鼓形铣刀100在加工过程中的磨损,延长鼓形铣刀100的使用寿命。

[0057] 另外,参阅图5与图6所示,周向切削刃1211具有前刀面124。前刀面124沿刀柄部110的轴向方向间隔开设有多个断屑槽125,断屑槽125呈螺旋状,且断屑槽125的开口与排屑槽1212相连通。如在本实施例中,断屑槽125的开口位于前刀面124上,且朝向周向切削刃1211的内部延伸。由于鼓形铣刀100在对工件进行加工的过程中,若是切屑过长,切屑会缠绕在鼓形铣刀100或工件表面,引起鼓形铣刀100的破损和加工面的损伤。上述鼓形铣刀100,在周向切削刃1211上设置有多组断屑槽125,对排屑槽1212内过长的切屑进行分屑和强制断屑,减小切屑长度,以保证切屑能够呈小段式从排屑槽1212内顺畅地排出,避免过长的切屑造成鼓形铣刀100的破损和工件的加工面损伤,以保证鼓形铣刀100的正常铣削作业。

[0058] 一实施例中,参阅图5与图6所示,圆周刃部121的外轮廓具有圆弧结构,即周向切削刃1211的刃部具有圆弧结构。圆周刃部121的圆弧结构半径为 R_1 ,其中, $50\text{mm} \leq R_1 \leq 100\text{mm}$ 。上述鼓形铣刀100,能够通过圆周刃部121的大圆弧结构对工件进行铣削加工,增加圆周刃部121的加工步距,提高工件的加工效率。

[0059] 在具体设置时,圆周刃部121的圆弧结构半径R1可以为50mm、60mm、70mm、80mm、90mm、100mm中的任意一种。当然,在其他可行的实施例中,R1还可以设置为50mm~100mm这一范围内的其他数值,对于R1的具体数值,本申请不做限制,可根据工件的加工需求进行具体设置。

[0060] 同样地,参阅图5与图6所示,球头刃部122的外轮廓衔接于圆周刃部121的外轮廓,即球头刃部122与圆周刃部121的连接处平滑过渡,便于球头刃部122在加工过程中能够更加流畅地进入狭窄区域,且保证球头刃部122与圆周刃部121的连接强度。其中,球头刃部122的外轮廓也具有圆弧结构,且球头刃部122的圆弧结构半径为R2,其中, $1.0\text{mm} \leq R2 \leq 3.0\text{mm}$ 。上述鼓形铣刀100,在圆周刃部121的端部设置有直径较小的球头刃部122,便于鼓形铣刀100端部进行狭窄区域对工件进行清根与底部拐角加工,实现鼓形铣刀100的一刀多用,以满足工件的不同加工工况。

[0061] 在具体设置时,球头刃部122的圆弧结构半径R2可以为1.0mm、1.5mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm中的任意一种。当然,在其他可行的实施例中,R2还可以设置为1.0mm~3.0mm这一范围内的其他数值,对于R2的具体数值,本申请不做限制,可根据工件的加工区域尺寸进行具体设置。

[0062] 为了降低工件在加工过程中的振动,一实施例中,参阅图5-图7所示,相邻两个排屑槽1212的螺旋角分别为 α_1 与 α_2 ,其中, $38^\circ \leq \alpha_1 \leq 40^\circ$, $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 44^\circ$,且 $\alpha_1 \neq \alpha_2$ 。并且, $85^\circ \leq \phi_1 \leq 95^\circ$, $85^\circ \leq \phi_2 \leq 95^\circ$, $\phi_1 \neq \phi_2$ 。如此,相邻两个排屑槽1212的螺旋角不相等,同时,端部刀刃123与相邻两个端部刀刃123之间的夹角不相等,可使得两相邻周向切削刃1211与工件接触产生的频率不一致,防止两相邻周向切削刃1211在工件的铣削过程中产生共振现象,进而降低鼓形铣刀100在加工过程中的振动。另外,由于相邻两个排屑槽1212的螺旋角相差不大,能够简化鼓形铣刀100的成型工艺,且便于切屑能够顺畅地从各排屑槽1212中排出。

[0063] 并且,相对设置的两个排屑槽1212的螺旋角相等,相对设置的两个端部刀刃123的夹角也相等,可保证鼓形铣刀100在高速旋转下的动平衡性能,有效抑制两相邻周向切削刃1211的共振,进一步减小鼓形铣刀100在加工过程中的磨损,延长鼓形铣刀100的使用寿命。

[0064] 一实施例中,参阅图5、图7与图8所示,周向切削刃1211具有周刃前角、第一周刃后角及第二周刃后角。其中,周刃前角 β_1 为 $5^\circ \sim 15^\circ$,第一周刃后角 β_2 为 $10^\circ \sim 15^\circ$,第二周刃后角 β_3 为 $22^\circ \sim 28^\circ$ 。可选地,周刃前角 β_1 为 10° ,第一周刃后角 β_2 为 12° ,第二周刃后角 β_3 为 25° 。

[0065] 一实施例中,参阅图5、图6与图8所示,断屑槽125具有开槽前角 γ 。其中,断屑槽125的螺旋角与排屑槽1212的螺旋角相等,使得切屑在排屑槽1212内的运动流畅性高,以保证切屑在排屑槽1212内的排出顺畅性。并且,开槽前角 γ 比周刃前角 β_1 大 $2^\circ \sim 5^\circ$,即 $2^\circ \leq \gamma - \beta_1 \leq 5^\circ$,且开槽前角 γ 为 $10^\circ \sim 20^\circ$,如 γ 为 15° ,以起到分屑与强制断屑的作用,减小切屑长度,以保证切屑能够呈小段式从排屑槽1212内顺畅地排出,进而保证鼓形铣刀100的正常铣削作业,以及使工件的铣削作业更加平稳。

[0066] 为了拓展鼓形铣刀100的加工场景,一实施例中,参阅图5与图6所示,圆周刃部121与刀柄部110的连接处设置有避空部130,且避空部130与刀柄部110同轴设置,避空部130位于刀柄部110与圆周刃部121的中间位置。优选地,刀柄部110、避空部130以及圆周刃部121

一体成型,在简化鼓形铣刀100成型工艺的基础上,保证刀柄部110、避空部130以及圆周刃部121之间的连接强度,防止在鼓形铣刀100对工件进行铣削加工的过程中,刀柄部110与避空部130的连接处,以及避空部130与圆周刃部121的连接处发生崩断而损坏。

[0067] 其中,避空部130为圆柱结构,且避空部130的外径为 d ,刀柄部110的外径为 $D1$,当刀柄部110为圆柱结构时, $D1$ 为刀柄部110的外圆面的直径大小,当刀柄部110为方形、三角形等其他柱状结构时, $D1$ 为刀柄部110最大外周面的外径大小。其中, $d < D1$,且 $d < D2$,即避空部130为设置于刀柄部110与圆周刃部121之间的沉台结构,在对长悬伸类工件进行加工时,避空部130便于圆周刃部121与球头刃部122能够伸入至长悬伸类工件的加工区域,对长悬伸类工件进行加工,避免刀柄部110伸入至加工区域对长悬伸类工件的铣削加工造成干涉,拓展鼓形铣刀100的加工场景。

[0068] 为了保证鼓形铣刀100的刚度,一实施例中,参阅图5-图7所示,圆周刃部121的芯厚为 $D3$,且 $D3 = 0.6D1 \sim 0.75D1$,并且圆周刃部121的芯厚自球头刃部122朝向刀柄部110逐渐增大,以使圆周刃部121的外轮廓为鼓形。并且,根据刀柄部110的芯厚合理设置圆周刃部121的芯厚大小,在保证圆周刃部121具有较强刚度的基础上,防止鼓形铣刀100在对工件进行铣削作业过程中出现断裂的不良现象,且可使得排屑槽1212的深度能够被设计为较深,以保证排屑槽1212的容屑能力,从而使得鼓形铣刀100同时兼顾了刚性和切屑排出顺畅性。

[0069] 进一步地,参阅图5与图6所示,切削部120的外表面设置有涂层,其中,涂层采用PVD物理溅射工艺沉积于切削部120的表面,涂层优选为多层纳米复合结构,且结构致密,以增强切削部120表面的硬度、耐高温性能、抑制鼓形铣刀100的刃口表面粘刀等,以防止切削部120在铣削过程中断裂,且鼓形铣刀100可适用于高温环境下的铣削作业,进而延长了鼓形铣刀100的使用寿命与拓展鼓形铣刀100的应用场景,有效提高鼓形铣刀100的切削性能。涂层采用PVD物理溅射工艺与切削部120的结合力强,且涂层的厚度优选为 $1\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$,一方面能够对切削部120的表面进行防护,另一方面可防止涂层在长时间铣削过程中出现分层、剥离等不良现象。

[0070] 其中,在本实施例中,涂层的表面摩擦系数 $\mu \leq 0.4$,有效提高了切削部120的表面光洁度,降低鼓形铣刀100的切削阻力,并减少切削部120在铣削过程中产生的热量,增强刀具的耐磨性,延长刀具的使用寿命,且可提高工件加工面的加工精度。其中,在本实施例中,涂层可采用AlTiN、AlCrN、AlTiN/SiN、AlCrN/SiN、TiB₂、TiSiN、TiCN等,可根据实际加工情况自由选择,本申请对涂层的具体材质不做限制。

[0071] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0072] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

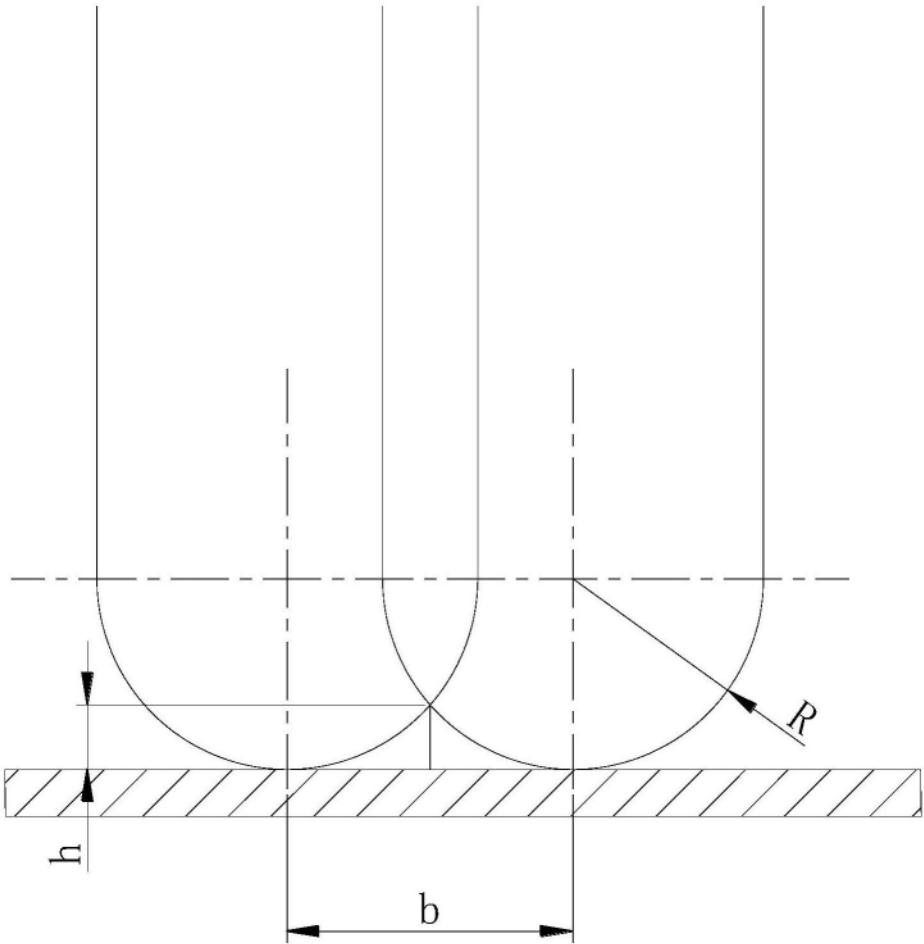


图1

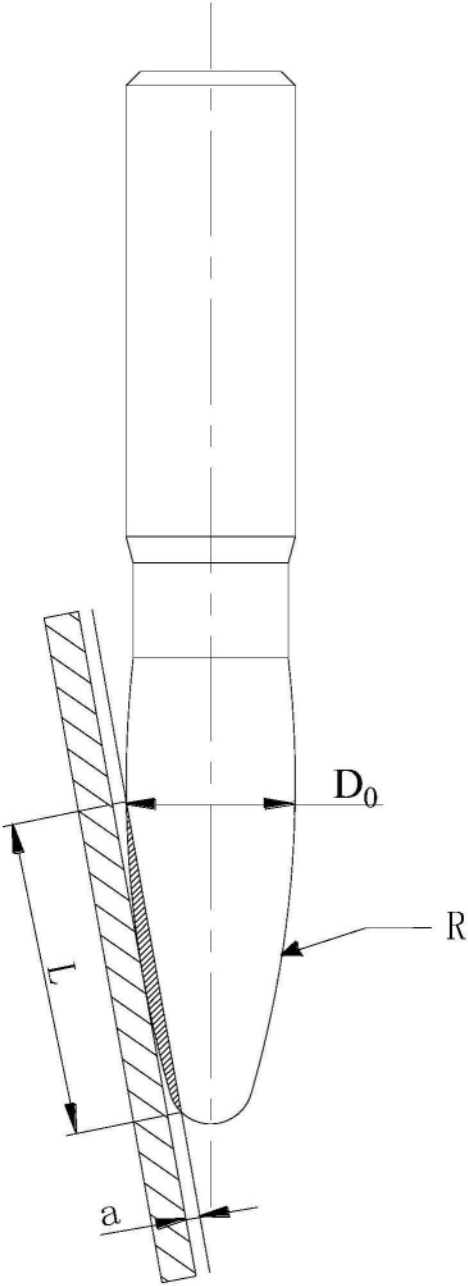


图2

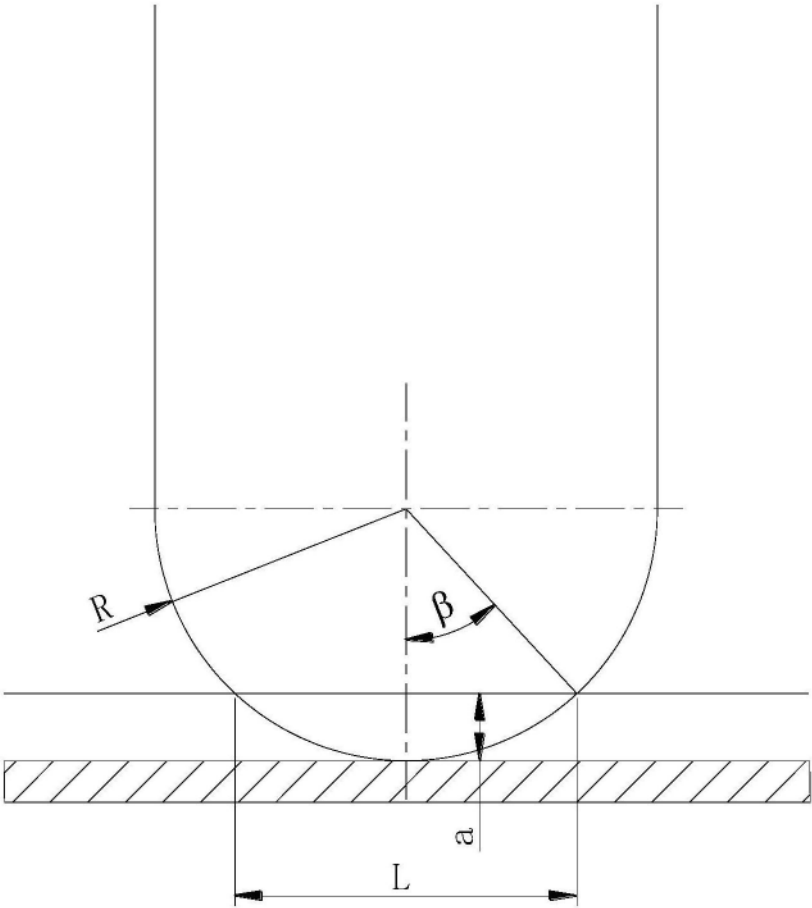


图3

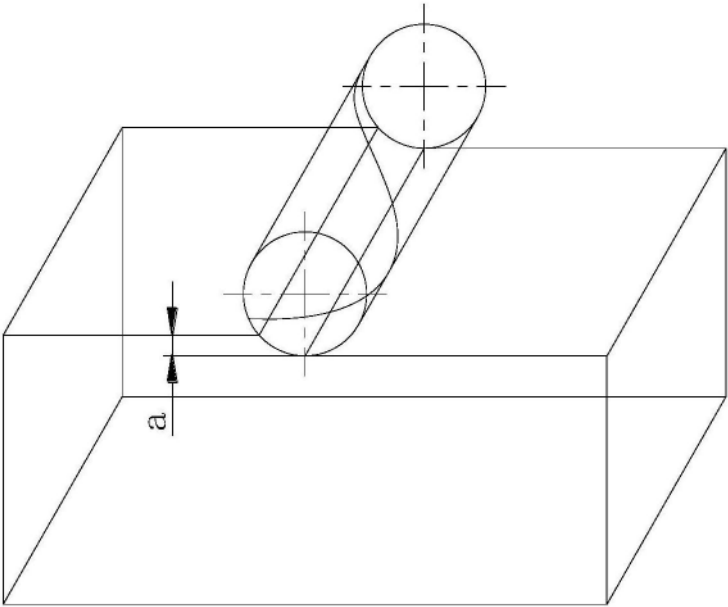


图4

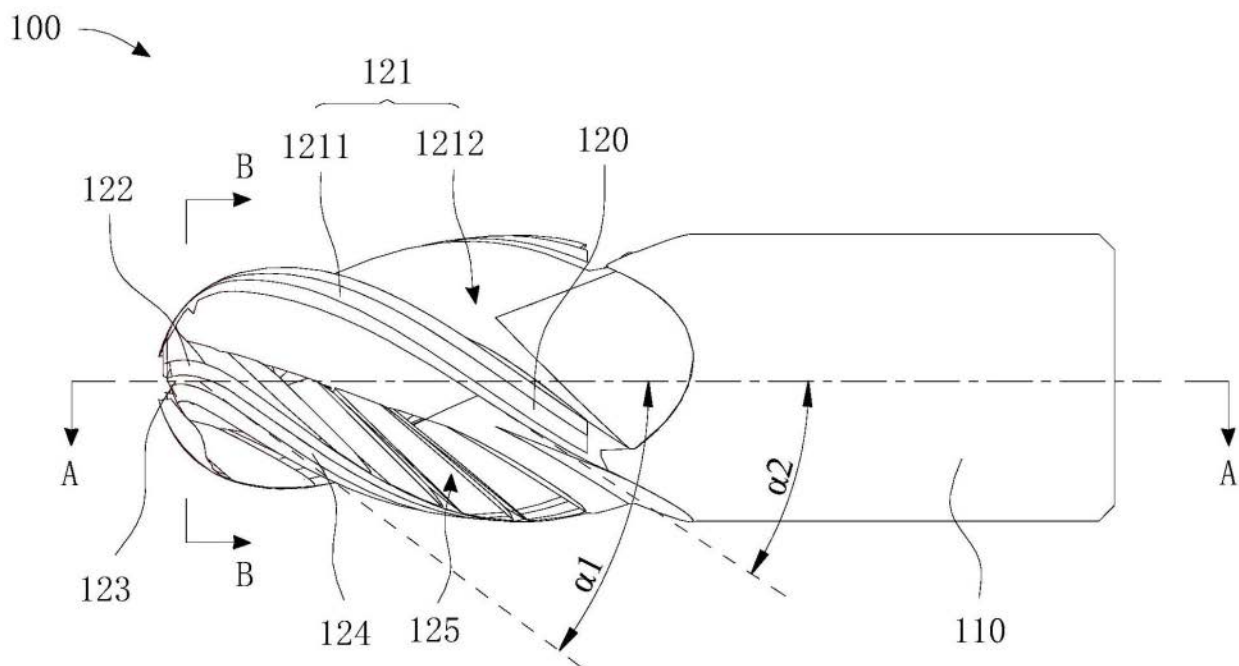


图5

A-A

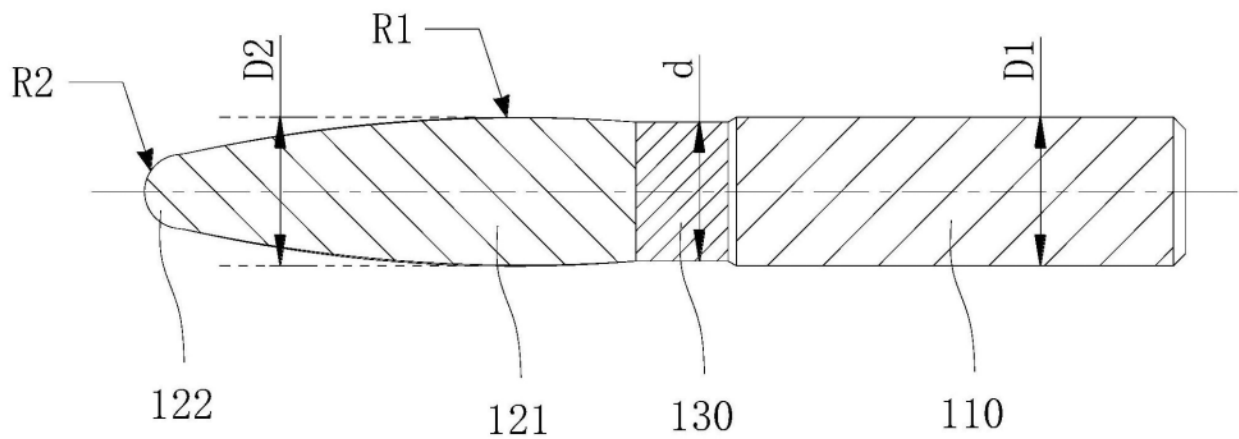


图6

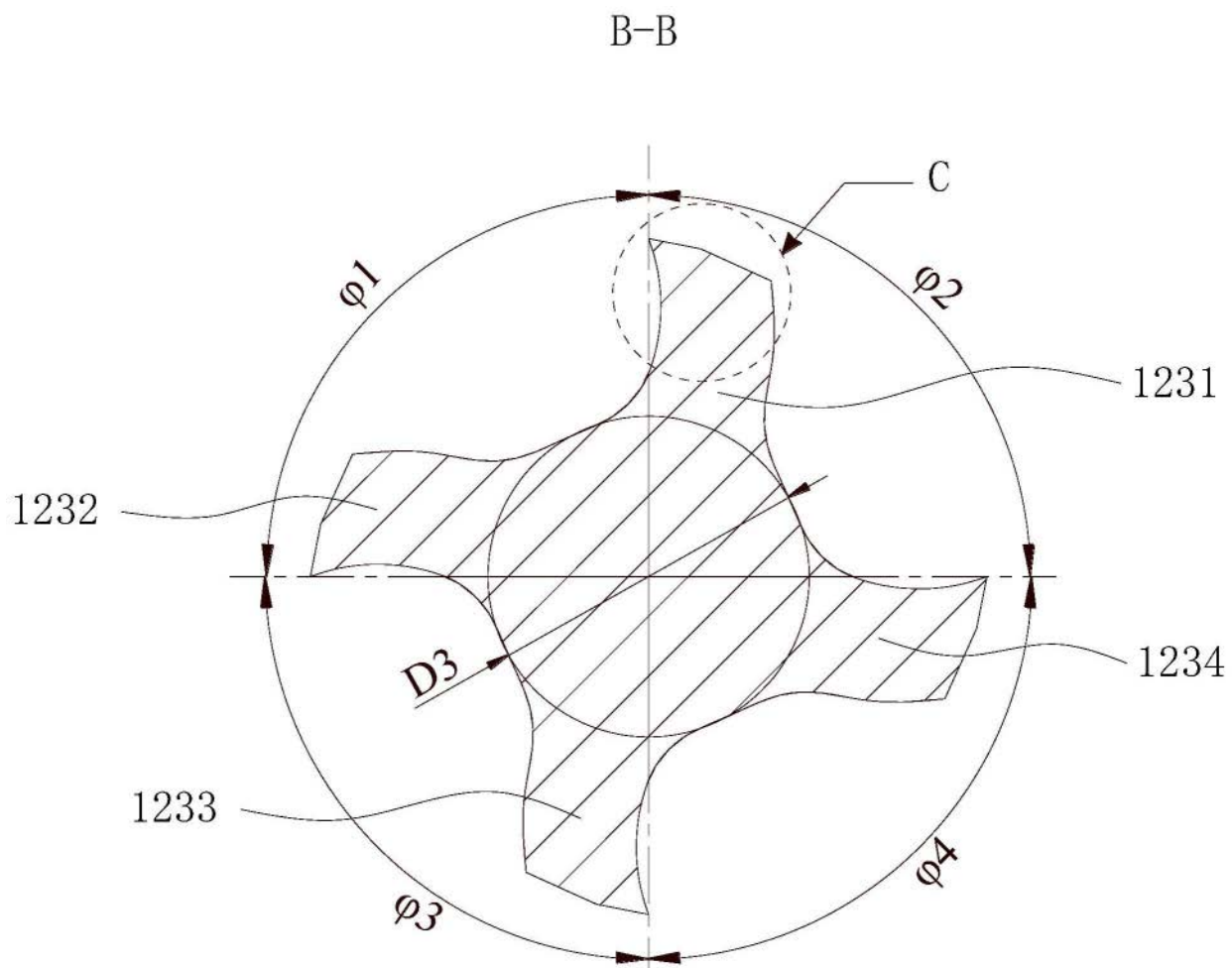


图7

C

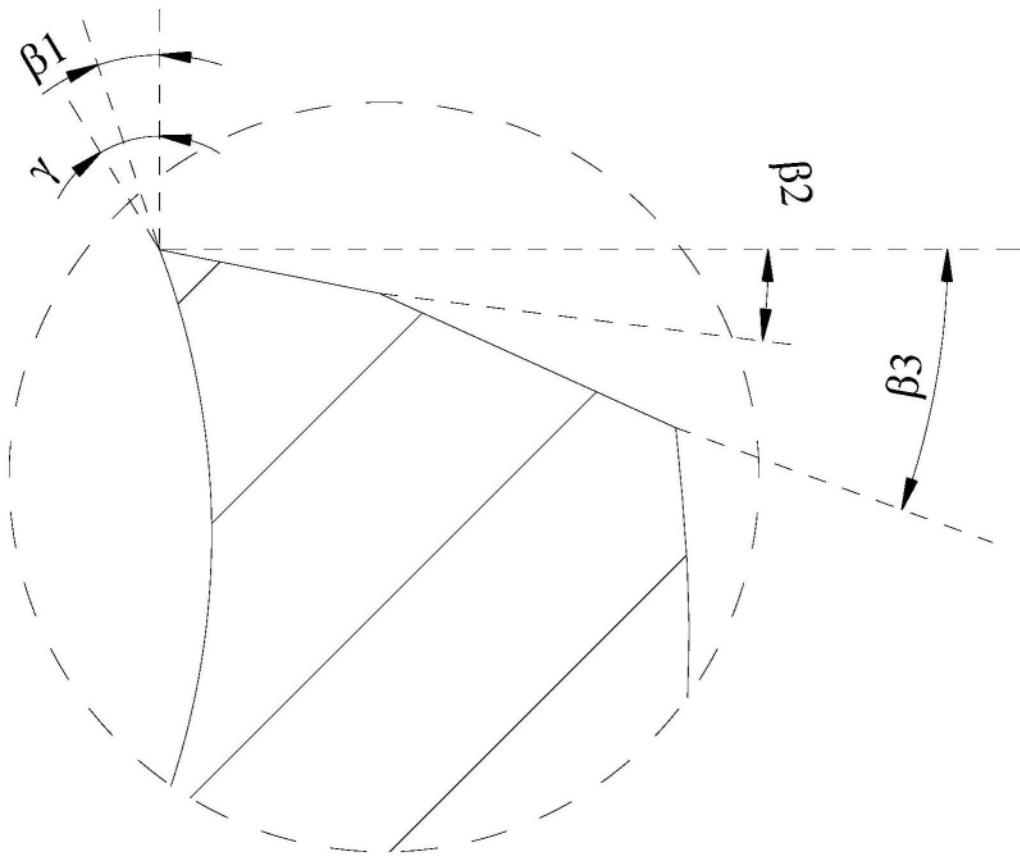


图8