



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113102813 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 202011618245.2

(22) 申请日 2020.12.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113102813 A

(43) 申请公布日 2021.07.13

(30) 优先权数据
2020-002789 2020.01.10 JP

(73) 专利权人 佑能工具株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 斋藤拓信 大崎英树 渡边英人

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 邓毅 黄纶伟

(51) Int.Cl.

B23C 5/10 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101530930 A, 2009.09.16

CN 101646519 A, 2010.02.10

CN 104588705 A, 2015.05.06

CN 105980089 A, 2016.09.28

CN 108290235 A, 2018.07.17

JP 2005074533 A, 2005.03.24

审查员 王喆

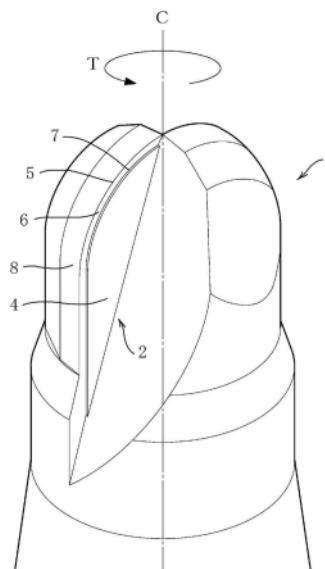
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

旋转切削工具

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种旋转切削工具,该旋转切削工具能够以适当的大小分断切屑,能够抑制由切屑引起的切削工具、被切削材料的损伤和边缘缺陷的产生,能够延长硬脆材料加工中的寿命,从而能够提高加工效率。旋转切削工具在具有排屑槽(2)的工具主体(1)的末端部覆盖有硬质覆膜(3),在所述工具主体(1)的构成所述排屑槽(2)的切削刃侧排屑槽形成面(4)上,从切削刃(5)其沿着该切削刃(5)凹陷设置有前刀面(6)。



1. 一种用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其在具有排屑槽的工具主体的末端部覆盖有硬质覆膜,其特征在于,

所述工具主体的构成所述排屑槽的切削刃侧排屑槽形成面覆盖有膜厚被设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜,并且,在所述切削刃侧排屑槽形成面,从切削刃起沿着该切削刃凹陷设置有前刀面,通过该前刀面的凹陷设置而形成的台阶状阶梯部中的将该前刀面与所述切削刃侧排屑槽形成面连接起来的台阶面被设置于从所述切削刃隔开 $30\mu\text{m}$ 以上且 $350\mu\text{m}$ 以下的距离的位置,并且,所述台阶面的高度被设定为所述切削刃侧排屑槽形成面中的所述硬质覆膜的膜厚的0.5倍以上且8倍以下,构成为通过如下方式中的任一方式使切屑的卷曲增强而被分断:沿着所述前刀面连续地排出的切屑与该台阶面接触而越过所述切削刃侧排屑槽形成面;沿着所述前刀面连续地排出的切屑与该台阶面抵接。

2. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,

所述台阶面被设置成相对于所述前刀面成为直角或锐角,构成为使沿着所述前刀面连续地排出的切屑抵接,通过所述切屑与该台阶面抵接,该切屑的卷曲增强而被分断。

3. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,

所述切削刃侧排屑槽形成面和所述前刀面彼此不平行,所述前刀面构成为倾斜面,所述倾斜面随着从所述切削刃起朝向所述工具主体的内侧而远离于所述切削刃侧排屑槽形成面。

4. 根据权利要求3所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述前刀面的倾斜角度被设定为 5° 以下。

5. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面和所述前刀面彼此平行。

6. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述台阶面的高度被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面上的所述硬质覆膜的膜厚的1倍且小于3倍。

7. 根据权利要求2所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述台阶面的高度被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面上的所述硬质覆膜的膜厚的1倍且小于3倍。

8. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面中的所述硬质覆膜的膜厚被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下。

9. 根据权利要求2所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成中的所述硬质覆膜的膜厚被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下。

10. 根据权利要求1所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面中的所述硬质覆膜的膜厚被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下,所述台阶面的高度被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面上的所述硬质覆膜的膜厚的1倍且小于3倍。

11. 根据权利要求2所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具,其特征在于,

所述切削刃侧排屑槽形成面中的所述硬质覆膜的膜厚被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下,所述台阶面的高度被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面上的所述硬质覆膜的膜厚的1倍且小于3倍。

12. 根据权利要求1至11中的任意一项所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于,

工具基材在所述前刀面的局部或整个面上露出。

13. 根据权利要求1至11中的任意一项所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于,

将所述前刀面与所述台阶面的边界设置于与所述切削刃相距 $50\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

14. 根据权利要求12所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于,

将所述前刀面与所述台阶面的边界设置于与所述切削刃相距 $50\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

15. 根据权利要求1至11中的任意一项所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于,

所述硬质覆膜是金刚石覆膜。

16. 根据权利要求12所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于, 所述硬质覆膜是金刚石覆膜。

17. 根据权利要求13所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于, 所述硬质覆膜是金刚石覆膜。

18. 根据权利要求14所述的用于硬脆材料切削加工的旋转切削工具, 其特征在于, 所述硬质覆膜是金刚石覆膜。

旋转切削工具

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转切削工具,尤其涉及适于硬脆材料的切削加工的旋转切削工具。

背景技术

[0002] 对于陶瓷、玻璃、超硬合金等硬脆材料,由于其材料特性而在切削加工时产生极微细的切屑。由于该微细的切屑硬度较高,因此犹如研磨剂那样作用,除了成为切削刃的缺陷的主要原因或者促进磨损以外,还成为引起被切削材料的端部的缺陷(所谓边缘缺陷)的主要原因。

[0003] 因此,以往提出了以抑制在硬脆材料的切削加工中产生边缘缺陷为目的的各种切削工具(例如专利文献1)。

[0004] 专利文献1:日本特开2018-8363号公报

[0005] 但是,为了消除上述硬脆材料的切削加工时的问题,可以考虑增大每一刃的进给量来增大排出的切屑,但硬脆材料由于以下的理由而不容易增大切屑:是容易引起脆性破坏的性质;在用于对硬脆材料进行加工的工具表面上成膜有具有一定厚度的硬质覆膜的情况下,对工具的刀尖赋予圆角,该圆角对于切削性能的影响无法被忽视,锋利度降低而切削阻力增大;以及为了承受该增大的切削阻力,不得不牺牲对被切削材料的咬入而形成重视刃部的刚性的工具形状等。

[0006] 另外,在硬脆材料的切削加工中,如果仅增大切屑,则有可能由于在切削加工时咬入切屑而引起切削工具或被切削材料的损伤。如上所述,由于硬脆材料的切屑硬度较高,因此容易产生由切屑的咬入引起的损伤,另外,特别是在被切削材料为超硬合金的情况下,由于切屑自身较重,因此有时也容易引起排出不良,即使切屑过大也会产生问题。

[0007] 此外,如上所述,在硬脆材料的切削加工中,无法增大切削工具的每一刃的进给量,另外,在提高了切削工具的转速(切削速度)的条件下容易促使切削刃的磨损,因此不得不以低加工效率进行加工,还存在加工时间变长的问题。

[0008] 进而,在以往的切削工具中,由于寿命较短,因此在加工完成之前的期间需要多次更换被判断为到达寿命的工具等,实际加工以外的时间(准备等)也需要较多的时间,而且在加工中途切削工具达到寿命的情况下,必须在该时刻更换切削工具,有可能因更换该切削工具而产生加工面的突发的品质变化等,在硬脆材料的切削加工中,目前存在很多问题。

发明内容

[0009] 本发明是鉴于这样的现状而完成的,其目的在于提供一种旋转切削工具,该旋转切削工具能够以适当的大小分断切屑,能够抑制由切屑引起的切削工具、被切削材料的损伤和边缘缺陷的产生,能够延长硬脆材料加工中的寿命,从而能够提高加工效率。

[0010] 参照附图对本发明的主旨进行说明。

[0011] 一种旋转切削工具,其在具有排屑槽2的工具主体1的末端部覆盖有硬质覆膜3,其特征在于,在所述工具主体1的构成所述排屑槽2的切削刃侧排屑槽形成面4上,从切削刃5

起沿着该切削刃5凹陷设置有前刀面6。

[0012] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6彼此不平行,所述前刀面6构成为倾斜面,所述倾斜面随着从所述切削刃5朝向所述工具主体1的内侧而远离于所述切削刃侧排屑槽形成面4。

[0013] 并且,根据第2方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述前刀面6的倾斜角度 α 被设定为 5° 以下。

[0014] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6彼此平行。

[0015] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的0.5倍以上且8倍以下。

[0016] 并且,根据第2方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的0.5倍以上且8倍以下。

[0017] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的1倍且小于3倍。

[0018] 并且,根据第2方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的1倍且小于3倍。

[0019] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的0.5倍以上且8倍以下。

[0020] 并且,根据第2方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的0.5倍以上且8倍以下。

[0021] 并且,根据第1方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的1倍且小于3倍。

[0022] 并且,根据第2方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述切削刃侧排屑槽形成面4覆盖有膜厚 h' 被设定为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的所述硬质覆膜3,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7的高度 d 被设定为超过所述切削刃侧排屑槽形

成面4上的所述硬质覆膜3的膜厚 h' 的1倍且小于3倍。

[0023] 并且,根据第1至第12方面中的任意一项所述的旋转切削工具,其特征在于,工具基材在所述前刀面6的局部或整个面上露出。

[0024] 并且,根据第1至第12方面中的任意一项所述的旋转切削工具,其特征在于,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7设置于与所述切削刃5相距 $30\mu\text{m}$ 以上且 $350\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

[0025] 并且,根据第13方面所述的旋转切削工具,其特征在于,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7设置于与所述切削刃5相距 $30\mu\text{m}$ 以上且 $350\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

[0026] 并且,根据第1至第12方面中的任意一项所述的旋转切削工具,其特征在于,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7设置于与所述切削刃5相距 $50\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

[0027] 并且,根据第13方面所述的旋转切削工具,其特征在于,将所述切削刃侧排屑槽形成面4和所述前刀面6连接起来的台阶面7设置于与所述切削刃5相距 $50\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下的距离的位置。

[0028] 并且,根据第1至第12方面中的任意一项所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0029] 并且,根据第13方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0030] 并且,根据第14方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0031] 并且,根据第15方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0032] 并且,根据第16方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0033] 并且,根据第17方面所述的旋转切削工具,其特征在于,所述硬质覆膜3是金刚石覆膜3。

[0034] 本发明如上述那样构成,因此成为如下旋转切削工具:能够以适当的大小分断切屑,能够抑制由切屑引起的切削工具、被切削材料的损伤及边缘缺陷的产生,能够提高硬脆材料加工中的寿命,从而能够提高加工效率。

附图说明

[0035] 图1是示出实施例1的工具主体的末端部的立体图。

[0036] 图2是示出实施例1的工具主体的末端部的主视图。

[0037] 图3是示出实施例1的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0038] 图4是示出实施例1和现有产品的切屑的大小的SEM图像。

[0039] 图5是实施例1的激光照射方法的概略说明图。

[0040] 图6是示出实施例1的另一例(在整个前刀面上覆盖有金刚石覆膜的结构)的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0041] 图7是示出实施例1的另一例(工具基材在前刀面的局部露出的结构)的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0042] 图8是示出实施例1的另一例(螺旋刃型)的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0043] 图9是示出实施例1的二维形状测量结果的数据的一例。

[0044] 图10是示出实施例1的实验结果的表。

[0045] 图11是示出实施例1的实验的判定基准一览的表。

[0046] 图12是示出实施例1的实验的被切削材料的加工面的照片。

[0047] 图13是示出实施例2的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0048] 图14是示出实施例2的另一例(在整个前刀面上覆盖有金刚石覆膜的结构)的工具主体的末端部的主要部分的说明剖视图。

[0049] 标号说明

[0050] 1:工具主体;2:排屑槽;3:硬质覆膜、金刚石覆膜;4:切削刃侧排屑槽形成面;5:切削刃;6:前刀面;7:台阶面;a:前刀面的倾斜角度;d:台阶面的高度;h':切削刃侧排屑槽形成面的硬质覆膜的膜厚。

具体实施方式

[0051] 根据附图以示出本发明的作用的方式简单地说明本发明的优选的实施方式。

[0052] 在对硬脆材料进行切削加工的情况下,由该切削加工产生的硬脆材料的切屑沿着前刀面6而被连续地(以相连的状态)排出并越过或抵接在凹陷设置该前刀面6时形成的台阶面7(由前刀面6和切削刃侧排屑槽形成面4构成的台阶部的台阶面7),由此卷曲的状态变强,通过该卷曲变强,应力提高而切屑被分断。

[0053] 即,本发明能够利用台阶面7以适当的大小强制地分断沿着前刀面6排出的切屑,通过使用本发明的旋转切削工具,能够将由切削加工产生的切屑的大小控制为适当的大小,本发明的旋转切削工具根据作为被切削材料的硬脆材料的种类和加工条件而在适当的位置设置有台阶面7。

[0054] 由此,例如在硬脆材料的切削加工中,成为如下的实用性优异的旋转切削工具:抑制微细的切屑和过大的切屑的产生,通过鼓风处理等将被分断成适当大小的切屑顺畅地排出,从而尽可能地降低由切屑引起的切削工具、被切削材料的损伤和边缘缺陷的产生。

[0055] **【实施例1】**

[0056] 根据图1~图12对本发明的具体的实施例1进行说明。

[0057] 本实施例是适于硬脆材料的切削加工的旋转切削工具,该旋转切削工具在具有排屑槽2的工具主体1的末端部覆盖有硬质覆膜3,在所述工具主体1的构成所述排屑槽2的切削刃侧排屑槽形成面4上,从切削刃5起沿着该切削刃5凹陷设置有前刀面6。

[0058] 具体而言,本实施例是将本发明的旋转切削工具构成为图1和图2所示的使排屑槽2呈直线状形成于工具主体1(排屑槽2没有绕工具旋转轴线C形成为螺旋状)的所谓直刃的双刃球头立铣刀的情况。另外,在图1和图2中,为了明确本实施例的工具主体1的末端部的形状,省略了硬质覆膜3的记载。另外,本发明的旋转切削工具除了所述结构以外,当然可以应用于例如切削刃为3片以上的多刃球头立铣刀或切削刃为1片的单刃球头立铣刀,但还可

以应用于方形端铣刀或圆角端铣刀。

[0059] 以下,对本实施例的各部分结构进行详细叙述。

[0060] 工具主体1的基材(工具基材)是超硬合金制的,如图3所示,在末端部(至少后刀面8)覆盖有硬质覆膜3。

[0061] 具体而言,在本实施例中,硬质覆膜3是金刚石覆膜3,通过CVD法而形成。

[0062] 另外,本实施例那样的在工具主体1的末端部覆盖有金刚石覆膜3的旋转切削工具的工具寿命依赖于后刀面8的金刚石覆膜3的膜厚 h 。通常,当该后刀面8的金刚石覆膜3的膜厚 h 小于 $5\mu\text{m}$ 时,存在覆膜磨损的进行变快而寿命变得极短的倾向,另外,当膜厚 h 超过 $35\mu\text{m}$ 时,基于与超硬合金制的工具基材的密合性不一定良好的金刚石覆膜3的特性,难以确保与工具基材的密合性,剥离等的风险变高,难以得到稳定的工具寿命。由此,在本实施例中,至少将后刀面8的金刚石覆膜3的膜厚 h 设定为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下。另外,在本实施例中,将后刀面8的金刚石覆膜3的膜厚 h 和后述的切削刃侧排屑槽形成面4的金刚石覆膜3的膜厚 h' 设定为大致相等的膜厚。

[0063] 另外,如图3所示,切削刃5的前刀面6从切削刃5起沿着该切削刃5凹陷设置于排屑槽2的切削刃侧排屑槽形成面4。因此,本实施例构成为在该前刀面6与切削刃侧排屑槽形成面4之间具有将该前刀面6和切削刃侧排屑槽形成面4连接起来的台阶面7,本实施例构成为利用该台阶面7以适当的大小分断切屑。

[0064] 具体而言,前刀面6通过以成为随着从切削刃5朝向工具主体1的内侧而相对于切削刃侧排屑槽形成面4远离的倾斜面的方式凹陷设置于切削刃侧排屑槽形成面4而形成,并构成为与切削刃侧排屑槽形成面4不平行的面。换言之,前刀面6通过以成为朝向切削刃侧排屑槽形成面4逐渐变深的倾斜面的方式凹陷设置于切削刃侧排屑槽形成面4而形成,并构成为与切削刃侧排屑槽形成面4不平行的面。

[0065] 另外,如本实施例那样,在切削刃侧排屑槽形成面4和前刀面6成为彼此不平行的面的情况下,这两个面所成的角度即所述的前刀面6的倾斜角度 a 对通过切削而被排出的切屑产生影响。

[0066] 具体而言,倾斜角度 a 越大,从被切削材料切下的切屑越顺畅地从切削刃5的末端沿着前刀面6朝向位于工具旋转方向后方的前刀面6的工具中心侧端部排出,并越容易碰到与前刀面6一起凹陷设置的台阶面7,因此能够良好地发挥本发明的台阶面7的切屑分断作用。该良好的作用是在球头立铣刀的切削刃5中的圆弧状的切削刃(球刃)中也能发现的作用,但对于由外周切削刃(外周刃)切削出的切屑更为显著。在图3中,用带标号T的箭头表示为与工具旋转轴线C正交的截面的情况下的工具旋转方向。此外,通过覆盖硬质覆膜3(金刚石覆膜3),带圆角的切削刃5的刀尖变得更加锋利,发挥降低切削阻力的效果。但是,另一方面,切削刃5的厚度变薄而刚性降低,或者由此刀尖变得锋利而使切削刃5容易产生缺陷或磨损。

[0067] 本实施例考虑到这样的优点和缺点,将前刀面6的倾斜角度 a 设定为 5° 以下。

[0068] 另外,如上所述,台阶面7是以使通过切削加工而沿着前刀面6连续地排出的切屑卷曲和分断为目的而设置的。

[0069] 图4是示出利用本实施例和没有台阶面的现有的旋转切削工具(现有产品)分别对作为硬脆材料的超硬合金进行切削加工时产生的切屑的例子的SEM图像,在现有产品中,微

细的切屑占绝大多数,与此相对,在本实施例中,微细的切屑与现有产品相比减少,示出了切屑大型化的情况。

[0070] 关于该台阶面7,如果高度d过低(台阶的深度过浅),则使切屑卷曲和分断的作用效果降低,难以控制为适当大小的切屑,反之,如果高度d过高(台阶的深度过深),则切屑会积存在台阶部(前刀面6与台阶面7的边界部附近)而产生堵塞等,有可能无法顺畅地排出切屑。另外,该台阶面7的高度d也与切削加工时的切入量有关,如果考虑到这些而设定为适当的高度d,则能够得到更良好的效果。

[0071] 具体而言,在被切削材料硬度较高的情况下,无法增大切入量,由此切屑的厚度变薄,因此不需要高度较高的台阶面7。另一方面,在被切削材料硬度较低的情况下能够增大切入量,因此能够想到会排出较厚的切屑,因此优选形成高度较高的台阶面7。

[0072] 另外,如果金刚石覆膜3(硬质覆膜3)的膜厚h变厚,则覆盖有该金刚石覆膜3的切削刃5的刀尖带有圆角,由此导致切削阻力增大,但通过形成较高的台阶面7,通过切削刃5的刀尖的金刚石覆膜3将带有圆角的区域去除,有时带来重新形成锐利的刀尖的效果。

[0073] 考虑到上述方面,将本实施例的台阶面7的高度d设定为覆盖在工具主体1的末端部的金刚石覆膜3(具体而言,覆盖在凹陷设置有前刀面6的切削刃侧排屑槽形成面4上的金刚石覆膜3)的膜厚h'的0.5倍以上且8倍以下。

[0074] 在本实施例中,通过沿着前刀面6连续地排出的切屑与这样设定了高度d的台阶面7接触并越过切削刃侧排屑槽形成面4或者与台阶面7抵接,由此切屑被卷曲和分断,但如果该台阶面7与切削刃5的分离间隔(距离)过大,换言之,如果前刀面6的宽度w过宽,台阶面7不再参与分断,切屑不能以适当的大小被分断而继续延伸,结果成为过大的切屑。另外,如果台阶面7与切削刃5的分离间隔(距离)过小,换言之,如果前刀面6的宽度w过窄,则切屑在极其接近刀尖的位置被分断,因此在刀尖附近滞留较多的切屑,导致产生由切屑的咬入引起的切削刃5的损伤和被切削材料的边缘缺陷。

[0075] 本实施例的台阶面7构成为设置于与切削刃5隔开 $30\mu\text{m}$ 以上且 $350\mu\text{m}$ 以下的距离的位置(即,前刀面6的宽度w被设定为 $30\mu\text{m}$ 以上且 $350\mu\text{m}$ 以下),不会产生上述那样的不良情况。

[0076] 另外,本实施例的前刀面6和台阶面7是通过利用激光照射将切削刃侧排屑槽形成面4的规定部位去除而形成的。

[0077] 具体而言,前刀面6和台阶面7是通过如下方式形成的:作为工具主体1,在工具基材的末端部覆盖有金刚石覆膜3之后,从图5的(a)和图5的(b)所示的方向在原来的切削刃的附近、具体而言以从切削刃起沿着该切削刃的规定的宽度照射Nd:YVO₄激光而将切削刃侧排屑槽形成面4(原来的前刀面)与金刚石覆膜3一起去掉。另外,在图5的(a)和图5的(b)中,为了明确本实施例的旋转切削工具的末端部的形状,省略了金刚石覆膜3的记载。另外,也可以代替Nd:YVO₄激光而利用磨具等进行磨削去除来形成。

[0078] 这样,在本实施例中,在覆盖了金刚石覆膜3之后,通过激光照射将切削刃侧排屑槽形成面4的一部分去除,从而形成前刀面6和台阶面7,因此在工具主体1的末端部中,如图3所示,构成为在后刀面8上覆盖有金刚石覆膜3,但前刀面6和台阶面7没有覆盖金刚石覆膜3(工具基材在整个面上露出的结构(状态))。

[0079] 另外,虽然说“工具基材在前刀面6的整个面上露出的结构(状态)”,但由于切削刃

5附近的前刀面6由后刀面8的金刚石覆膜3形成,因此该部分当然不是“工具基材露出的结构(状态)”。即,作为前刀面6,将在工具基材上没有覆盖金刚石覆膜3的部分的结构(状态)称为“工具基材在前刀面6的整个面上露出的结构(状态)”。后述的图8和图13也同样是“工具基材在前刀面6的整个面上露出的结构(状态)”。

[0080] 另外,如果是形成有台阶面7的结构,则如图6所示,也可以采用在整个前刀面6上覆盖有金刚石覆膜3的结构,即在覆盖于切削刃侧排屑槽形成面4的金刚石覆膜3上形成凹处并将该凹处作为前刀面6和台阶面7的结构,如图7所示,也可以采用工具基材在前刀面6的局部露出的结构,换言之,也可以采用在前刀面6的局部覆盖有金刚石覆膜3的结构。

[0081] 另外,如上所述,本实施例构成为排屑槽2没有绕工具旋转轴线C形成为螺旋状的所谓直刃型,但并不限于直刃型,也可以构成为排屑槽2绕工具旋转轴线C形成为螺旋状的所谓螺旋刃型。

[0082] 另外,在螺旋刃型的结构中,特别是,有时切削刃侧排屑槽形成面4不是平面而是曲面,有时其截面成为图8所示的曲线。这样,在切削刃侧排屑槽形成面4为曲面的情况下,前刀面6的倾斜角度 α (切削刃侧排屑槽形成面4与前刀面6所成的角度 α)例如能够作为与切削刃侧排屑槽形成面4对应的直线和与前刀面6对应的直线所成的角度来求出,具体而言,通过刃直角方向的二维形状测量以数值的方式取得表面形状,其中,使用最小二乘法并通过二次函数等对与切削刃侧排屑槽形成面4对应的区域(曲线)求出近似曲线,将切削刃侧排屑槽形成面4与台阶面7的边界部分处的所述近似曲线的切线作为与切削刃侧排屑槽形成面4对应的直线,使用最小二乘法对与前刀面6对应的区域求出近似直线,将该近似直线作为与前刀面6对应的直线,只要求出这两条直线所成的角度即可。即,这里所求出的两条直线所成的角度为前刀面6的倾斜角度 α ,在该倾斜角度 α 为 0° 的情况下,成为“切削刃侧排屑槽形成面4与前刀面6彼此平行”的情况。

[0083] 另外,也可以在刃直角方向上剖切工具,拍摄其剖视图并通过图像识别软件将其作为数值数据取入,或者在将构成切削刃侧排屑槽形成面4的截面的曲线上的任意多个部位作为X-Y平面的坐标手动取入之后,与上述同样地求出近似曲线的切线与前刀面6所成的角度。

[0084] 本实施例如上述那样构成,因此能够利用台阶面7强制地使沿着前刀面6排出的切屑卷曲和分断。因此,通过使用根据被切削材料的种类和加工条件而将前刀面6的宽度 w (台阶面7的位置)和台阶面7的高度 d 设定为适当值的本实施例的旋转切削工具,能够将由切削加工产生的切屑的大小控制为适当的大小。

[0085] 由此,例如在硬脆材料的切削加工中,抑制微细的切屑和过大的切屑的产生,通过鼓风处理等将被分断成适当大小的切屑顺畅地排出,从而能够尽可能地降低由切屑引起的切削工具、被切削材料的损伤和边缘缺陷的产生。

[0086] 以下是证实本实施例的效果的实验。

[0087] 实验使用在各自的设定范围内变更了台阶面7的高度 d 、前刀面6的倾斜角度 α 、金刚石覆膜3的膜厚 h' (切削刃侧排屑槽形成面4的膜厚 h')、前刀面6的宽度 w 的各种设定条件的设定值的本实施例、以及没有台阶面7的现有产品,进行了与寿命相关的评价和与边缘缺陷相关的评价这两种实验。实验1、2的加工条件、方法以及评价方法的详细情况如下所述。

[0088] 实验1(基于粗加工的寿命的评价)

- [0089] 〈加工条件〉
- [0090] 使用工具:在超硬合金制基材上覆盖有金刚石覆膜3的双刃球头立铣刀(直径2mm,刃长1.4mm,柄直径4mm,全长50mm)
- [0091] 被切削材料:超硬合金VM-40(TAS标准)
- [0092] 冷却方式:吹送空气
- [0093] 工具突出量:15mm
- [0094] 转速:30,000转/min
- [0095] 进给速度:1,500mm/min
- [0096] 轴向的切入深度:0.1mm
- [0097] 半径方向的切入深度:0.3mm
- [0098] 〈加工方法〉
- [0099] 从被切削材料的上表面方向对4.4mm×4.4mm×深度1.2mm的四方槽形状进行切削加工。
- [0100] 〈评价方法〉
- [0101] 每当加工完一个槽时观察工具的刀尖,将确认出与位于与被切削材料接触的区域
- 的切削刃5相邻的后刀面8上的金刚石覆膜3损伤、两个刃的超硬合金制基材(工具基材)都露出的时刻判断为寿命,确认加工完成的槽数。
- [0102] 实验2(基于精加工的边缘缺陷的评价)
- [0103] 〈加工条件〉
- [0104] 使用工具:在超硬合金制基材上覆盖有金刚石覆膜3的双刃球头立铣刀(直径2mm,刃长1.4mm,柄直径4mm,全长50mm)
- [0105] 被切削材料:超硬合金VM-40(TAS标准)
- [0106] 冷却方式:吹送空气
- [0107] 工具突出量:15mm
- [0108] 转速:30,000转/min
- [0109] 进给速度:1,500mm/min
- [0110] 轴向的切入深度:0.05mm
- [0111] 半径方向的切入深度:0.05mm
- [0112] 〈加工方法〉
- [0113] 在被切削材料的上表面对5mm×5mm×深度0.05mm(轴向的切入深度量)的大小的区域进行切削加工。
- [0114] 〈评价方法〉
- [0115] 确认被切削材料棱线上的边缘缺陷的状态(边缘缺陷宽度)。
- [0116] 另外,在本实验中,台阶面7的高度d、前刀面6的宽度w(从切削刃5至台阶面7的分离间隔)、前刀面6的倾斜角度a(切削刃侧排屑槽形成面4与前刀面6所成的角度a)等的测量使用形状解析激光显微镜(基恩士公司制VK-X160)。具体而言,利用规定的治具将本实施例设置于规定的位置和规定的姿势,在从后刀面8起经由切削刃5的刀尖至前刀面6、台阶面7、切削刃侧排屑槽形成面4为止的范围内,利用激光在与切削刃5垂直的方向上检测轮廓,分别针对该轮廓中的与切削刃侧排屑槽形成面4对应的区域以及与前刀面6对应的区域描绘

(取得)使用了最小二乘法的近似直线,使用这些近似直线来测量(计算)前刀面6的倾斜角度 a 、台阶面7的高度 d 以及前刀面6的宽度 w (图9示出该测量的二维形状测量结果)。

[0117] 具体而言,作为前刀面6的倾斜角度 a ,测量(计算)与前述切削刃侧排屑槽形成面4对应的区域的近似直线(以下称为槽形成面近似直线)和与前述前刀面6对应的区域的近似直线(以下称为前刀面近似直线)所成的角度。即,这里所求出的两条近似直线所成的角度为前刀面6的倾斜角度 a ,在该倾斜角度 a 为 0° 的情况下,是“切削刃侧排屑槽形成面4与前刀面6彼此平行”的情况。

[0118] 另外,作为台阶面7的高度 d ,从所述槽形成面近似直线与台阶面7的交点起朝向所述前刀面近似直线描绘(取得)所述槽形成面近似直线的垂线并测量(计算)至所述前刀面近似直线与所述垂线的交点为止的距离。

[0119] 另外,除了上述以外,也可以将本实施例局部破坏(去除)而形成与切削刃5垂直的截面,在该截面上测量所述倾斜角度 a 、台阶面7的高度 d 、前刀面6的宽度 w 。另外,如果采用利用通过所述二维形状测量得到的轮廓的方法,则如上所述,即使在图8所例示的切削刃侧排屑槽形成面4为曲面的情况下,也能够将所述近似曲线的切线(即,使用最小二乘法并通过二次函数等对与切削刃侧排屑槽形成面4对应的区域(曲线)求出近似曲线,切削刃侧排屑槽形成面4与台阶面7的边界部分处的所述近似曲线的切线)用作槽形成面近似直线,从而同样能够测量(计算)倾斜角度 a 、台阶面7的高度 d 、前刀面6的宽度 w 。

[0120] 图10示出了本实施例和现有产品中的各种设定条件和各评价的结果。根据该图10所示的实验结果,对本实施例的效果的证实进行说明。

[0121] 另外,在图10和图11中,关于加工槽个数的评价,用 \odot 表示加工槽个数相对于现有产品(实验No.1)为6倍以上,用 \circ 表示为3倍以上且小于6倍,用 \times 表示为小于3倍。另外,关于边缘缺陷的评价,如图12所示,用 \odot 表示被切削材料的主视和上表面视(俯视)中的与被切削材料棱线正交的方向上的边缘缺陷宽度小于 0.05mm ,用 \circ 表示为 0.05mm 以上且小于 0.1mm ,用 \times 表示为 0.1mm 以上。

[0122] 相对于没有台阶面7的现有产品(实验No.1),在将前刀面6的宽度 w 和该前刀面6的倾斜角度 a 固定而仅变更台阶面7的高度 d 时,在台阶面7的高度 d 相对于覆盖在切削刃侧排屑槽形成面4上的金刚石覆膜3的膜厚 h' 的倍率(d/h')为0.5倍以上且8倍以下的范围内,能够加工的槽个数较多(寿命较长),能够得到良好的评价结果,其中,在所述倍率超过1倍且小于3倍的范围内,能够得到特别良好的评价结果,在本实验中,在所述倍率为2.6倍时,能够加工的槽个数最大。

[0123] 另外,虽然在图10中没有记载,但如果台阶面7相对于覆盖在该切削刃侧排屑槽形成面4上的金刚石覆膜3的膜厚 h' 的倍率过大,则反而会诱发切屑的堵塞,因此已确认出能够加工的槽个数减少。另外,反之在倍率过小的情况下,也不能充分发挥台阶面7的效果,也已确认出能够加工的槽个数减少。另外,虽然如上所述,在台阶面7的高度 d 比覆盖在切削刃侧排屑槽形成面4上的金刚石覆膜的膜厚 h' 低的条件下(实验No.2:倍率(d/h')=0.5)与现有产品相比能够得到良好的评价结果,但在所比较的其他条件(实验No.3、5、7、8)中成为能够加工的槽个数最少的结果。可以认为原因之一是,由于前刀面6保持被金刚石覆膜3覆盖的状态,因此在加工中金刚石覆膜3损伤,其影响传播到切削刃5的较大的范围,从而损伤容易加剧。即,能够确认在前刀面6上未覆盖金刚石覆膜3的条件(前刀面6露出的条件)更好。

[0124] 另外,在前刀面6与后刀面8的交叉棱线部,通过金刚石覆膜3形成带圆角的区域,但随着台阶面7的高度 d 变高,该带圆角的区域也被去除而变小。由此,能够得到切削阻力的降低和切削刃5相对于被切削材料的咬入提高的效果,因此如图10所示,边缘缺陷的评价良好(实验No.2、3、5、7、8)。

[0125] 另外,在将台阶面7的高度 d 和前刀面6的宽度 w 固定而仅变更前刀面6的倾斜角度 a (即切削刃侧排屑槽形成面4与前刀面6所成的角度)时,在倾斜角度 a 为 3° 时,能够加工的槽个数最大。

[0126] 另外,在与实验No.1的现有产品相同的倾斜角度 a 为 0° 的实验No.4中,加工槽个数比为6.3而示出良好的结果,边缘缺陷也是良好。即使倾斜角度 a 为 0° ,通过设置台阶面7来使切屑卷曲和分断、以及利用切削刃5的刀尖的金刚石覆膜3将带圆角的区域去除而提高锋利度,由此加工槽个数和边缘缺陷评价均相对于现有产品有所改善。另外,即使在使前刀面的倾斜角度 a 更小的情况下(-3° :向与本实施例相反的方向倾斜,即随着从切削刃5朝向工具主体1的内侧而相对于切削刃侧排屑槽形成面4接近地倾斜)或者更大的情况下(7° 、 10°),与现有产品相比,也能够加工槽个数和边缘缺陷评价中得到良好的结果,但已确认出本实施例所示的结果即倾斜角度 a 为 0° 以上且 5° 以下的情况特别良好(实验No.4~6)。另外,如后面在实施例2中叙述的那样,“倾斜角度 a 为 0° ”是指将切削刃侧排屑槽形成面4和前刀面6形成为彼此平行的面的情况。

[0127] 另外,在将台阶面7的高度 d 和前刀面6的倾斜角度 a 固定而仅变更前刀面6的宽度 w 时,在前刀面6的宽度 w 为 $30\mu\text{m} \sim 350\mu\text{m}$ 的范围内时,能够得到表示寿命的加工槽个数和边缘缺陷评价这两者超过现有产品的良好的结果,其中,设定在 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 的范围内时为特别良好的结果。

[0128] 如果前刀面6的宽度 w 过宽,则不再发挥使切屑卷曲及分断的功能,切屑无法顺畅地排出,由此容易产生因咬入较大的切屑而引起的工具损伤,另外,反之,如果前刀面6的宽度 w 过窄,则切屑的卷曲和分断在切削刃附近产生,因此反而诱发切屑的咬入,其结果为,工具损伤以及被切削材料损伤加剧。因此,优选前刀面6的宽度 w 设定在上述范围内(实验No.5、9~14)。

[0129] 进而,将台阶面7的高度 d 、前刀面6的倾斜角度 a 、前刀面6的宽度 w 固定为上述研究出的最佳值,使切削刃侧排屑槽形成面4的金刚石覆膜3的膜厚 h' 变化来进行评价。这里,对于台阶面7的高度 d 而言,使用在之前进行的实验中能够加工的槽个数最良好的、台阶面7的高度 d 相对于覆盖在切削刃侧排屑槽形成面4上的金刚石覆膜的膜厚 h' 的倍率约为2.6的立铣刀。膜厚 h' 为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下的范围时能够加工的槽个数较多(寿命较长),并且边缘缺陷评价的结果也良好(实验No.15~19)。

[0130] 另外,在膜厚 h' 为 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的范围内,能够加工的槽个数和边缘缺陷评价极其良好(实验No.16~18)。认为这是由于在硬脆材料加工中作为重要要素的金刚石覆膜3的膜厚 $h(h')$ 变厚,由此在覆膜磨耗之前被切削加工的被切削材料的去除体积增加,即使在边缘缺陷评价那样的精加工中也能够抑制早期的工具损伤。因此,特别优选将膜厚 h' 设定在 $8\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下的范围内。

[0131] 另外,在膜厚 h' 小于 $5\mu\text{m}$ 的情况下,后刀面8的膜厚 h 也同等程度地薄,因此在切削加工时金刚石覆膜3容易损伤(磨损),已确认出能够加工的槽个数与现有产品没有多大变

化(9~12个)以及边缘缺陷评价结果也与现有产品相同。如果膜厚 h' 超过 $35\mu\text{m}$,则相对于切削阻力,金刚石覆膜3向工具基材的密合性相对降低,因此已确认出在早期发生工具损伤(剥离)而能够加工的槽个数与现有产品没有多大变化(7~12个)以及边缘缺陷评价结果也与现有产品相同。

[0132] 【实施例2】

[0133] 根据图13和图14对本发明的具体的实施例2进行说明。

[0134] 本实施例是在实施例1的旋转切削工具中将前刀面6的倾斜角度 α 设定为 0° 的情况,即将切削刃侧排屑槽形成面4和前刀面6形成为彼此平行的面的情况。

[0135] 如图13和图14所示,在将前刀面6的倾斜角度 α 设定为 0° 的情况下(工具基材在前刀面6的整个面上露出的结构以及在前刀面6的整个面上覆盖有金刚石覆膜3的结构中的任意一个),也能够发挥与上述实施例1相同的作用效果。另外,图10的实验No.4是图13所示的实施例2的结构(工具基材在前刀面6的整个面上露出的结构)的实验,示出发挥了良好的作用效果。

[0136] 另外,本发明并不限于实施例1、2,各构成要件的具体结构能够适当设计。

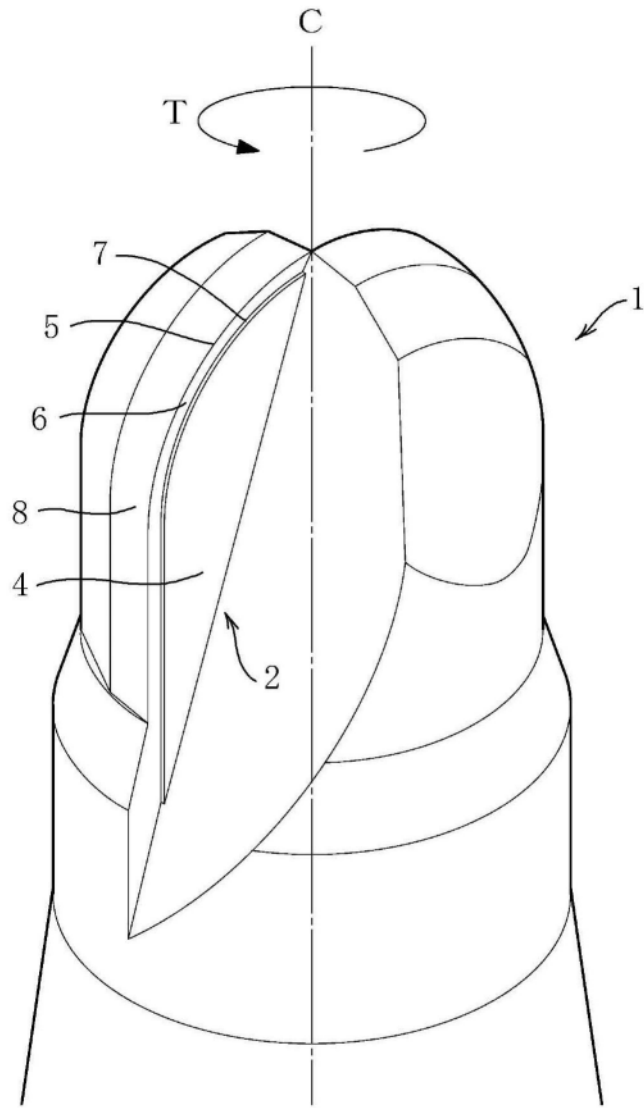


图1

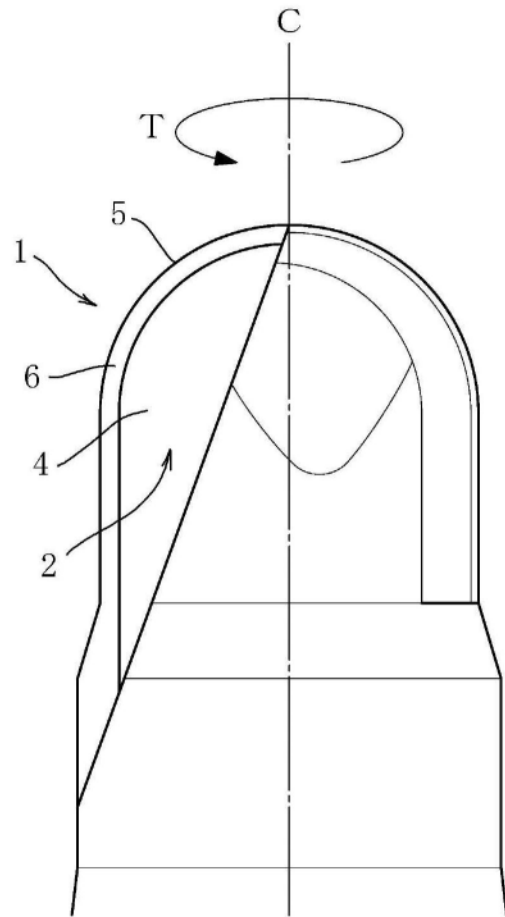


图2

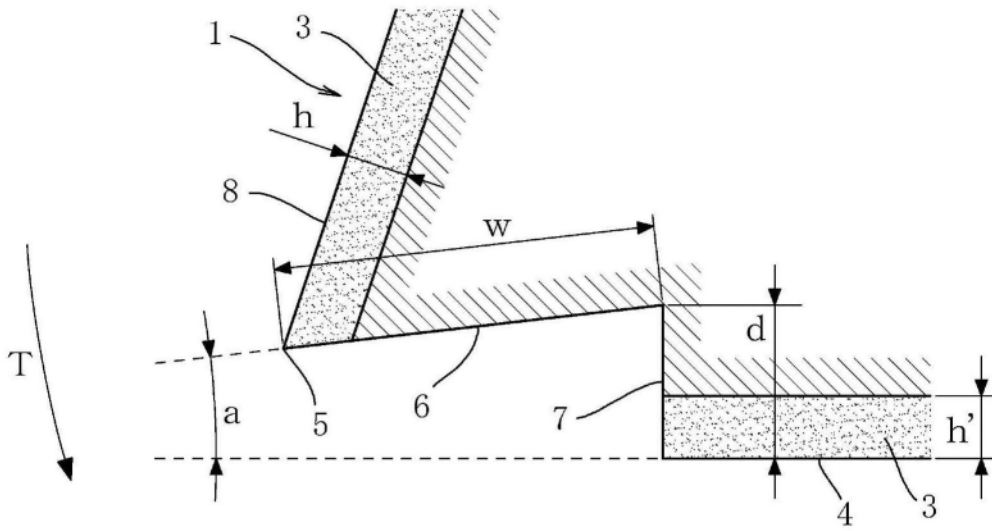


图3

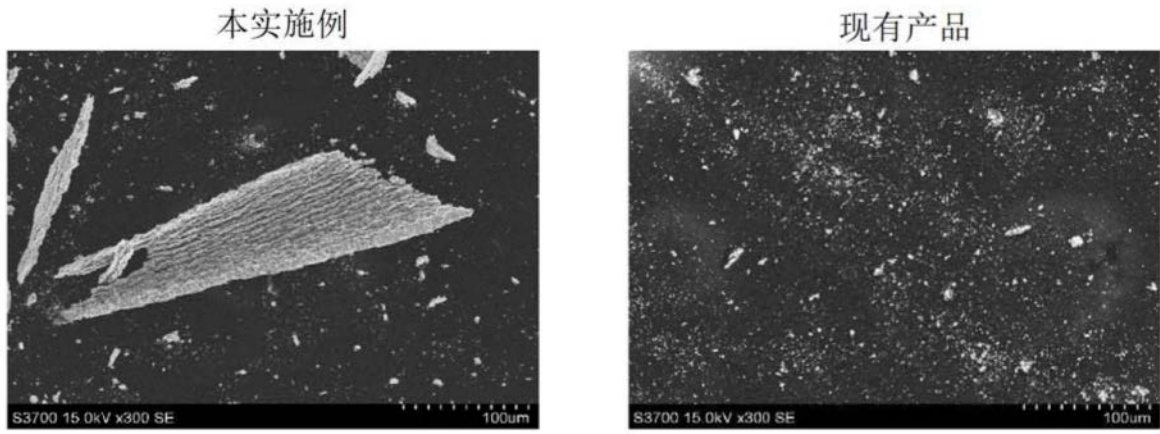


图4

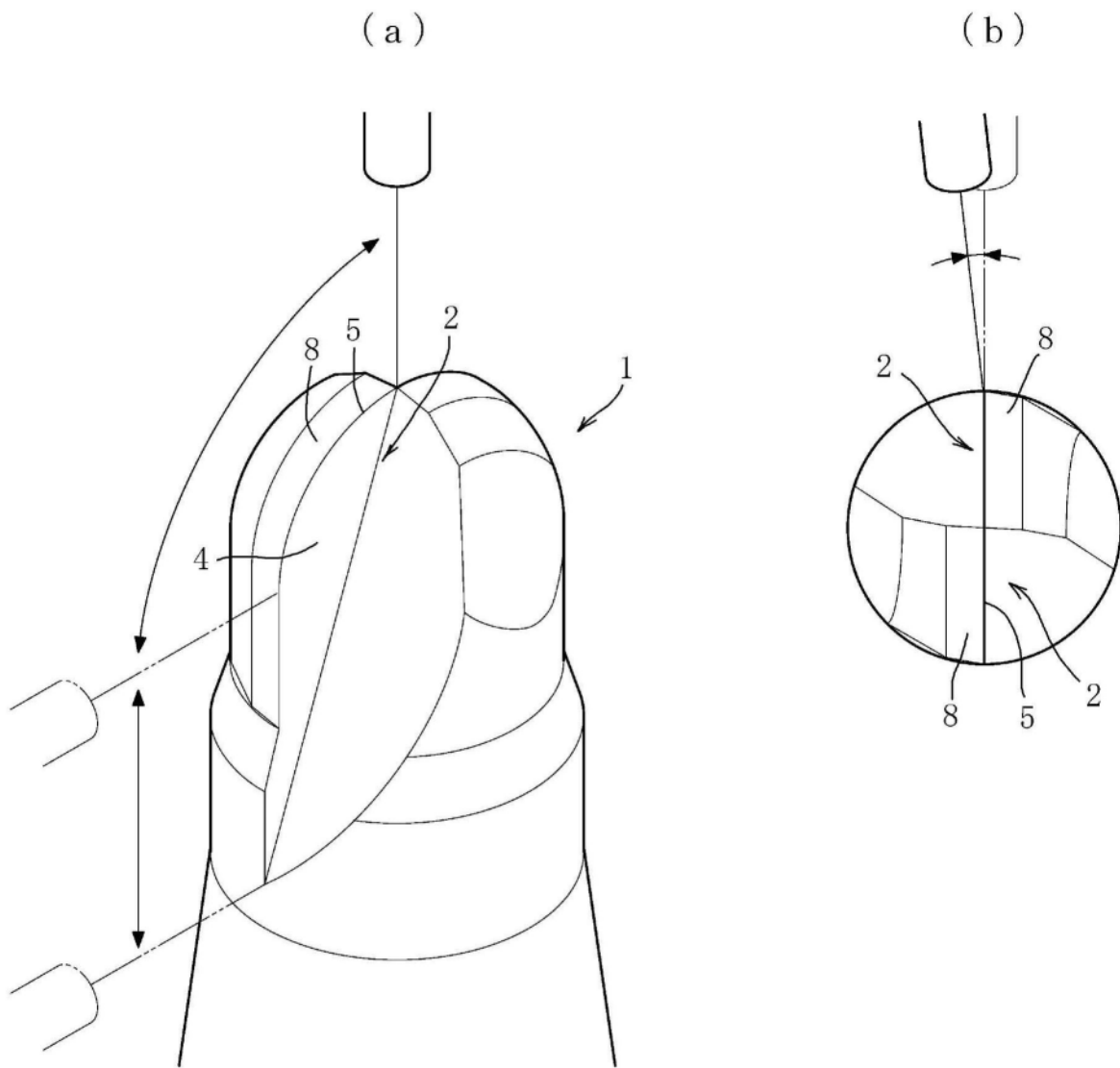


图5

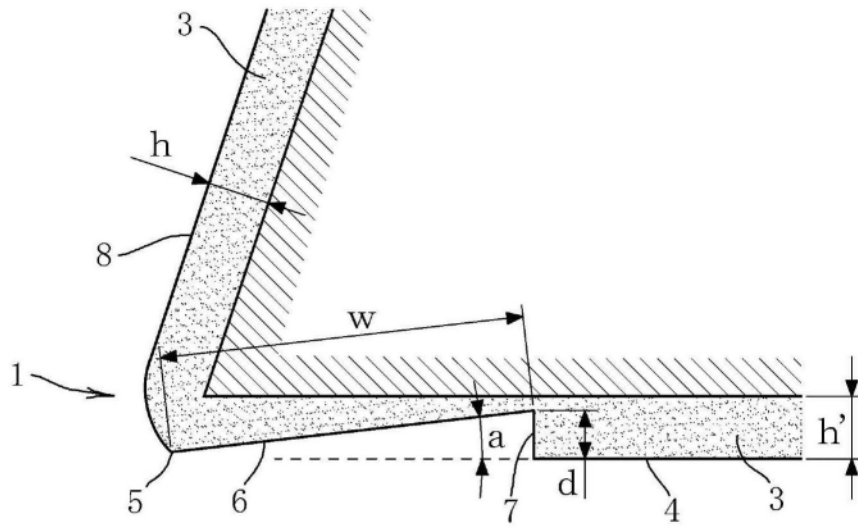


图6

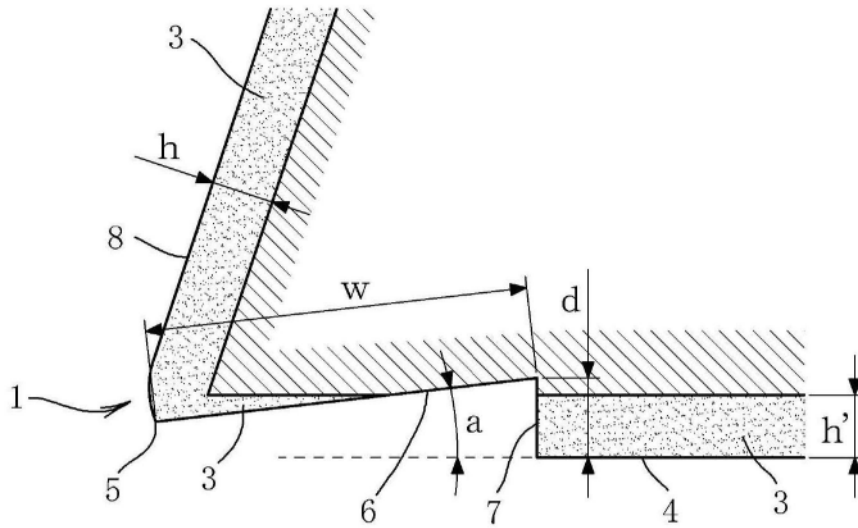


图7

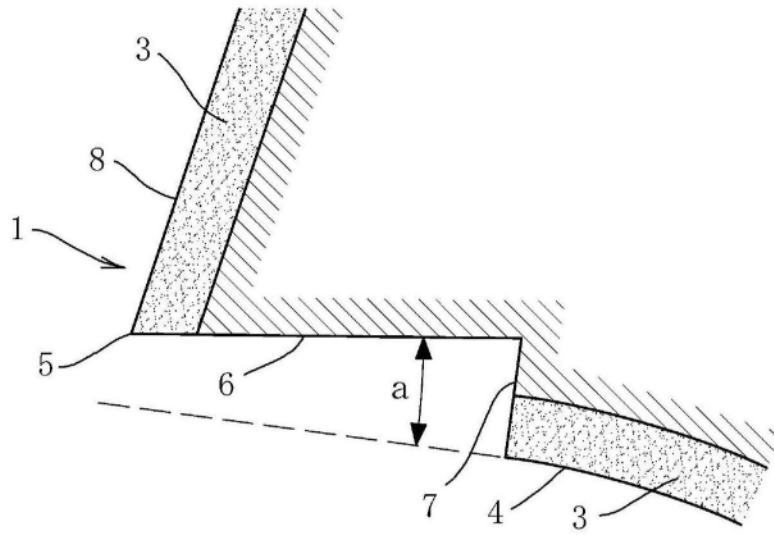


图8

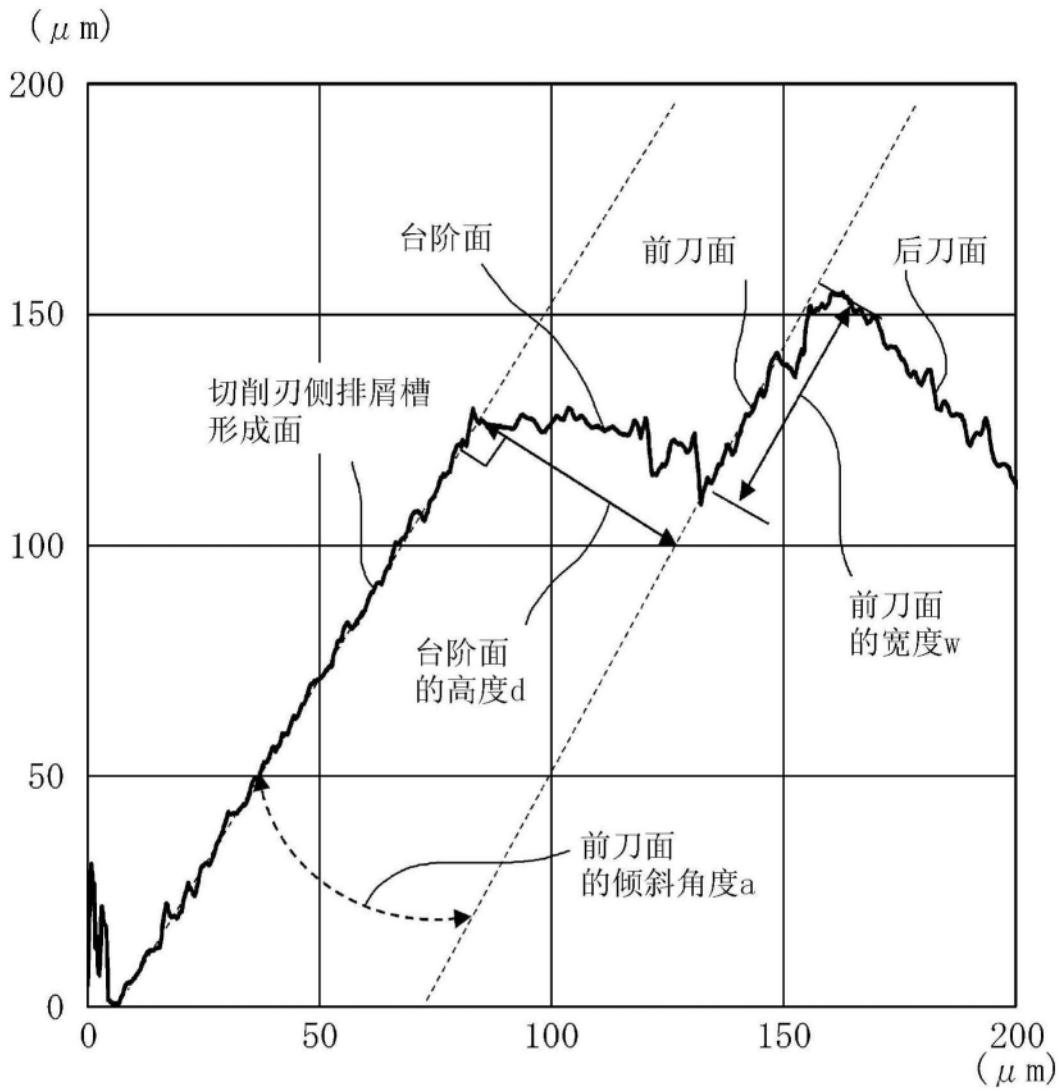


图9

实验No.	d (μm)	a ($^{\circ}$)	h' (μm)	d/h'	w (μm)	加工槽个数	加工槽个数比	加工槽 个数评价	边缘 缺陷评价	判定
1(现有产品)	0	0	19	0.0	0	8	1.0	—	×	×
2(本实施例)	10	3	19	0.5	80	29	3.6	○	○	○
3(本实施例)	30	3	19	1.6	80	62	7.8	◎	◎	◎
4(本实施例)	50	0	19	2.6	80	50	6.3	◎	◎	◎
5(本实施例)	50	3	19	2.6	80	88	11.0	◎	◎	◎
6(本实施例)	50	5	19	2.6	80	78	9.8	◎	◎	◎
7(本实施例)	100	3	19	5.3	80	46	5.8	○	○	○
8(本实施例)	150	3	19	7.9	80	32	4.0	○	○	○
9(本实施例)	50	3	19	2.6	30	40	5.0	○	○	○
10(本实施例)	50	3	19	2.6	50	88	11.0	◎	◎	◎
11(本实施例)	50	3	19	2.6	100	92	11.5	◎	◎	◎
12(本实施例)	50	3	19	2.6	200	82	10.3	◎	◎	◎
13(本实施例)	50	3	19	2.6	300	80	10.0	◎	◎	◎
14(本实施例)	50	3	19	2.6	350	40	5.0	○	○	○
15(本实施例)	13	3	5	2.6	100	26	3.3	○	○	○
16(本实施例)	20	3	8	2.5	100	48	6.0	◎	◎	◎
17(本实施例)	40	3	15	2.7	100	86	10.8	◎	◎	◎
18(本实施例)	75	3	30	2.5	100	82	10.3	◎	◎	◎
19(本实施例)	90	3	35	2.6	100	37	4.6	○	○	○

图10

判定基准一览		边缘缺陷评价		
		◎	○	×
加工槽个数评价	◎	◎	○	×
	○	○	○	×
	×	×	×	×

图11

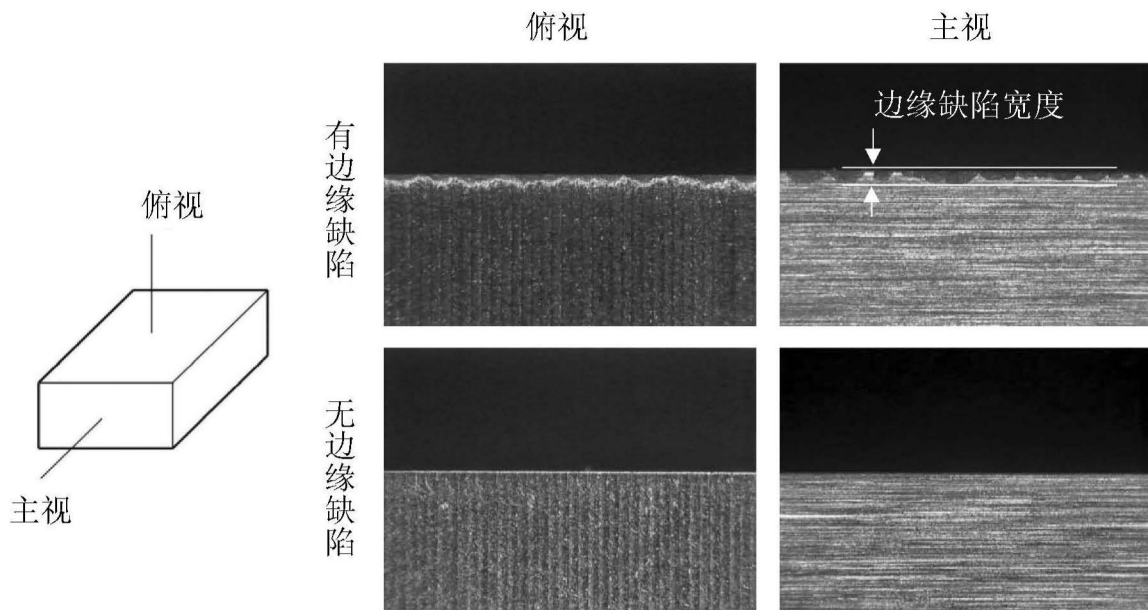


图12

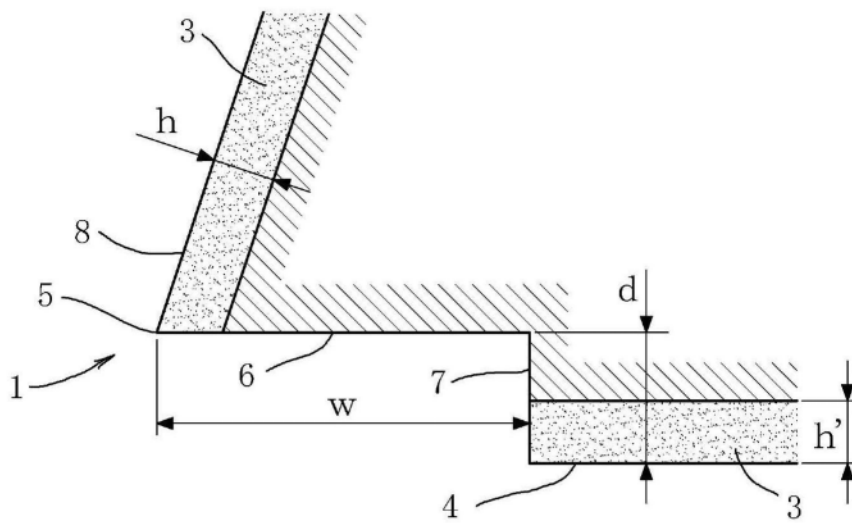


图13

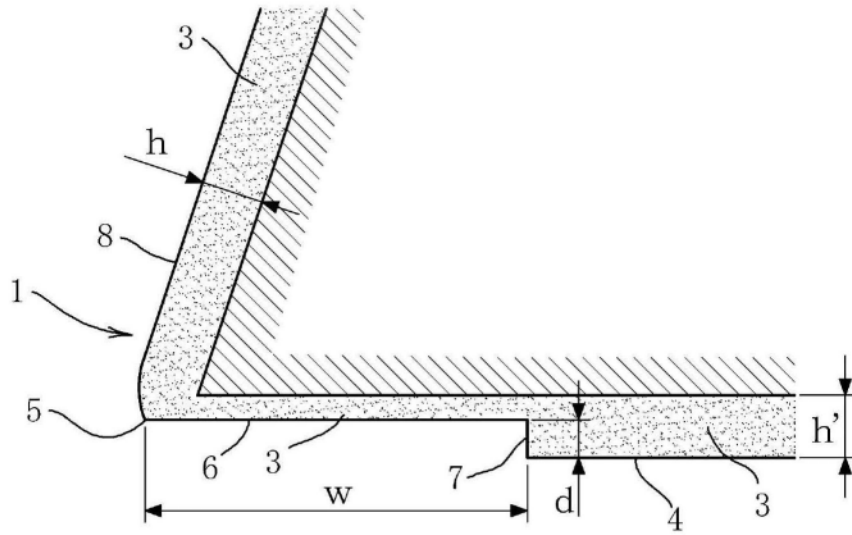


图14