



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117580666 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280046296.3

(22) 申请日 2022.06.15

(30) 优先权数据

2021-106571 2021.06.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/023973 2022.06.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/276672 JA 2023.01.05

(71) 申请人 联合材料公司

地址 日本东京

(72) 发明人 宫崎祐满

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

专利代理师 何立波 张天舒

(51) Int.Cl.

B23D 77/00 (2006.01)

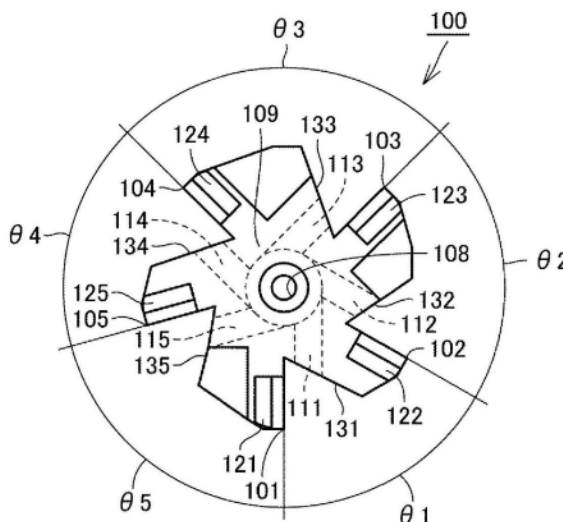
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

旋转切削刀具

(57) 摘要

一种旋转切削刀具,其在圆周上具有第1至第5切削刀刃,第1切削刀刃至第2切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,第2切削刀刃至第3切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,第3切削刀刃至第4切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,第4切削刀刃至第5切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,第5切削刀刃至第1切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$ 。



1. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第5切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,从所述第3切削刀刃至所述第4切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,从所述第4切削刀刃至所述第5切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,从所述第5切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$ 。

2. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第5切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $72 \pm 1^\circ$,从所述第3切削刀刃至所述第4切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,从所述第4切削刀刃至所述第5切削刀刃的旋转角为 $84 \pm 1^\circ$,从所述第5切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $84 \pm 1^\circ$ 。

3. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第4切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $72 \pm 1^\circ$,从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $108 \pm 1^\circ$,从所述第3切削刀刃至所述第4切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$,从所述第4切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$ 。

4. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第3切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $126 \pm 1^\circ$,从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $126 \pm 1^\circ$,从所述第3切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $108 \pm 1^\circ$ 。

5. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上以不等间隔配置有3个至5个切削刀刃,
 将各所述切削刀刃的相邻的所述切削刀刃之间的旋转角度设为不等分割角,
 各不等分割角的最大公约数为12、15或者18,各不等分割角的最大角度差大于或等于 15° 且小于或等于 40° ,由 $F(\theta) = \{X(\theta)^2 + Y(\theta)^2\}^{1/2}$ 的式子表示的 $F(\theta)$ 的值大于或等于5.5且小于或等于29,在这里,如果将最大切削刀刃数设为n,将第1个至第n个切削刀刃的旋转角度设为 θ_1 至 θ_n ,则该式子变为 $X(\theta) = \theta_2 \cos \theta_1 + \theta_3 \cos(\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_1 \cos(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 、 $Y(\theta) = \theta_2 \sin \theta_1 + \theta_3 \sin(\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_1 \sin(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 。

6. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第4切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $105 \pm 1^\circ$,
 从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$,
 从所述第3切削刀刃至所述第4切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$,
 从所述第4切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$ 。

7. 一种旋转切削刀具,其中,
 所述旋转切削刀具在圆周上具有第1至第4切削刀刃,
 从所述第1切削刀刃至所述第2切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$,

从所述第2切削刀刃至所述第3切削刀刃的旋转角为 $90\pm 1^\circ$ ，
从所述第3切削刀刃至所述第4切削刀刃的旋转角为 $105\pm 1^\circ$ ，
从所述第4切削刀刃至所述第1切削刀刃的旋转角为 $75\pm 1^\circ$ 。

旋转切削刀具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转切削刀具。本发明主张基于2021年6月28日申请的日本专利申请即特愿2021-106571号的优先权。本说明书中通过参照而引用该日本专利申请中记载的全部内容。

背景技术

[0002] 当前,例如,国际公开第2020/003679号公报(专利文献1)、国际公开第2020/003680号公报(专利文献2)、日本特开2011-62790号公报(专利文献3)、“超硬リーマによる加工精度に関する研究”

[0003] (第4报)(精密机械48卷6号、1982年6月)(非专利文献1)中公开了旋转切削刀具。

[0004] 专利文献1:国际公开第2020/003679号公报

[0005] 专利文献2:国际公开第2020/003680号公报

[0006] 专利文献3:日本特开2011-62790号公报

[0007] 非专利文献1:超硬リーマによる加工精度に関する研究(第4报)(精密机械48卷6号、1982年6月)

发明内容

[0008] 本发明涉及的旋转切削刀具在圆周上具有第1至第5切削刀刃,第1切削刀刃至第2切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,第2切削刀刃至第3切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,第3切削刀刃至第4切削刀刃的旋转角为 $60 \pm 1^\circ$,第4切削刀刃至第5切削刀刃的旋转角为 $75 \pm 1^\circ$,第5切削刀刃至第1切削刀刃的旋转角为 $90 \pm 1^\circ$ 。

附图说明

[0009] 图1是实施方式涉及的作为旋转切削刀具的铰刀100的主视图。

[0010] 图2是放大表示图1所示的铰刀100的前端部106的图。

[0011] 图3是从图2中的箭头III所示的方向观察的4个刀刃的铰刀100的侧视图。

[0012] 图4是其他实施方式涉及的5个刀刃的铰刀100的侧视图。

[0013] 图5是其他实施方式涉及的3个刀刃的铰刀100的侧视图。

[0014] 图6是表示切削阻力的合力的图。

具体实施方式

[0015] [本发明要解决的问题]

[0016] 关于当前的旋转切削刀具,存在在切削加工面产生进给痕迹的问题。并且,存在纯圆度变差的问题。

[0017] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0018] 图1是实施方式涉及的作为旋转切削刀具的铰刀100的主视图。如图1所示,实施方

式1涉及的铰刀100具有基体金属109。基体金属109的根部107为圆柱状,直径大于前端部106的直径。

[0019] 沿着基体金属109的旋转中心轴而设置有孔108。对孔108供给冷却介质。冷却介质从铰刀100的前端部106排出,对被切削件与铰刀100的接触部分供给冷却介质。基体金属109例如由超硬合金或者钢材构成。

[0020] 图2是放大表示图1所示的铰刀100的前端部106的图。在铰刀100的前端部106,设置有第1刀头121以及第3刀头123。在前端部106设置有图2中未示出的其他刀头。

[0021] 图3是从图2中的箭头III所示的方向观察的4个刀刃的铰刀100的侧视图。如图3所示,在铰刀100的基体金属109的外圆周上设置有第1刀头121至第4刀头124。

[0022] 在第1刀头121至第4刀头124设置有第1切削刀刃101至第4切削刀刃104。第1切削刀刃101至第4切削刀刃104是与被切削件接触而对被切削件进行加工的部分。第1刀头121至第4刀头124例如由超硬合金、金刚石或者立方氮化硼等超硬质刀具材料构成。

[0023] 第1切削刀刃101至第2切削刀刃102的旋转角为 θ_1 ,第2切削刀刃102至第3切削刀刃103的旋转角为 θ_2 ,第3切削刀刃103至第4切削刀刃104的旋转角为 θ_3 ,第4切削刀刃104至第1切削刀刃101的旋转角为 θ_4 。 θ_1 至 θ_4 按照 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 以及 θ_4 的顺序沿着切削时的旋转方向而排列。

[0024] 在基体金属109设置有4个排屑槽131-134。4个排屑槽131-134沿着基体金属109的长度方向延伸。

[0025] 在排屑槽131-134设置有与孔108连接的冷却介质孔111-114。由此,对冷却介质孔111-114从孔108供给冷却介质。

[0026] 作为一个例子, θ_1 为 $72 \pm 1^\circ$, θ_2 为 $108 \pm 1^\circ$, θ_3 为 $90 \pm 1^\circ$, θ_4 为 $90 \pm 1^\circ$ 。

[0027] 作为其他例子, θ_1 为 $105 \pm 1^\circ$, θ_2 为 $90 \pm 1^\circ$, θ_3 为 $90 \pm 1^\circ$, θ_4 为 $75 \pm 1^\circ$ 。

[0028] 作为其他例子, θ_1 为 $90 \pm 1^\circ$, θ_2 为 $90 \pm 1^\circ$, θ_3 为 $105 \pm 1^\circ$, θ_4 为 $75 \pm 1^\circ$ 。

[0029] 图4是其他实施方式涉及的5个刀刃的铰刀100的侧视图。如图4所示,在铰刀100的基体金属109的外圆周上设置有第1刀头121至第5刀头125。在第1刀头121至第5刀头125设置有第1切削刀刃101至第5切削刀刃105。第1切削刀刃101至第5切削刀刃105是与被切削件接触而对被切削件进行加工的部分。第1刀头121至第5刀头125例如由超硬合金、金刚石或者立方氮化硼等超硬质刀具材料构成。

[0030] 第1切削刀刃101至第2切削刀刃102的旋转角为 θ_1 ,第2切削刀刃102至第3切削刀刃103的旋转角为 θ_2 ,第3切削刀刃103至第4切削刀刃104的旋转角为 θ_3 ,第4切削刀刃104至第5切削刀刃105的旋转角为 θ_4 ,第5切削刀刃105至第1切削刀刃101的旋转角为 θ_5 。

[0031] 在基体金属109设置有5个排屑槽131-135。5个排屑槽131-135沿着基体金属109的长度方向延伸。

[0032] 在排屑槽131-135设置有与孔108连接的冷却介质孔111-115。由此,对冷却介质孔111-115从孔108供给冷却介质。也可以不设置冷却介质孔111-115。孔108可以在基体金属109的前端开口,也可以不开口。

[0033] 作为一个例子, θ_1 为 $60 \pm 1^\circ$, θ_2 为 $75 \pm 1^\circ$, θ_3 为 $60 \pm 1^\circ$, θ_4 为 $75 \pm 1^\circ$, θ_5 为 $90 \pm 1^\circ$ 。

[0034] 作为其他例子, θ_1 为 $60 \pm 1^\circ$, θ_2 为 $72 \pm 1^\circ$, θ_3 为 $60 \pm 1^\circ$, θ_4 为 $84 \pm 1^\circ$, θ_5 为 $84 \pm 1^\circ$ 。

[0035] 图5是其他实施方式涉及的3个刀刃的铰刀100的侧视图。如图4所示,在铰刀100的

基体金属109的外圆周上设置有第1刀头121至第3刀头123。在第1刀头121至第3刀头123设置有第1切削刀刃101至第3切削刀刃103。第1切削刀刃101至第3切削刀刃103是与被切削件接触而对被切削件进行加工的部分。第1刀头121至第3刀头123例如由超硬合金、金刚石或者立方氮化硼等超硬质刀具材料构成。

[0036] 第1切削刀刃101至第2切削刀刃102的旋转角为 θ_1 ，第2切削刀刃102至第3切削刀刃103的旋转角为 θ_2 ，第3切削刀刃103至第1切削刀刃101的旋转角为 θ_3 。

[0037] 在基体金属109设置有3个排屑槽131-133。3个排屑槽131-133沿着基体金属109的长度方向延伸。

[0038] 在排屑槽131-133设置有与孔108连接的冷却介质孔111-113。由此，对冷却介质孔111-113从孔108供给冷却介质。

[0039] 作为一个例子， θ_1 为 $126 \pm 1^\circ$ ， θ_2 为 $126 \pm 1^\circ$ ， θ_3 为 $108 \pm 1^\circ$ 。

[0040] 图6是表示切削阻力的合力的图。第2切削刀刃102的旋转轨道102a由圆弧表示。

[0041] 在与被切削件的接触点，第2切削刀刃102的切削阻力(吃刀抗力)的大小由 F_1 表示。将第1切削刀刃101设为基准轴的x轴，将与x轴垂直的轴设为y轴，如图6所示，在决定了x轴、y轴的情况下，第2切削刀刃102相对于作为基准轴的x轴形成角度 θ_1 。 F_1 的x分力为 $-F_1 \cos \theta_1$ ，y分力为 $-F_1 \sin \theta_1$ 。

[0042] 在与被切削件的接触点，第3切削刀刃103的切削阻力(吃刀抗力)的大小由 F_2 表示。第3切削刀刃103相对于作为基准轴的x轴形成角度 $\theta_1 + \theta_2$ 。 F_2 的x分力为 $-F_2 \cos (\theta_1 + \theta_2)$ ，y分力为 $-F_2 \sin (\theta_1 + \theta_2)$ 。

[0043] 在与被切削件的接触点，第n切削刀刃的切削阻力(吃刀抗力)的大小由 F_{n-1} 表示。第n切削刀刃相对于作为基准轴的x轴形成角度 $\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}$ 。 F_{n-1} 的x分力为 $-F_{n-1} \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1})$ ，y分力为 $-F_{n-1} \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1})$ 。

[0044] 在与被切削件的接触点，第1切削刀刃101的切削阻力(吃刀抗力)的大小由 F_n 表示。第1切削刀刃101相对于作为基准轴的x轴形成角度 $\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n$ 。 F_n 的x分力为 $-F_n \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ ，y分力为 $-F_n \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 。

[0045] X分量的合力为 $-F_1 \cos \theta_1 - F_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) - \dots - F_{n-1} \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) - F_n \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 。

[0046] Y分量的合力为 $-F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) - \dots - F_{n-1} \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) - F_n \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 。

[0047] 假定切削阻力 F_1 至 F_n 的大小与切削长度 θ_1 至 θ_n 成正比，如果将任意常数设为 F ，则 $F_1 = F \cdot \theta_2$ 、 $F_2 = F \cdot \theta_3$ 、 $F_{n-1} = F \cdot \theta_n$ 、 $F_n = F \cdot \theta_1$ 。

[0048] 如果由此对x合力进行计算，则变为 $-F \cdot \theta_2 \cos \theta_1 - F \cdot \theta_3 \cos (\theta_1 + \theta_2) - \dots - F \cdot \theta_n \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) - F \cdot \theta_1 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n) = -F \{ \theta_2 \cos \theta_1 + \theta_3 \cos (\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_n \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) + \theta_1 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n) \}$ 。

[0049] 如果设为 $X(\theta) = \theta_2 \cos \theta_1 + \theta_3 \cos (\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_n \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) + \theta_1 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ ，则变为x合力 $= -F \cdot X(\theta)$ …式(1)。

[0050] 如果对y合力进行计算，则变为 $-F \cdot \theta_2 \sin \theta_1 - F \cdot \theta_3 \sin (\theta_1 + \theta_2) - \dots - F \cdot \theta_n \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) - F \cdot \theta_1 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n) = -F \{ \theta_2 \sin \theta_1 + \theta_3 \sin (\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_n \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) + \theta_1 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n) \}$ 。

[0051] 如果设为 $Y(\theta) = \theta_2 \sin \theta_1 + \theta_3 \sin(\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_n \sin(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{n-1}) + \theta_1 \sin(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$, 则变为 $y_{合力} = -F \cdot Y(\theta)$ 式(2)。

[0052] 如果根据式(1)及(2)这两个式子对合力进行计算, 则由下面的式子表示。

[0053] 合力 $= F \{X(\theta)^2 + Y(\theta)^2\}^{1/2}$ 式(3)

[0054] $F(\theta) = \{X(\theta)^2 + Y(\theta)^2\}^{1/2}$ 式(4)

[0055] 关于本发明的旋转切削刀具, 在圆周上以不等的间隔配置有3个至5个切削刀刃。将各切削刀刃的相邻的切削刀刃之间的旋转角度设为不等分割角。各不等分割角的最大公约数为12、15或者18, 各不等分割角的最大角度差大于或等于 15° 且小于或等于 40° , 由 $F(\theta) = \{X(\theta)^2 + Y(\theta)^2\}^{1/2}$ (在这里, 如果将最大切削刀刃数设为 n , 将第1个至第 n 个切削刀刃的旋转角度设为 θ_1 至 θ_n , 则由 $X(\theta) = \theta_2 \cos \theta_1 + \theta_3 \cos(\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_1 \cos(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$ 、 $Y(\theta) = \theta_2 \sin \theta_1 + \theta_3 \sin(\theta_1 + \theta_2) + \dots + \theta_1 \sin(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$)的式子表示的 $F(\theta)$ 的值大于或等于5.5且小于或等于29。

[0056] 不等分割角是指多个切削刀刃的多个分割角度中的某个分割角度与其他分割角度不同。例如, 关于4个刀刃, 如果分割角度为 90° 、 90° 、 70° 、 110° , 则为不等分割角。

[0057] (实施例1)

[0058] 首先, 准备了表1中所示的试样编号1至8、6-1以及6-2的3个刀刃的铰刀(参照图1、2、5)。此外, θ 的单位为“°”。试样编号6-1是将试样编号6的角度 θ_1 至 θ_3 在 $\pm 1^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。试样编号6-2是将试样编号6的角度 θ_1 至 θ_3 在 $\pm 2^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。

[0059] 【表1】

试样编号	θ_1	θ_2	θ_3	F(θ)	最大公约数	最大角度差(°)
1	120	120	120	0	120	0
2	105	130	125	23.2	5	25
3	135	105	120	29.7	15	30
4	120	100	140	37.4	20	40
5	110	130	120	19.1	36	20
6	126	126	108	18.6	18	18
7	120	108	132	22.8	12	24
8	105	135	120	28.3	15	30
6-1	127	126	107	20	1	20
6-2	128	126	106	21.4	2	22

[0061] 表1中的“ θ_1 ”至“ θ_3 ”为图5中的 θ_1 至 θ_3 。“F(θ)”是指式(4)所示的值。“最大公约数”是指 θ_1 至 θ_3 的最大公约数。“最大角度差”是指 θ_1 至 θ_3 的最大角度差。

[0062] 利用试样编号1至8、6-1以及6-2的铰刀对内径为11.2mm的底孔进行加工, 进行了通过铰刀进行加工而将内径设为12mm的加工测试。加工条件如下。

[0063] 刀头的材质: 多晶金刚石

[0064] 基体金属的材质: 超硬合金

[0065] 刀具直径D: 12mm

[0066] 刀具凸出长度L: 70mm

[0067] 被切削件的材质: ADC12(铸铝)

[0068] 底孔的尺寸以及形状:内径为11.2mm、深度为20mm的盲孔加工数:5

[0069] 圆周速度:249m/min

[0070] 进给(mm/rev):0.6(3个刀刃)、0.8(4个刀刃)、1(5个刀刃)

[0071] 转速:6600min⁻¹

[0072] 加工深度:18mm

[0073] 设备:立式加工中心(主轴BT30)

[0074] 切削油:乳化系水溶性冷却介质稀释率10%

[0075] 以目视观察的方式研究了切削加工的结果、切削加工面的进给痕迹的有无。并且,利用纯圆度/圆筒形状测定机研究了加工后的孔的纯圆度。纯圆度是指基于JIS B 0621-1984在由两个同心的几何圆夹持圆形体时同心两个圆的间隔最小的情况下的两个圆的半径之差。表2中示出了其结果。

[0076] 【表2】

试样编号	加工面	纯圆度(μm)
	进给痕迹的有无	
1	无	6.3
2	有	3.0
3	有	1.6
4	有	2.6
5	有	3.3
6	无	1.6
7	无	2.0
8	无	1.9
6-1	无	1.9
6-2	无	3.0

[0077] 表2中的“纯圆度”为加工后的孔的纯圆度的平均值。在各孔的入口、中间部以及内部对纯圆度进行测定,将最大的值设为该孔的纯圆度。关于试样编号6至8以及6-1的试样,无进给痕迹,并且纯圆度显示为良好的值。

[0079] (实施例2)

[0080] 准备了表3中所示的试样编号11至30、51至53以及29-1至29-3的4个刀刃的铰刀(参照图1、2、3)。试样编号29-1以及29-2是将试样编号29的角度 θ_1 至 θ_4 在 $\pm 1^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。试样编号29-3是将试样编号29的角度 θ_1 至 θ_4 在 $\pm 2^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。

[0081] 【表3】

[0082]

试样编号	θ1	θ2	θ3	θ4	F (θ)	最大公约数	最大角度差 (°)
11	90	90	90	90	0	90	0
12	95	65	115	85	22.5	5	50
13	80	110	60	110	6	10	50
14	105	60	110	85	9.5	5	50
15	90	105	60	105	12.9	15	45
16	90	80	90	100	16.2	10	20
17	95	100	60	105	17.4	5	45
18	100	90	75	95	19.2	5	25
19	60	100	100	100	22.4	20	40
20	65	95	105	95	27.4	5	40
21	60	100	105	95	28	5	45
22	60	95	110	95	34.1	5	50
23	118	98	60	90	40.9	5	55
24	120	90	60	90	48	30	60
25	96	72	108	84	13.5	12	36
26	60	108	84	108	8.4	12	48
27	72	108	90	90	20	18	36
28	80	100	85	95	5.6	5	20
29	105	90	90	75	16.7	15	30
30	90	90	105	75	18.1	15	30
51	90	108	72	90	21.9	18	36
52	84	108	84	84	22.8	12	24
53	96	108	72	84	28.2	12	36
29-1	104	91	90	75	16.3	1	29
29-2	104	91	91	74	15.8	1	30
29-3	103	92	90	75	16	1	28

[0083] 表3中的“θ1”至“θ4”为图3中的θ1至θ4。“F (θ)”是指式(4)所示的值。“最大公约数”是指θ1至θ4的最大公约数。“最大角度差”是指θ1至θ4的最大角度差。

[0084] 利用试样编号11至30、51至53以及29-1至29-3的铰刀对内径为11.2mm的底孔进行加工,进行了通过铰刀进行加工而将内径设为12mm的加工测试。加工条件与实施例1中记载的相同。

[0085] 以目视观察的方式研究了切削加工的结果、切削加工面的进给痕迹的有无。并且,利用纯圆度/圆筒形状测定机研究了加工后的孔的纯圆度。表4中示出了其结果。

[0086] 【表4】

[0087]

试样 编号	加工面	纯圆度 (μm)
	进给痕迹的有无	
11	无	4.7
12	有	2.5
13	无	2.8
14		2.6
15	有	3.1
16		3.1
17		2.8
18		2.9
19		3.1
20		3.0
21		3.1
22		3.2
23		3.4
24		4.4
25	无	2.0
26	有	2.5
27	无	1.6
28		5.4
29		1.8
30		1.7
51		1.9
52		1.7
53		1.8
29-1		2.0
29-2		2.0
29-3		3.5

[0088] 表4中的“纯圆度”为加工后的孔的纯圆度的平均值。关于试样编号25、27、29、30、51至53、29-1以及29-2的试样,无进给痕迹,并且纯圆度显示为良好的值。

[0089] (实施例3)

[0090] 准备了表5中所示的试样编号31至46、以及40-1至40-3的5个刀刃的铰刀(参照图1、2、4)。试样编号40-1以及40-2是将试样编号40的角度 θ_1 至 θ_5 在 $\pm 1^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。试样编号40-3是将试样编号40的角度 θ_1 至 θ_5 在 $\pm 2^\circ$ 的范围内进行变更而得到的。

[0091] 【表5】

[0092]

试样编号	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	F (θ)	最大公约数	最大角度差 (°)
31	72	72	72	72	72	0	72	0
32	90	90	60	60	60	33.1	30	30
33	60	85	60	80	75	1.8	5	25
34	60	80	75	65	80	3.5	5	20
35	70	65	85	60	80	3.8	5	25
36	60	80	80	60	80	7.4	20	20
37	75	60	90	60	75	7.8	15	30
38	60	90	65	70	75	11	5	30
39	60	84	60	84	72	5.5	12	24
40	60	75	60	75	90	17.5	15	30
41	60	72	60	84	84	18.5	12	24
42	60	78	78	60	84	1.6	6	24
43	60	72	72	72	84	9.7	12	24
44	60	60	84	72	84	14.9	12	24
45	60	75	75	75	75	8.1	15	15
46	60	60	75	90	75	26	15	30
40-1	61	74	60	75	90	18.1	1	30
40-2	61	74	60	74	91	18.9	1	31
40-3	62	73	60	75	90	18.8	1	30

[0093] 表5中的“θ1”至“θ5”为图4中的θ1至θ5。“F (θ)”是指式(4)所示的值。“最大公约数”是指θ1至θ5的最大公约数。“最大角度差”是指θ1至θ5的最大角度差。

[0094] 利用试样编号31至46、以及40-1至40-3的铰刀对内径为11.2mm的底孔进行加工，进行了通过铰刀进行加工而将内径设为12mm的加工测试。加工条件与实施例1中记载的相同。

[0095] 以目视观察的方式研究了切削加工的结果、切削加工面的进给痕迹的有无。并且，利用纯圆度/圆筒形状测定机研究了加工后的孔的纯圆度。表6中示出了其结果。

[0096] 【表6】

试样 编号	加工面	纯圆度 (μm)
	进给痕迹的有无	
31	无	5.6
32	有	2.6
33	无	2.5
34		4.1
35		3.4
36		3.2
37		1.9
38		有
39	无	2.0
40		1.5
41		1.6
42		2.5
43		1.9
44		1.7
45		1.8
46		1.7
40-1		1.9
40-2		2.0
40-3		4.0

[0097] 表6中的“纯圆度”为加工后的2个孔的纯圆度的平均值。关于试样编号37、39至41、43至46、40-1以及40-2的试样,无进给痕迹,并且纯圆度显示为良好的值。

[0099] 此外,并不局限于铰刀,对于钻头、立铣刀等其他旋转切削刀具也确认到能够获得同样的效果。

[0100] 可以想到的是,此次公开的实施方式以及实施例在所有方面都是示例,不是限制性的内容。本发明的范围由权利要求书而不是上述说明表示,其目的在于,包含与权利要求书的范围等同的范围以及范围内的所有变更。

[0101] 标号的说明

[0102] 100…铰刀、101…第1切削刀刃、102…第2切削刀刃、102a…旋转轨道、103…第3切削刀刃、104…第4切削刀刃、105…第5切削刀刃、106…前端部、107…根部、108…孔、109…基体金属、111-115…冷却介质孔、121…第1刀头、122…第2刀头、123…第3刀头、124…第4刀头、125…第5刀头、131-135…排屑槽。

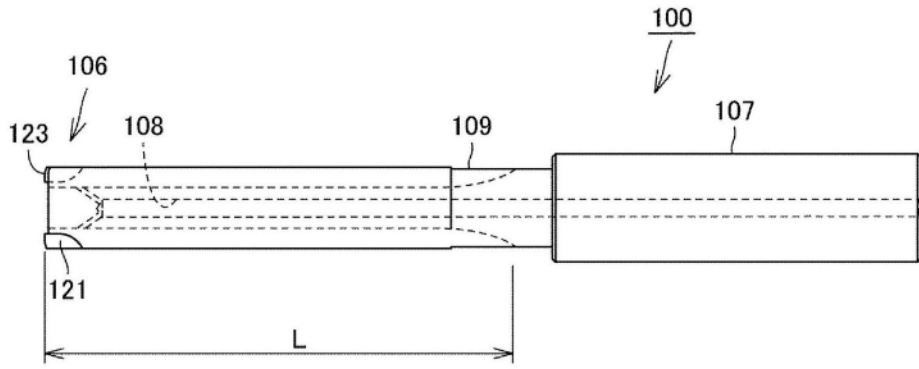


图1

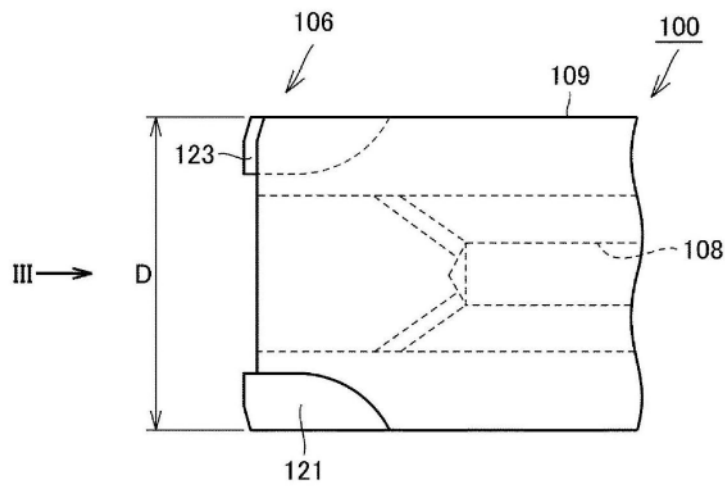


图2

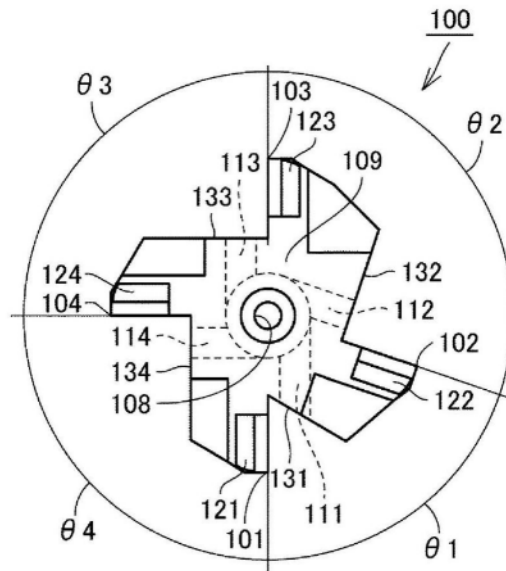


图3

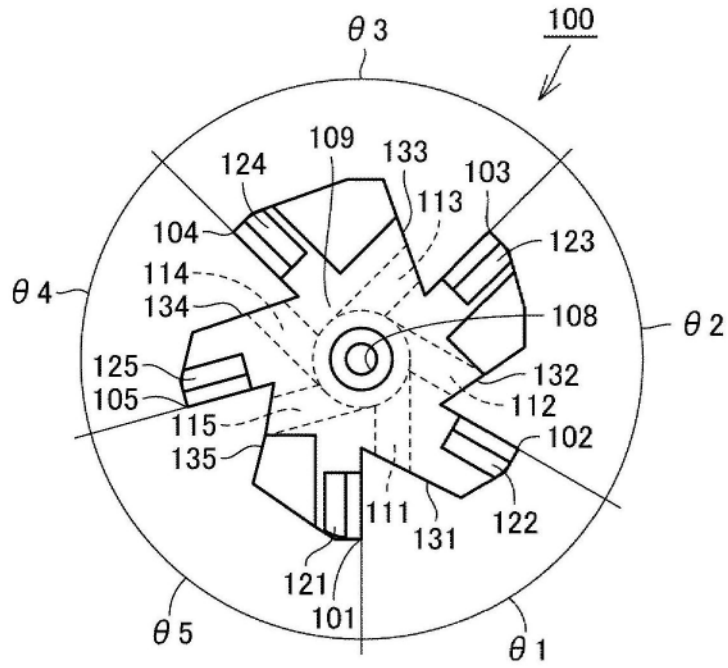


图4

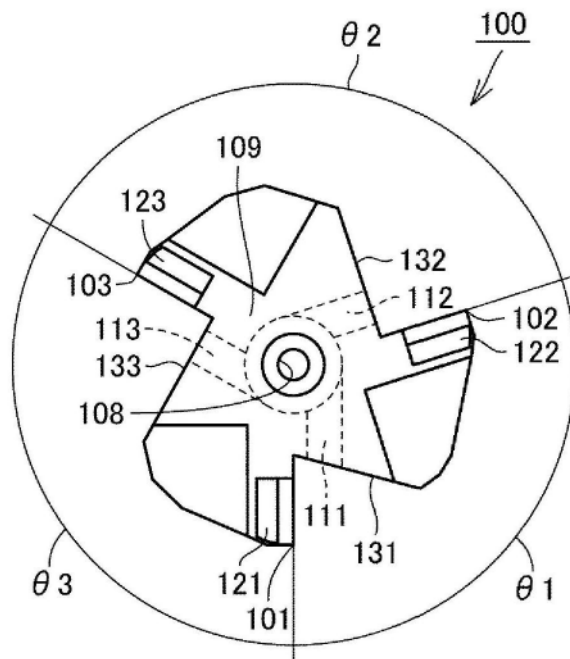


图5

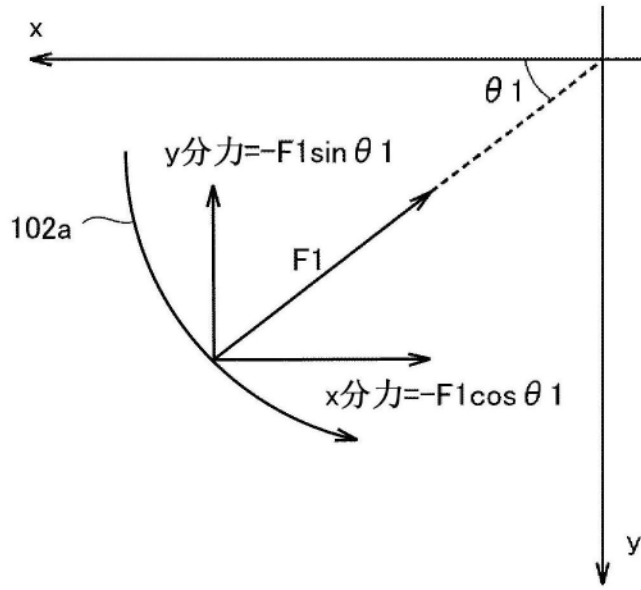


图6