



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115464194 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202211010843.0

B23C 5/28 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.23

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 203725860 U, 2014.07.23

申请公布号 CN 115464194 A

CN 212665005 U, 2021.03.09

(43) 申请公布日 2022.12.13

审查员 周吉喆

(73) 专利权人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路52号

(72) 发明人 岳彩旭 郑高骏 姜志鹏 刘献礼
李荣义

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 胡琳萍

(51) Int. Cl.

B23C 5/10 (2006.01)

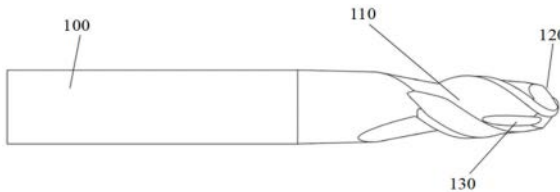
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀

(57) 摘要

一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀,涉及铣刀领域。该钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀包括依次设置的刀柄部分、螺旋切削部分和球头切削部分及内冷部分,球头切削部分包含至少一对沿周向间隔不对称布置的主切削刃,主切削刃的两侧分别设有排屑槽和刀尖间隙,主切削刃朝向刀尖间隙的一侧具有第一后刀面;螺旋切削部分包含与排屑槽一一对应连通的螺旋槽及与第一后刀面一一对应连接的周刃第一后刀面;内冷部分包括与主切削刃一一对应的内冷孔,内冷孔的一端贯穿刀柄部分端面,另一端贯穿螺旋槽及其对应的排屑槽。钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀减小了振动,并能够使冷却液高效的进入切削区域来降低切削区域的温度。



1. 一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其包括刀柄部分、设于所述刀柄部分端部的螺旋切削部分及设于所述螺旋切削部分端部的球头切削部分及内冷部分, 其特征在于, 所述球头切削部分包含至少一对沿周向间隔不对称布置的主切削刃, 所述主切削刃的两侧分别设有排屑槽和刀尖间隙, 所述主切削刃朝向所述刀尖间隙的一侧具有第一后刀面; 所述螺旋切削部分包含与所述排屑槽一一对应连通的螺旋槽及与所述第一后刀面一一对应连接的周刀第一后刀面; 所述内冷部分包括与所述主切削刃一一对应的内冷孔, 所述内冷孔的一端贯穿所述刀柄部分端面, 另一端贯穿所述螺旋槽及其对应的所述排屑槽;

建立直角坐标系, 使坐标系的Z轴与钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的中心轴线重合, 所述主切削刃径向截面面积S和形心坐标 (x_1, y_1) 计算如下:

$$S = \int (f_2(x) - f_1(x)) dx;$$

$$x_1 = \frac{1}{S} \int (f_2(x) - f_1(x)) dx;$$

$$y_1 = \frac{1}{2S} \int (f_2^2(x) - f_1^2(x)) dx;$$

$$U = \frac{2\rho RS}{\tan\beta} \sqrt{\left(1 - \cos\frac{H\tan\beta}{R}\right)(x_1^2 + x_2^2)(1 - \cos\theta)};$$

所述坐标系中所述主切削刃内外轮廓的方程分别为 $f_1(x)$ 和 $f_2(x)$; 所述主切削刃长度H, 所述钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的总长L, 螺旋角 β , 材质密度 ρ , 铣刀的螺旋切削部分的外圆半径R, 齿距差角 θ , 标准铣刀的铣刀不平衡量U。

2. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 每对所述主切削刃的所述排屑槽一侧的前角分别为8-15°和0-5°。

3. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 每对所述主切削刃的所述第一后刀面一侧的后角分别为6-10°和10-15°。

4. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 所述主切削刃的钝化圆角半径为0.02-0.05mm。

5. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 所述内冷孔在所述螺旋切削部分的末端切线与所述刀柄部分的轴线夹角为10-15°。

6. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 所述螺旋切削部分为圆锥形且锥角为2-4°。

7. 根据权利要求1所述的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀, 其特征在于, 每对所述主切削刃之间的间隔角度为173-178°。

一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀

技术领域

[0001] 本申请涉及铣刀领域,具体而言,涉及一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀。

背景技术

[0002] 钛合金作为一种理想的航空航天材料,被广泛应用在航空发动机的叶片领域。钛合金具有优异的材料特性同时其加工问题也随之而来。钛合金的比强度是现代工程结构金属材料中最高的,适于飞行器的零部件制造,能提高飞机的飞行性能,且其具有耐热性好、热强度高的优点,其工作温度可达500℃,在300~500℃温度下钛合金的强度比铝合金高10倍,钛合金的耐蚀性好,但钛对具有还原性氧及铬盐介质的抗蚀性差;钛合金的弹性模量小钛合金容易产生弹性变形。不易制作细长杆和薄壁件。

[0003] 钛合金由于弹性模量小、导热系数低和变形系数低等特点,使得刀具加工过程中磨损严重,并且加工后工件表面质量差。在航空发动机叶片加工过程中,钛合金加工刀具的加工效率低,并且消耗量大,需要大量储备该刀具备用,导致成本高昂,无法满足加工要求。

发明内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀,其减小了振动并降低了切削刃破损崩刃的可能性,并能够使冷却液高效的进入切削区域来降低切削区域的温度。

[0005] 本申请的实施例是这样实现的:

[0006] 本申请提供一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀,其包括刀柄部分、设于刀柄部分端部的螺旋切削部分及设于螺旋切削部分端部的球头切削部分及内冷部分,球头切削部分包含至少一对沿周向间隔不对称布置的主切削刃,主切削刃的两侧分别设有排屑槽和刀尖间隙,主切削刃朝向刀尖间隙的一侧具有第一后刀面;螺旋切削部分包含与排屑槽一一对应连通的螺旋槽及与第一后刀面一一对应连接的周刃第一后刀面;内冷部分包括与主切削刃一一对应的内冷孔,内冷孔的一端贯穿刀柄部分端面,另一端贯穿螺旋槽及其对应的排屑槽。

[0007] 在一些可选的实施方案中,每对主切削刃的排屑槽一侧的前角分别为8-15°和0-5°。

[0008] 在一些可选的实施方案中,每对主切削刃的第一后刀面一侧的后角分别为6-10°和10-15°。

[0009] 在一些可选的实施方案中,主切削刃的钝化圆角半径为0.02-0.05mm。

[0010] 在一些可选的实施方案中,内冷孔在螺旋切削部分的末端切线与刀柄部分的轴线夹角为10-15°。

[0011] 在一些可选的实施方案中,螺旋切削部分为圆锥形且锥角为2-4°。

[0012] 在一些可选的实施方案中,每对主切削刃之间的间隔角度为173-178°。

[0013] 本申请的有益效果是：本申请提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀包括刀柄部分、设于刀柄部分端部的螺旋切削部分及设于螺旋切削部分端部的球头切削部分及内冷部分，球头切削部分包含至少一对沿周向间隔不对称布置的主切削刃，主切削刃的两侧分别设有排屑槽和刀尖间隙，主切削刃朝向刀尖间隙的一侧具有第一后刀面；螺旋切削部分包含与排屑槽一一对应连通的螺旋槽及与第一后刀面一一对应连接的周刃第一后刀面；内冷部分包括与主切削刃一一对应的内冷孔，内冷孔的一端贯穿刀柄部分端面，另一端贯穿螺旋槽及其对应的排屑槽。本申请提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀打破了常规对称切削刃设计的振动频率，从而减小振动并降低切削刃破损崩刃的可能性，并通过内冷孔在保证铣刀刚性的同时使冷却液高效的进入切削区域来降低切削区域的温度，从而达到提高刀具寿命和表面精度的效果。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0015] 图1为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的第一视角的结构示意图；

[0016] 图2为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的第二视角的结构示意图；

[0017] 图3为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的第三视角的结构示意图；

[0018] 图4为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的一个主切削刃的横截面的前角和后角的结构示意图；

[0019] 图5为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的另一个主切削刃的横截面的前角和后角的结构示意图；

[0020] 图6为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的内冷孔在螺旋切削部分的末端切线与刀柄部分的轴线夹角的结构示意图；

[0021] 图7为本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的主切削刃的轮廓的方程示意图。

[0022] 图中：100、刀柄部分；110、螺旋切削部分；111、螺旋槽；112、周刃第一后刀面；120、球头切削部分；121、主切削刃；122、排屑槽；123、刀尖间隙；124、第一后刀面；130、内冷孔。

具体实施方式

[0023] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0024] 因此，以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护

的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0025] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0026] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等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,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,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。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0027] 此外,术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0028] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;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。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。

[0029] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,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”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0030] 以下结合实施例对本申请的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的特征和性能作进一步的详细描述。

[0031] 如图1、图2、图3、图4、图5和图6所示,本申请实施例提供一种钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀,其包括依次连接的刀柄部分100、螺旋切削部分110和球头切削部分120,球头切削部分120的球头直径为2.003mm,球头切削部分120包含一对沿周向间隔不对称布置的主切削刃121,两个主切削刃121之间沿周向的间隔角度为 174° ,主切削刃121的两侧分别设有排屑槽122和刀尖间隙123,主切削刃121朝向刀尖间隙123的一侧具有第一后刀面124;每对主切削刃121中两个主切削刃121分别为主切削刃a和主切削刃b,主切削刃a和主切削刃b的排屑槽122一侧的前角 α 分别为 10° 和 3° ,主切削刃a和主切削刃b的第一后刀面124一侧的后角 β 分别为 8° 和 12° 。主切削刃121的长度为1.1mm,主切削刃121的钝化圆角半径在0.02-0.05mm范围内。螺旋切削部分为锥角为 3° 的圆锥形,螺旋切削部分110包含与排屑槽122一一对应连通的螺旋槽111及与第一后刀面124一一对应连接的周刃第一后刀面112;钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀还包括内冷部分,内冷部分包括与主切削刃121一一对应的两个内冷孔130,内冷孔130的一端贯穿刀柄部分100远离螺旋切削部分

110的一端端面,另一端贯穿螺旋槽111及其对应排屑槽122的连接处;内冷孔130在螺旋切削部分110的末端切线与刀柄部分100的轴线夹角为 15° 。

[0032] 本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀通过采用不对称的主切削刃121设计,可以打破常规对称主切削刃121设计的振动频率,从而达到减小振动的目的,降低主切削刃121破损崩刃的可能性。通过将每对主切削刃121的排屑槽122一侧分别采用 $8-15^\circ$ 和 $0-5^\circ$ 的前角,将每对主切削刃121的第一后刀面124分别采用为 $6-10^\circ$ 和 $10-15^\circ$ 的后角设计,能够在减小切削力的同时增大刀具与切屑的接触面积,使得刀具的切削区域温度降低,其中考虑到刀具的主切削刃121不对称时会导致质心偏离刀具的回转轴,两个主切削刃121分别单独设计前角和后角可以矫正刀具的质心,使其处于回转中心;

[0033] 其中,通过设置两端分别贯穿刀柄部分100和螺旋槽111及其对应排屑槽122的内冷孔130,能够使内冷孔130喷出的高压冷却液直达刀具的切削区域,有效的降低刀具的切削温度,从而减慢了刀具的磨损过程。内冷孔130在螺旋切削部分110的末端切线与刀柄部分100的轴线夹角为 15° ,能够保证内冷孔130内冷却液对切削区域进行降温的同时避免对刀具的质心造成偏离和不利影响。

[0034] 本申请实施例提供的钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的动平衡原理是:

[0035] 建立直角坐标系,使坐标系的Z轴与钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的中心轴线重合,如图7所示,在该坐标系中主切削刃121内外轮廓的方程分别为 $f_1(x)$ 和 $f_2(x)$ 。

[0036] 根据铣刀的主切削刃121长度H,钛合金叶片铣削用不对称减振锥形球头铣刀的总长1,螺旋角 β ,材质密度 ρ ,铣刀的螺旋切削部分110的外圆半径R,齿距差角 θ 带入主切削刃121内外轮廓的方程,根据主切削刃121前刀面角度确定外侧轮廓 $f_1(x)$,标准铣刀的铣刀不平衡量U,代入以下公式求出形心坐标 (x_1, y_1) 和主切削刃121径向截面面积S的关系式:

$$[0037] \quad U = \frac{2\rho RS}{\tan\beta} \sqrt{\left(1 - \cos\frac{H\tan\beta}{R}\right)(x_1^2 + x_2^2)(1 - \cos\theta)}$$

[0038] 主切削刃121径向截面面积S和形心坐标 (x_1, y_1) 计算如下:

$$[0039] \quad s = \int (f_2(x) - f_1(x)) dx$$

$$[0040] \quad x_1 = \frac{1}{S} \int (f_2(x) - f_1(x)) x dx$$

$$[0041] \quad y_1 = \frac{1}{2S} \int (f_2^2(x) - f_1^2(x)) dx$$

[0042] 根据上述主切削刃a和主切削刃b的前角和后角参数计算流程:第一步以经过动平衡测量仪检测出来的若干支(3-5支即可)标准铣刀的平均不平衡量U为标准。第二步在最优范围内选取齿距差角 θ 和设计主切削刃121长度H,铣刀总长1,螺旋角 β ,材质密度为 ρ ,铣刀的螺旋切削部分110的外圆半径R,根据主切削刃121外侧角度确定主切削刃121外侧轮廓 $f_1(x)$ 。第三步由上述公式反向求出主切削刃121内侧轮廓 $f_2(x)$ 。第四步对主切削刃121内侧轮廓 $f_2(x)$ 进行微分求出主切削刃121内侧角度。

[0043] 以上所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。本申请的实

实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

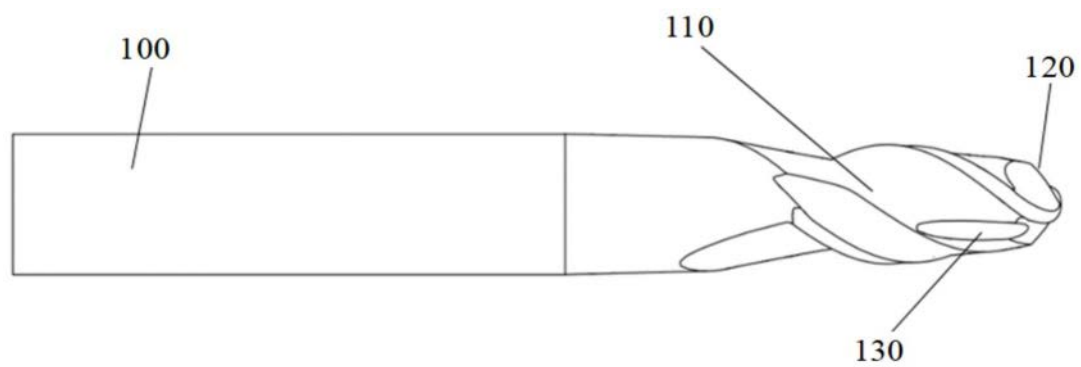


图1

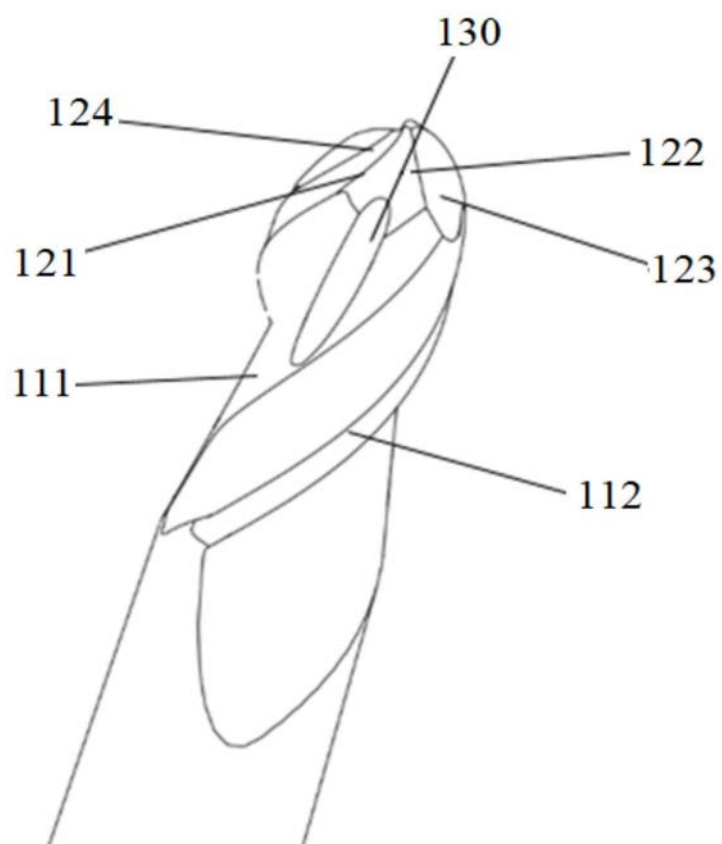


图2

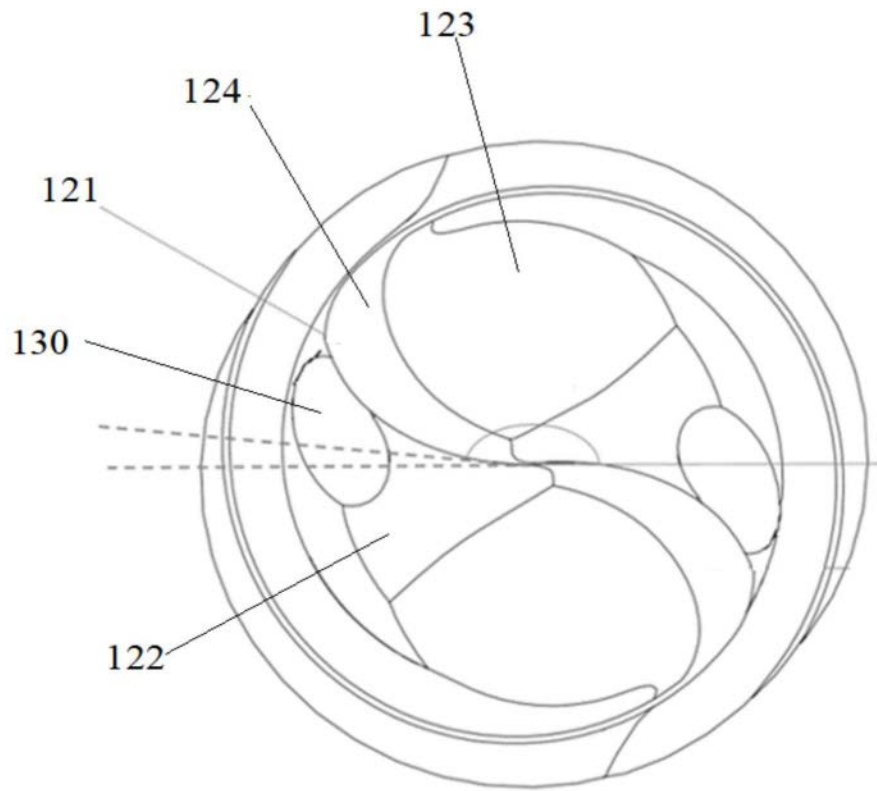


图3

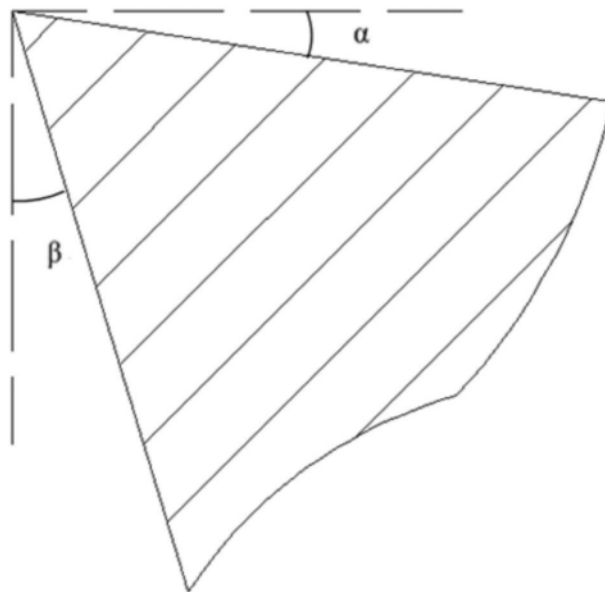


图4

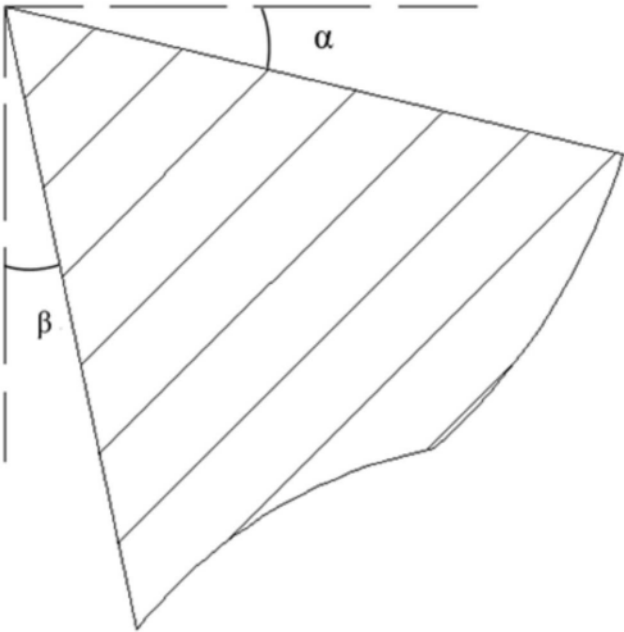


图5

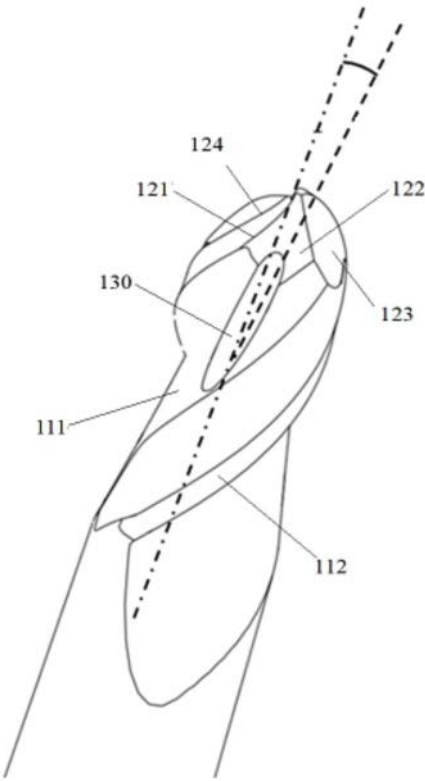


图6

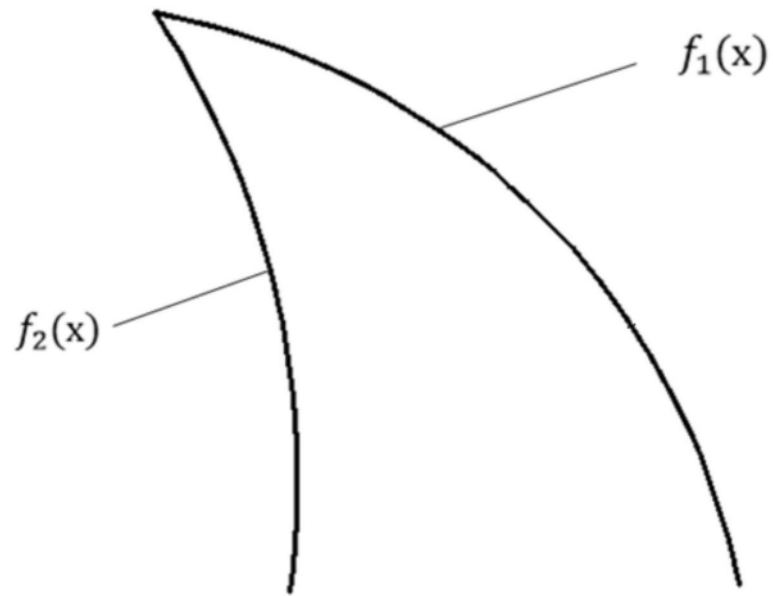


图7