



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104379284 B

(45)授权公告日 2017.03.15

(21)申请号 201280073558.1

(22)申请日 2012.05.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104379284 A

(43)申请公布日 2015.02.25

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.11.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/063952 2012.05.30

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/179417 JA 2013.12.05

(73)专利权人 OSG株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 伊藤一丰 高井一辉

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 黄永杰

(51)Int.Cl.
B23B 51/02(2006.01)
B23B 51/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 102170989 A,2011.08.31,
JP S63278708 A,1988.11.16,
CN 1396030 A,2003.02.12,
CN 1575216 A,2005.02.02,
CN 2719460 Y,2005.08.24,
CN 1216944 A,1999.05.19,

审查员 鄂玉玉

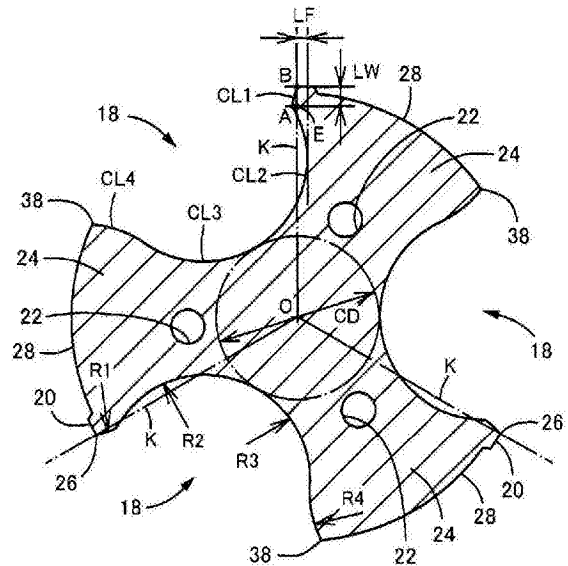
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

三刃钻头

(57)摘要

由于切割刃(12)分别具有外周侧的凸曲线状切割刃部(12a)和内周侧的凹曲线状切割刃部(12b),在轴直角截面上,与凸曲线状切割刃部(12a)对应的第1凸曲线(CL1)和与凹曲线状切割刃部(12b)对应的第1凹曲线(CL2)在交点(A)相互交叉,所以,能够设置成使第1凸曲线(CL1)的范围小,使第1凹曲线(CL2)向外周侧扩大,且能够使该第1凹曲线(CL2)的凹陷量(LF)大。据此,生成的切屑由于在切屑排出槽(18)的第1凹曲线(CL2)部分被恰当地卷曲且容易折断,成为没有针状突起的比较短的卷曲形状,所以,被顺畅地排出,切屑的排出性能提高,即使在切屑排出槽(18)的槽宽、截面积比较小的三刃钻头(10)中,切屑堵塞也得以抑制,工具寿命进一步提高。



1. 一种三刃钻头(10),所述三刃钻头(10)具备:
三条切屑排出槽(18),其在轴方向上被设置成在前端部开口;和
三片切割刃(12),其被形成在该切屑排出槽中的朝向开孔加工时的钻头旋转方向的内壁面和形成于前述前端部的前端后隙面的交叉部分,
前述切割刃具有形成在内周侧的凹曲线状的凹曲线状切割刃部(12b)和形成在外周侧的凸曲线状的凸曲线状切割刃部(12a),
其特征在于,
在相对于轴心O正交的轴直角截面上,与前述凸曲线状切割刃部对应的第1凸曲线(CL1)和与前述凹曲线状切割刃部对应的第1凹曲线(CL2)在交点A相互交叉,
在前述轴直角截面上,相对于将钻头外周部和前述第1凸曲线相交叉的外周点B和前述轴心O连结的基准线K,前述第1凹曲线的凹陷量LF,相对于钻头刃径D处在 $0.01D\sim 0.05D$ 的范围内,
在前述轴直角截面上,作为在前述交点A穿过且相对于前述基准线K正交的直线与该基准线K的交点E和前述外周点B之间的距离的前刃倒角宽度LW,相对于钻头刃径D处在 $0.005D\sim 0.06D$ 的范围内。
2. 如权利要求1所述的三刃钻头,其特征在于,
在前述轴直角截面上,前述外周点B上的作为前述基准线K和前述第1凸曲线的角度的前刃角 θ 为负。
3. 如权利要求1或2所述的三刃钻头,其特征在于,
具有相对于钻头刃径D处在 $0.15D\sim 0.50D$ 的范围内的芯厚CD。
4. 如权利要求1或2所述的三刃钻头,其特征在于,
在前述轴直角截面上,前述切屑排出槽中的与开孔加工时的钻头旋转方向相反朝向的内壁面由形成在内周侧的第2凹曲线(CL3)和与该第2凹曲线连续地形成在外周侧的第2凸曲线(CL4)构成,该第2凸曲线达到跟部(38)。
5. 如权利要求4所述的三刃钻头,其特征在于,
在前述轴直角截面上,在使前述第1凸曲线的曲率半径为R1,使前述第1凹曲线的曲率半径为R2,使前述第2凹曲线的曲率半径为R3,使前述第2凸曲线的曲率半径为R4时,它们的曲率半径R1~R4相对于钻头刃径D分别为处在下述式(1)~(4)所示的范围内,
 $R1:0.02D\sim 0.4D\cdots(1)$
 $R2:0.10D\sim 0.45D\cdots(2)$
 $R3:0.10D\sim 0.45D\cdots(3)$
 $R4:0.3D\sim 1.2D\cdots(4)$ 。
6. 如权利要求5所述的三刃钻头,其特征在于,
前述第1凹曲线的曲率半径R2和前述第2凹曲线的曲率半径R3的关系满足下述式(5),
 $0.5\leq R3/R2\leq 1.1\cdots(5)$ 。

三刃钻头

技术领域

[0001] 本发明涉及三刃钻头,尤其涉及一面使切屑卷曲一面将其分断为短的形状,抑制切屑堵塞,进一步提高工具寿命的技术。

背景技术

[0002] 钻头作为开孔工具被广泛使用,所述钻头在轴方向的前端设置切割刃,且在轴方向设置切屑排出槽,通过围绕轴心旋转,由前端的切割刃进行切削加工,且通过切屑排出槽将切屑排出。而且,提出了在这样的钻头的一种中设置三条切屑排出槽且在前端设置三片切割刃的三刃钻头。专利文献1记载的钻头是其一例,在切割刃的外周端侧设置呈在钻头旋转方向为凸的凸曲线状的凸曲线状切割刃部,且在该凸曲线状切割刃部的内周侧设置呈向与钻头旋转方向相反方向凹陷的凹曲线状的凹曲线状切割刃部,这些凸曲线状切割刃部和凹曲线状切割刃部平滑地连接。在这样的钻头中,使切割刃和钻头主体的外周的边缘部的交叉角为钝角,强度得到提高,缺口、剥落的产生得到抑制,且由切割刃切削的切屑不会在切割刃的内外周被分断,而是通过凸曲线状切割刃部卷曲,以便向内周侧卷入,因此,切屑被平滑地排出,工具的耐用性提高。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:W02010/038279号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 但是,在这样的以往的三刃钻头中,虽然因切割刃而生成的切屑被卷曲,但是,由于由直型切割刃产生的切屑那样的具有针状突起且全长长的切屑的比例多,所以,存在切屑的排出性仍不充分,在重复切削的过程中,在钻头产生缺口、剥落,难以说钻头的耐用性必定充分这样的问题。尤其是在三刃钻头的情况下,由于切屑排出槽的槽宽、截面积比两刃钻头小,所以,容易产生切屑堵塞,上述课题变得明显。

[0008] 本发明是以上面的情况为背景做出的发明,其目的在于,在三刃钻头中,使切屑卷曲且分断为短的形状,抑制切屑堵塞,进一步提高工具寿命。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 为了实现相关目的,第1发明是一种三刃钻头,所述三刃钻头具备(a)三条切屑排出槽,其在轴方向上被设置成在前端部开口;和(b)三片切割刃,其被形成在该切屑排出槽中的朝向开孔加工时的钻头旋转方向的内壁面和形成于前述前端部的前端后隙面的交叉部分,(c)前述切割刃具有形成在内周侧的凹曲线状的凹曲线状切割刃部和形成在外周侧的凸曲线状的凸曲线状切割刃部,其特征在于,(d)在相对于轴心O正交的轴直角截面上,与前述凸曲线状切割刃部对应的第1凸曲线和与前述凹曲线状切割刃部对应的第1凹曲线在交点A相互交叉。

[0011] 第2发明是在第1发明的三刃钻头中,其特征在于,在前述轴直角截面上,相对于将钻头外周部和前述第1凸曲线相交叉的外周点B和前述轴心O连结的基准线K,前述第1凹曲线的凹陷量LF相对于钻头刃径D,在 $0.01D \sim 0.05D$ 的范围内。另外,凹陷量LF是第1凹曲线最离开基准线K的部分的分离距离。另外,“ \sim ”表示均包括其下限值以及上限值的数值范围。

[0012] 第3发明是在第2发明的三刃钻头中,其特征在于,在前述轴直角截面上,作为在前述交点A穿过且相对于前述基准线K正交的直线与该基准线K的交点E和前述外周点B之间的距离的前刃倒角宽度LW相对于钻头刃径D,在 $0.005D \sim 0.06D$ 的范围内。

[0013] 第4发明是在第2发明或者第3发明的三刃钻头中,其特征在于,在前述轴直角截面上,前述外周点B上的作为前述基准线K和前述第1凸曲线的角度的前刃角 θ 为负。

[0014] 第5发明是在第1发明 \sim 第4发明中的任一项的三刃钻头中,其特征在于,具有相对于钻头刃径D的 $0.15D \sim 0.50D$ 的范围内的芯厚CD。

[0015] 第6发明是在第1发明 \sim 第5发明中的任一项的三刃钻头中,其特征在于,在前述轴直角截面上,前述切屑排出槽中的与开孔加工时的钻头旋转方向相反朝向的内壁面由形成在内周侧的第2凹曲线和与该第2凹曲线连续地形成在外周侧的第2凸曲线构成,该第2凸曲线达到跟部。

[0016] 第7发明是在第6发明的三刃钻头中,其特征在于,在前述轴直角截面上,在使前述第1凸曲线的曲率半径为 R_1 ,使前述第1凹曲线的曲率半径为 R_2 ,使前述第2凹曲线的曲率半径为 R_3 ,使前述第2凸曲线的曲率半径为 R_4 时,它们的曲率半径 $R_1 \sim R_4$ 相对于钻头刃径D分别为在下述式(1) \sim (4)所示的范围内,

$$[0017] \quad R_1: 0.02D \sim 0.4D \cdots (1)$$

$$[0018] \quad R_2: 0.10D \sim 0.45D \cdots (2)$$

$$[0019] \quad R_3: 0.10D \sim 0.45D \cdots (3)$$

$$[0020] \quad R_4: 0.3D \sim 1.2D \cdots (4)$$

[0021] 第8发明是在第7发明的三刃钻头中,其特征在于,前述第1凹曲线的曲率半径 R_2 和前述第2凹曲线的曲率半径 R_3 的关系满足下述式(5),

$$[0022] \quad 0.5 \leq R_3/R_2 \leq 1.1 \cdots (5)$$

[0023] 发明效果

[0024] 在这样的三刃钻头中,由于前端的三片切割刃分别具有内周侧的凹曲线状切割刃部和外周侧的凸曲线状切割刃部,且在相对于钻头的轴心O正交的轴直角截面上,与上述凸曲线状切割刃部对应的第1凸曲线和与上述凹曲线状切割刃部对应的第1凹曲线在交点A相互交叉,所以,能够设置成使第1凸曲线,即,凸曲线状切割刃部的范围小,使第1凹曲线,即,凹曲线状切割刃部向外周侧扩大,且能够使该第1凹曲线的凹陷量大。据此,由于因切割刃而生成的切屑能够在切屑排出槽的第1凹曲线部分恰当地卷曲,且容易被折断,成为无针状突起的比较短的卷曲形状,所以,被顺畅地排出,切屑的排出性能提高,即使在切屑排出槽的槽宽、截面积比较小的三刃钻头中,也抑制切屑堵塞,进一步提高工具寿命。

[0025] 在第2发明中,由于第1凹曲线的相对于将第1凸曲线的外周点B和轴心O连结的基准线K的凹陷量LF在 $0.01D \sim 0.05D$ 的范围内,所以,切屑被恰当卷曲,且被折断,成为全长比较短的卷曲形状,更顺畅地被排出,切屑堵塞得到抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。若第1凹曲线的凹陷量LF不足 $0.01D$,则后隙面磨损幅度变大,有损耐用性能,

另一方面,若超过 $0.05D$,则切割刀的外周角部容易缺损。

[0026] 在第3发明中,由于轴直角截面上的前刃倒角宽度 LW 在 $0.005D\sim 0.06D$ 的范围内,所以,切屑在第1凹曲线部分被恰当地卷曲,且被折断,成为全长比较短的卷曲形状,更顺畅地被排出,切屑堵塞得到抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。若前刃倒角宽度 LW 不足 $0.005D$,则切割刀的外周角部分容易缺损,另一方面,若超过 $0.06D$,则由于后隙面磨损幅度变大等,有损耐用性能。

[0027] 在第4发明中,由于外周点B上的前刃角 θ 为负,所以,与该外周点B对应的切割刀的外周角部分的强度提高,缺损得到抑制,钻头的耐用性能提高。

[0028] 在第5发明中,由于芯厚 CD 在 $0.15D\sim 0.50D$ 的范围内,所以,切屑排出性能和钻头的抗折强度恰当地得以确保,钻头的耐用性能进一步提高。若芯厚 CD 不足 $0.15D$,则抗折强度下降,钻头容易折损,另一方面,若超过 $0.50D$,则有损切屑排出性能,容易产生因切屑堵塞造成的钻头的折损。

[0029] 在第6发明中,由于在轴直角截面上,与钻头旋转方向为相反朝向的内壁面由内周侧的第2凹曲线和外周侧的第2凸曲线构成,所以,切屑在切屑排出槽内被顺畅地排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。另外,由于第2凸曲线达到跟部,所以,与前导缘侧的前述第1凸曲线相匹配,切屑排出槽的C字状甚至U字状的截面的开口端缘,即,构成跟部以及前导缘的角部由这些第1凸曲线以及第2凸曲线分别加强,防止该角部的缺损,钻头的耐用性提高。

[0030] 在第7发明中,由于在使第1凸曲线的曲率半径为 $R1$,使第1凹曲线的曲率半径为 $R2$,使第2凹曲线的曲率半径为 $R3$,使第2凸曲线的曲率半径为 $R4$ 时,曲率半径 $R1$ 在 $0.02D\sim 0.4D$ 的范围内,曲率半径 $R2$ 在 $0.10D\sim 0.45D$ 的范围内,曲率半径 $R3$ 在 $0.10D\sim 0.45D$ 的范围内,曲率半径 $R4$ 在 $0.3D\sim 1.2D$ 的范围内,所以,切屑被恰当地卷曲,且被折断,成为全长比较短的卷曲形状,并且,在切屑排出槽内被顺畅地排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。

[0031] 在第8发明中,由于上述曲率半径 $R3$ 的相对于 $R2$ 的比 $R3/R2$ 在 $0.5\sim 1.1$ 的范围内,所以,能够在钻头的刚性得以确保的范围内,使切屑排出槽的截面积大,使切屑排出性能高。若 $R3/R2$ 不足 0.5 ,则切屑排出槽的截面积太小,容易产生切屑堵塞,另一方面,若超过 1.1 ,则钻头的刚性下降,容易折损。

附图说明

[0032] 图1是从与轴心 O 成直角方向看作为本发明的一实施例的三刃钻头的概略正视图。

[0033] 图2是图1的三刃钻头的前端部分的放大图。

[0034] 图3是从前端侧看,将图1的三刃钻头放大来表示的前端视图。

[0035] 图4是表示相对于图1的三刃钻头的轴心 O 正交的轴直角截面的图,是图1中的IV-IV视截面的放大图。

[0036] 图5是详细地说明在图4的轴直角截面上,前导缘侧的第1凸曲线和第1凹曲线的连接形状的放大图。

[0037] 图6是例示了将图1的实施例的三刃钻头用于开孔加工的被切削材的材质的图。

[0038] 图7是对切削试验1中使用的本发明产品以及比较产品的槽截面形状的各部分的

曲率半径进行比较来表示的图。

[0039] 图8是表示在切削试验1中使用的比较产品(直刃型钻头)的前端面形状的图。

[0040] 图9是表示切削试验1使用的比较产品的截面形状的轴直角截面图。

[0041] 图10是说明切削试验1的试验结果的图。

[0042] 图11是表示在切削试验1中,本发明产品的因开孔加工而产生的切屑形状的照片。

[0043] 图12是表示在切削试验1中,比较产品的因开孔加工而产生的切屑形状的照片。

[0044] 图13是对在切削试验2使用的本发明产品以及比较产品的槽截面形状的各部分的尺寸进行比较来表示的图。

[0045] 图14是说明在切削试验2中使用的本发明产品的槽截面形状的轴直角截面图。

[0046] 图15是说明在切削试验2中使用的比较产品的槽截面形状的轴直角截面图。

[0047] 图16是说明切削试验2的试验结果的图。

[0048] 图17是表示在切削试验2中,本发明产品的因开孔加工而产生的切屑形状的照片。

[0049] 图18是表示在切削试验2中,比较产品的因开孔加工而产生的切屑形状的照片。

[0050] 图19是对在切削试验3使用的12种试验品No.1~No.12的槽截面形状的各部分的尺寸进行比较来表示的图。

[0051] 图20是说明切削试验3的试验结果的图。

[0052] 图21是具体地说明切削试验3的试验结果中的角部的缺损的图。

[0053] 图22是具体地说明切削试验3的试验结果中的磨损的图。

[0054] 图23是具体地说明切削试验3的试验结果中的钻头折损的图。

具体实施方式

[0055] 就三条切屑排出槽而言,优选绕轴心O以等角度间隔(120°间隔)设置,且绕轴心O以规定的扭转角扭转的扭转槽。该切屑排出槽的扭转角希望在例如10°~50°左右的范围内。切割刃虽然具有外周侧的凸曲线状切割刃部和内周侧的凹曲线状切割刃部,但是,在与该凹曲线状切割刃部相比的更内周侧,即,在芯厚部分,通过R型修磨等修磨,设置轴心侧切割刃部。

[0056] 本发明的三刃钻头例如由超硬合金、高速工具钢等硬质工具材料构成,希望在设有切屑排出槽的槽部,包括该槽的内壁面以及钻头外周面在内,涂敷TiN、TiCN、TiAlN、DLC(Diamond-Like Carbon;类金刚石碳)等的硬质覆膜。另外,希望使在前端的后隙面开口的油孔(注油孔)与切屑排出槽大致平行地纵向穿过钻头,将其设置成螺旋状,能够根据需要向切削部位供给。

[0057] 虽然第1凸曲线以及第1凹曲线在交点A相互交叉,但是,这表示两者的切线并非在交点A像由外切圆相切那样地一致,而是两者的切线以规定角度交叉。因此,在交点A,虽然在两者的分界部分形成突条,但是,能够根据需要对该突条设置圆形。

[0058] 在第4发明中,虽然外周点B中的前刃角 θ 为负,但是,若在负侧太大,则切削阻力、推力阻力变大,且锋利度变差,所以,优选的是例如 $0^\circ > \theta \geq -30^\circ$ 左右的范围内。在实施其它的发明时,前刃角 θ 也可以为 0° 或者是正。另外,外周点B是切屑排出槽和边缘交叉的前导缘。

[0059] 在第7发明中,第1凸曲线、第1凹曲线、第2凹曲线以及第2凸曲线均以规定的曲率

半径 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 形成,例如,各凹曲线以及凸曲线分别做成半径为一定的圆弧,但是,也可以是曲率在这些曲率半径 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 的范围内连续地变化。例如,也可以是在切屑排出槽的横截面(与槽的长边方向呈直角的截面)中,各凹曲线以及凸曲线分别为半径为一定的圆弧,在轴直角截面上,圆弧与扭转角相应地变形的情况。希望上述第1凹曲线、第2凹曲线、第2凸曲线相互平滑连接(切线连接)。

[0060] 实施例

[0061] 下面,一面参见附图,一面详细说明本发明的实施例。

[0062] 图1是表示作为本发明的一实施例的三刃钻头10(下面,简单称为钻头10)的概略图,是从相对于轴心0呈直角的方向看的正视图。图2是将该钻头10的设置了切割刃12的前端部放大来表示的放大图。图3是从前端侧看,将钻头10放大来表示的前端视图。图4是表示相对于轴心0正交的轴直角截面的图,是图1中的IV-IV视截面的放大图。

[0063] 钻头10是三片刃的螺旋钻头,在轴方向同心地一体具备柄部14以及槽部16。在槽部16形成以规定的扭转角(例如 30° 左右)绕轴心0右旋地扭转的三条切屑排出槽18,且沿该切屑排出槽18设置边缘20。切屑排出槽18在钻头10的锥状前端部呈C字状地开口,在切屑排出槽18的开口缘中的朝向钻头10的旋转方向(图3的左旋方向)的一侧,分别设置切割刃12。钻头10是超硬合金制,在设有切割刃12等的前端部以及设有切屑排出槽18的槽部16的表面,包括切屑排出槽18的槽内壁面在内,涂覆TiAlN合金的硬质覆膜。

[0064] 边缘20沿前导缘26被设置,上述前导缘26作为由切屑排出槽18分断了的刃带24的钻头旋转方向的前侧的端缘。钻头10的外周面由边缘20的外周面和接着边缘20以一定的径尺寸被设置的铲齿面28构成。边缘20的外径虽然在钻头10的前端部是与钻头刃径(切割刃12的外径) D 大致相同的尺寸,但是,通过规定的倒锥,随着从钻头10的前端部去向柄部14侧而逐渐成为小径。

[0065] 切割刃12具备被形成在上述切屑排出槽18的前端开口部的外周侧部分的凸曲线状切割刃部12a和被形成在内周侧部分的凹曲线状切割刃部12b。在钻头10的锥状前端面中,在三片切割刃12的旋转方向的后方设有第1后隙面32以及第2后隙面34。与切屑排出槽18大致平行地纵向穿过钻头10且被设置成螺旋状的油孔22在该第2后隙面34开口,能够根据需要,将切削油剂、空气等向切削部位供给。另外,对切割刃12的轴心侧部分,即,芯厚部分实施R型修磨,在图3的仰视时,平滑地弯曲的R形状的轴心侧切割刃部12c被设置成与凹曲线状切割刃部12b平滑地连接。

[0066] 切屑排出槽18使用多种槽加工用磨具被磨削加工,槽截面形状为非对称。在图4所示的与轴心0呈直角的轴直角截面上,切屑排出槽18的内壁面呈C字状,朝向钻头旋转方向的一侧(前导缘26侧)的内壁面被形成为,与凸曲线状切割刃部12a对应地具有一定的曲率半径 R_1 的第1凸曲线 CL_1 和与凹曲线状切割刃部12b对应地具有一定的曲率半径 R_2 的第1凹曲线 CL_2 相互交叉。图5是详细地说明该第1凸曲线 CL_1 和第1凹曲线 CL_2 的连接形状的放大图,曲率半径 R_1 、 R_2 的两者的圆弧在交点A以规定的交叉角交叉。另外,如图4所示,切屑排出槽18的内壁面中的与钻头旋转方向朝向相反(跟部38侧)的内壁面由具有一定的曲率半径 R_3 且与第1凹曲线 CL_2 平滑地连接的第2凹曲线 CL_3 和具有一定的曲率半径 R_4 且与第2凹曲线 CL_3 平滑地连接的第2凸曲线 CL_4 构成。在本实施例中,因为与凸曲线状切割刃部12a对应的第1凸曲线 CL_1 是朝向旋转方向突出的具有曲率半径 R_1 的凸面,所以,与单纯设置平坦的倒

角的情况相比,针对切割刃12的外周角部分(与前导缘26的连接部分)的缺损的强度进一步提高。

[0067] 如图5所示,由于第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2相互交叉,所以,在由其交点A所示的两者的分界部分如图2中单点划线所示,形成微小的突条的棱线30。因切割刃12而生成的切屑沿由第1凹曲线CL2构成的圆弧状的内壁面卷曲,因此,为了得到全长短的卷曲形状的切屑,希望上述交点A尽可能位于外周侧。在本实施例的钻头10中,如上所述,因为与外周侧的凸曲线状切割刃部12a对应的第1凸曲线CL1和与内周侧的凹曲线状切割刃部12b对应的第1凹曲线CL2相互交叉,所以,与第1凸曲线CL1以及第1凹曲线CL2的切线被平滑地连接成在交点A一致,换言之是它们的圆弧被做成外切圆,在交点A相切的情况(参见图15)相比,能够将作为第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2的连接点的交点A优选地设定在外周侧。

[0068] 另外,在图4的轴直角截面上,本实施例的钻头10将第1凹曲线CL2的相对于基准线K的凹陷量LF设定在 $0.01D \sim 0.05D$ (这里,D是钻头刃径)的范围内,上述基准线K连结钻头10的外周面和第1凸曲线CL1交叉的外周点B和作为钻头中心点的轴心O。因由凹曲线状切割刃部12b以及该第1凹曲线CL2构成的内壁面而生成的切屑被做成全长比较短的优选的卷曲形状,穿过切屑排出槽18被良好地排出,切屑堵塞得以抑制,因此,钻头10的耐用性能提高,且切削中的推力负荷减轻,上述凹曲线状切割刃部12b与使凹陷量LF处在该范围内的第1凹曲线CL2对应。

[0069] 另外,在图4的轴直角截面上,本实施例的钻头10将在第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2的交点A穿过的与基准线K正交的直线与基准线K的交点E和外周点B之间的作为径方向距离的前刃倒角宽度LW设定在 $0.005D \sim 0.06D$ (这里,D是钻头刃径)的范围内。据此,第1凸曲线CL1的径方向尺寸优选地变小,切屑形状成为全长比较短的卷曲形状,针状突起变小。

[0070] 另外,在图4的轴直角截面上,本实施例的钻头10将前刃角 θ (参见图5)设定为负,提高与外周点B附近对应的切割刃12的外周角部分的强度,上述前刃角 θ 作为外周点B中的基准线K和第1凸曲线CL1的角度。在本实施例中,在 $0^\circ > \theta \geq -30^\circ$ 的范围内,例如是 -20° 左右。另外,本实施例的钻头10被设定为 $0.15D \sim 0.50D$ (这里,D是钻头刃径)的芯厚CD,确保抗折强度,且使切屑排出槽18的截面积尽量大。另外,虽然芯厚CD也可以是钻头前端部的芯厚度(槽底径),芯厚度在轴方向上为一定,但是,也可以设置随着去向柄部14侧而成为大径或小径的锥。

[0071] 另外,在图4的轴直角截面上,本实施例的钻头10中,由形成在内周侧的第2凹曲线CL3和与外周侧连续地形成为与该第2凹曲线CL3平滑地连接的第2凸曲线CL4构成切屑排出槽18的与旋转方向相反朝向的内壁面,该第2凸曲线CL4被设置成达到刃带24的跟部38。由该第2凸曲线CL4对刃带24的跟部38部分进行加强。

[0072] 另外,在图4的轴直角截面上,本实施例的钻头10在 $R1:0.02D \sim 0.4D$ 、 $R2:0.10D \sim 0.45D$ 、 $R3:0.10D \sim 0.45D$ 、 $R4:0.3D \sim 1.2D$ 的范围内确定第1凸曲线CL1的曲率半径R1、第1凹曲线CL2的曲率半径R2、第2凹曲线CL3的曲率半径R3、第2凸曲线CL4的曲率半径R4,分别做成半径为一定的圆弧。另外,使第1凹曲线CL2的曲率半径R2和第2凹曲线CL3的曲率半径R3的关系在 $0.5 \leq R3/R2 \leq 1.1$ 的范围内。

[0073] 图6是例示可使用本实施例的钻头10进行开孔加工的被切削材的材质的图,“◎”标记是最适合由钻头10进行开孔加工的材料。另外,“○”标记是适合由钻头10进行开孔加

工的材料。适用条件是切削速度:30~200 (m/min)、每旋转1圈的进给量:0.01D~0.2D (mm/rev)。

[0074] 《切削试验1》

[0075] 接着,说明本发明者等进行的切削试验1。该切削试验1如图7所示,使用与作为本发明产品的上述钻头10对应的曲刃型钻头和将切割刃做成直线的直刃型钻头(比较产品),以下面所示的切削试验条件进行开孔加工。直刃型钻头如图8所示,在前端视图中切屑排出槽的开口部分中的切割刃50呈大致直线状。

[0076] <曲刃型钻头>

[0077] 工具材质:超硬合金;全长:106mm;槽长:50mm;钻头刃径:10mm;前端角:140°;切屑排出槽的形状: $R1=0.13D$ 、 $R2=0.28D$ 、 $R3=0.23D$ 、 $R4=0.62D$;凹陷量LF:0.023D;前刃倒角宽度LW:0.03D

[0078] <直刃型钻头>

[0079] 工具材质:超硬合金;全长:106mm;槽长:50mm;钻头刃径:10mm;前端角:140°;切屑排出槽的形状: $R2=1.45D$ 、 $R3=0.39D$ 、 $R4=0.46D$;钻头形状:图8的前端视图以及图9剖视图所示的钻头形状。

[0080] <加工条件>

[0081] 被切削材:S25C(基于JIS的规定的机械构造用碳素钢);加工深度:30mm(盲孔);切削速度:63m/min;进给量:0.4mm/rev;阶梯(step):无;切削油:水溶性冷却剂(外部供油);冷却剂压:3MPa

[0082] 图10是表示上述切削试验1的试验结果,即,使用各钻头能够进行开孔加工的加工孔数的图。根据该结果,在使用了作为比较产品的直刃型钻头的开孔加工中,钻头在约1500孔折损,与此相对,在使用作为本发明产品的曲刃型钻头的开孔加工中,可进行3000孔以上的开孔加工,工具寿命是2倍以上。另外,图11是表示由曲刃型钻头产生的切屑形状的图(照片),图12是表示由直刃型钻头产生的切屑形状的图(照片)。根据这些图,认为由直刃型钻头产生的切屑形状卷曲少且形成针状突起,与此相对,在由曲刃型钻头形成的切屑形状卷曲行进且没有形成针状突起,且较小地被折断,全长短,可得到相对高的切屑排出性能。

[0083] 《切削试验2》

[0084] 切削试验2如图13所示,与前述实施例的钻头10同样,使用第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2相互交叉的本发明产品和第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2相互被平滑地连接的比较产品,以下面所示的切削试验条件进行开孔加工。

[0085] <本发明产品>

[0086] 工具材质:超硬合金;全长:140mm;槽长:90mm;钻头刃径:8mm;前端角:140°;切屑排出槽的形状: $R1=1.00\text{mm}(0.125D)$ 、 $R2=2.00\text{mm}(0.25D)$;凹陷量LF:0.02D;前刃倒角宽度LW:0.04D;钻头形状:如图14的剖视图所示,第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2相互交叉。

[0087] <比较产品>

[0088] 工具材质:超硬合金;全长:140mm;槽长:90mm;钻头刃径:8mm;前端角:140°;切屑排出槽的形状: $R1=1.00\text{mm}(0.125D)$ 、 $R2=2.00\text{mm}(0.25D)$;凹陷量LF:0.003D;前刃倒角宽度LW:0.10D;钻头形状:如图15的剖视图所示,第1凸曲线CL1和第1凹曲线CL2平滑地相接。

[0089] <加工条件>

[0090] 被切削材:SCM440(具有JIS的规定的铬钼钢)、加工深度:64mm(贯通孔);切削速度:80m/min;进给量:0.28mm/rev;阶梯:无;切削油:水溶性冷却剂(钻头内部供油);冷却剂压:3MPa

[0091] 图16是表示上述切削试验2的试验结果,即,使用各钻头能够进行开孔加工的加工孔数的图。根据该结果,在使用比较产品的开孔加工中,为约700孔,因切割刃缺口而不可加工,与此相对,在使用本发明产品的开孔加工中,可进行1500孔以上的开孔加工,工具寿命在2倍以上。另外,图17是表示由本发明产品而产生的切屑形状的图(照片),图18是表示由比较产品而产生的切屑形状的图(照片)。对这些切屑形状进行比较,认为虽然卷曲都是同样地形成,但是,由本发明产品而产生的切屑形状没有形成针状突起,较小地被折断,全长短,与此相对,由比较产品而产生的切屑形状形成有针状突起,全长相对长,排出性能相对变低,推定为容易产生切屑堵塞,这成为有损耐用性的原因。

[0092] 《切削试验3》

[0093] 切削试验3如图19所示,准备切屑排出槽的槽截面形状不同的12种试验品No.1~No.12,使用这些试验品No.1~No.12,以下面所示的切削试验条件进行开孔加工。试验品No.1~No.3是均满足第2、3、5、7以及8发明中规定的范围的优选品,试验品No.4~No.12的数值用四边包围的项目是脱离第2、3、5、7或者8发明中规定的范围的情况。另外,图19的凹陷量LF栏中的负“-”表示第1凹曲线CL2的最大凹陷点比基准线K突出。

[0094] <试验品>

[0095] 工具材质:超硬合金;全长:190mm;槽长:130mm;钻头刃径:10mm;前端角:140°

[0096] <加工条件>

[0097] 被切削材:SS400(基于JIS的规定的一般构造用轧制钢);加工深度:100mm(贯通孔);切削速度:100m/min;进给量:0.45mm/rev;阶梯:无;切削油:水溶性冷却剂(钻头内部供油);冷却剂压:3MPa

[0098] 图20是表示针对上述试验品No.1~No.12调查了切屑形状、推力负荷、耐用性的结果的图。图20中,“○”标记表示优异的结果,“△”标记表示与“○”标记相比稍稍不好的结果,“×”标记表示不好的结果。另外,图20的耐用性能栏的“角部缺损”表示图21所示的切割刃12的外周角部分的缺口是寿命原因,“磨损大”表示图22所示的切割刃12的后隙面磨损超过允许界限的情况是寿命原因,“折损”表示图23所示的钻头的折断是寿命原因。这些图21~图23是“JIS B 0171”记载的图,是两刃钻头的例示。

[0099] 从图20的试验结果可知,根据试验品No.1~No.3,能够得到在切屑形状、推力负荷以及耐用性能方面优异的结果。即,例如如图11、图17所示,能够得到没有形成针状突起、全长短的卷曲形状的排出性好的切屑,且用于以0.45mm/rev的进给量将钻头向轴心O方向进给的推力负荷比较小,且可进行规定孔数以上的开孔加工。与此相对,在试验品No.4~No.12中,是切屑形状以及推力负荷的至少一方为“△”标记的稍稍不好,或“×”标记的不好这样的结果,是钻头折损、角部缺损、磨损大这样的任意一种的耐用性能评价。

[0100] 从耐用性能评价为“△”或者“×”的试验品No.4~No.12的结构,能够进行下面那样的分析。首先,认为试验品No.4以及试验品No.11的因切屑堵塞造成的折损是以源于切屑排出槽18的截面积过小的排出性的下降为起因的折损。即,试验品No.4因为使半径比R3/R2为0.42这样太小的值,曲率半径R3与曲率半径R2相比,相对小,所以,切屑排出槽18的截面

积过小,另外,试验品No.11因为其芯厚CD是0.52D这样太大的值,且曲率半径R2的第1凹曲线CL2的凹陷量LF是-0.01D这样的负的值,所以,推定为切屑排出槽18的截面积过小。

[0101] 认为试验品No.5以及试验品No.10的因工具刚性不足造成的折损是以钻头截面积不足为起因的折损。即,试验品No.5因为使其半径比 $R3/R2$ 为1.15这样太大的值,曲率半径R3与曲率半径R2相比,相对大,所以,钻头截面积过小,试验品No.10因为其芯厚CD是0.13D这样太小的值,所以,推定为钻头截面积过小。

[0102] 就试验品No.6~No.8、No.12的角部缺损而言,认为以切割刃12的外周角部分的强度或刚性不足为起因。即,认为试验品No.6因为使其前刃倒角宽度LW为0.003D这样太小的值,且使第1凸曲线CL1的曲率半径R1为0.018D这样太小的值,所以,不能充分地得到角部分的强度。认为试验品No.7由于使其半径比 $R3/R2$ 为1.62这样太大的值,换言之,使曲率半径R2为相对小的值,且使其曲率半径R2的第1凹曲线CL2的凹陷量LF为0.06D这样太大的值,所以,与这部分相应地导致不能充分地得到角部分的强度。认为试验品No.8因为使第1凸曲线CL1的曲率半径R1为0.42D这样太大的值,所以,与第1凸曲线CL1对应的凸曲线状切割刃部12a的向旋转方向侧鼓出的量少,近似直线,因此,不能充分得到凸曲线状切割刃部12a的强度,即,角部分的强度。认为试验品No.12由于是曲率半径R2为0.09D这样太小的值,且使其曲率半径R2的第1凹曲线CL2的凹陷量LF为0.06D这样太大的值,所以,容易产生角部分的缺损。

[0103] 就试验品No.9的磨损大而言,认为以切削效率低,用于维持规定的进给量(0.45mm/rev)的推力负荷大为起因。即,认为试验品No.9使曲率半径R2的第1凹曲线CL2的凹陷量LF为-0.01D这样负的值,使半径比 $R3/R2$ 为0.4这样太小的值,使曲率半径R2与曲率半径R3相比为相对2倍左右大的值,使曲率半径R2为0.52D这样大的值,且使前刃倒角宽度LW为0.09D这样太大的值,与基准线K相比处于靠旋转方向侧,且曲率半径R2大的切割刃12锋利度差,切削量相对少,与这部分相应地导致推力负荷变大。

[0104] 若分别考虑在上述试验品No.4~No.12中被推定为成为不能得到足够的耐用性能的原因的过大的值或过小的值,则希望第1凹曲线CL2的凹陷量LF在0.01D~0.05D的范围内,前刃倒角宽度LW在0.005D~0.06D的范围内,芯厚CD在0.15D~0.50D的范围内,第1凸曲线CL1的曲率半径R1在0.02D~0.4D的范围内,第1凹曲线CL2的曲率半径R2在0.10D~0.45D的范围内,第1凹曲线CL2和第2凹曲线CL3的曲率半径比 $R3/R2$ 在0.5~1.1的范围内。

[0105] 如上所述,根据本实施例的钻头10,由于前端的三片切割刃12分别具有外周侧的凸曲线状切割刃部12a和内周侧的凹曲线状切割刃部12b而构成,且在相对于轴心O正交的轴直角截面上,与上述凸曲线状切割刃部12a对应的第1凸曲线CL1和与凹曲线状切割刃部12b对应的第1凹曲线CL2在交点A相互交叉,所以,能够设置成使第1凸曲线CL1,即,凸曲线状切割刃部12a的范围小,使第1凹曲线CL2,即,凹曲线状切割刃部12b向外周侧扩大,且能够使该第1凹曲线CL2的凹陷量LF大。据此,因切割刃12而生成的切屑由于在切屑排出槽18的第1凹曲线CL2部分被恰当地卷曲,且容易折断,成为没有针状突起的比较短的卷曲形状,所以,被顺畅地排出,切屑的排出性能提高,即使在切屑排出槽18的槽宽、截面积比较小的三刃钻头10中,切屑堵塞也得以抑制,工具寿命进一步提高。

[0106] 另外,根据本实施例的钻头10,由于在与其轴心O正交的轴直角截面上,相对于将钻头外周部和第1凸曲线CL1交叉的外周点B和作为钻头中心点的轴心O连结的基准线K,第1

凹曲线CL2的凹陷量LF在 $0.01D \sim 0.05D$ 的范围内,所以,切屑被恰当地卷曲,且被折断,成为全长比较短的卷曲形状,进一步被顺畅地排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且可开孔加工中的推力负荷减轻。若第1凹曲线CL2的凹陷量LF不足 $0.01D$,则钻头10的后隙面磨损幅度变大,有损耐用性能,另一方面,若凹陷量LF超过 $0.05D$,则容易产生切割刃12的外周角部分的缺损。

[0107] 另外,根据本实施例的钻头10,由于轴直角截面上的前刃倒角宽度LW在 $0.005D \sim 0.06D$ 的范围内且小,所以,切屑在第1凹曲线CL2部分恰当地被卷曲且被折断,成为全长比较短的卷曲形状,更顺畅地被排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。若前刃倒角宽度LW不足 $0.005D$,则切割刃12的外周角部分容易缺损,另一方面,若超过 $0.06D$,则后隙面磨损幅度变大等,有损耐用性能。

[0108] 另外,根据本实施例的钻头10,由于外周点B上的前刃角 θ 为负,所以,与该外周点B对应的切割刃12的外周角部分的强度提高,缺损得以抑制,钻头10的耐用性能提高。

[0109] 另外,根据本实施例的钻头10,由于芯厚CD在 $0.15D \sim 0.50D$ 的范围内,所以,切屑排出性能和钻头10的抗折强度恰当地得以确保,钻头10的耐用性能进一步提高。若芯厚CD不足 $0.15D$,则抗折强度下降,钻头10容易折损,另一方面,若超过 $0.50D$,则有损切屑排出性能,容易产生因切屑堵塞造成的钻头10的折损。

[0110] 另外,根据本实施例的钻头10,由于在轴直角截面上与钻头旋转方向相反朝向的内壁面由内周侧的第2凹曲线CL3和外周侧的第2凸曲线CL4构成,所以,切屑在切屑排出槽18内被顺畅地排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。另外,由于第2凸曲线CL4达到跟部38,所以,与前导缘26侧的前述第1凸曲线CL1相匹配,切屑排出槽18的C字状甚至U字状的截面的开口端缘,即,构成前导缘26以及跟部38的角部分别由这些第1凸曲线CL1以及第2凸曲线CL4加强,防止该角部的缺损,钻头10的耐用性提高。

[0111] 另外,根据本实施例的钻头10,由于在使第1凸曲线CL1的曲率半径为 R_1 ,使第1凹曲线CL2的曲率半径为 R_2 ,使第2凹曲线CL3的曲率半径为 R_3 ,使第2凸曲线CL4的曲率半径为 R_4 时,曲率半径 R_1 在 $0.02D \sim 0.4D$ 的范围内,曲率半径 R_2 在 $0.10D \sim 0.45D$ 的范围内,曲率半径 R_3 在 $0.10D \sim 0.45D$ 的范围内,曲率半径 R_4 在 $0.3D \sim 1.2D$ 的范围内,所以,切屑被恰当地卷曲,并被折断,成为全长比较短的卷曲形状,且在切屑排出槽18内被顺畅地排出,切屑堵塞得以抑制,耐用性能提高,且开孔加工中的推力负荷减轻。若曲率半径 R_1 不足 $0.02D$ 或者超过 $0.4D$,则容易产生切割刃12的外周角部分的缺损。另外,若曲率半径 R_2 不足 $0.10D$,则容易产生切割刃12的外周角部分的缺损,若超过 $0.45D$,则推力负荷变大,磨损变大。

[0112] 另外,根据本实施例的钻头10,由于曲率半径 R_3 的相对于 R_2 的比 R_3/R_2 在 $0.5 \sim 1.1$ 的范围内,所以,能够在钻头10的刚性得以确保的范围内,使切屑排出槽18的截面积大,使切屑排出性能高。在半径比 R_3/R_2 不足 0.5 时,切屑排出槽18的截面积太小,容易产生切屑堵塞,另一方面,若超过 1.1 ,则钻头10的截面积太小,刚性下降,容易折损。

[0113] 上面,根据附图,详细地说明了本发明的实施例,本发明在其它的形态下也能够适用。

[0114] 例如,在前述的实施例的钻头10中,在交点A交叉的第1凸曲线CL1以及第1凹曲线CL2是分别具有一定的曲率半径 R_1 以及 R_2 的圆弧,但是,也可以不一定是半径为一定的圆弧。

[0115] 在前述的实施例的钻头10的槽部16以规定的扭转角(例如 30° 左右)形成绕轴心O右旋地扭转的切屑排出槽18,但是,也可以适用在切屑排出槽18绕轴心O左旋地扭转的螺旋钻头、切屑排出槽18与轴心O平行的直刃钻头、在1个刃带设置2个边缘的双边缘钻头等各种三刃钻头中。

[0116] 另外,在前述的实施例的钻头10中,在轴心O方向纵向穿过地设置了三条油孔22,但是,该油孔22只要与被切削材的材质等相应地根据需要设置即可。另外,也可以不一定设置边缘20。

[0117] 另外,前述的实施例的钻头10在与其轴心O正交的截面上,切屑排出槽18的内壁面中的朝向旋转方向的相反侧的内壁面由形成在内周侧的第2凹曲线CL3和与该第2凹曲线CL3连续地形成在外周侧的第2凸曲线CL4构成,该第2凸曲线CL4被设定成到达刃带24的跟部38,但是,由于该第2凸曲线CL4用于加强刃带24的跟部38,也可以不一定是曲线,还可以根据材质省略。因为上述第2凹曲线CL3并非是对切屑的卷曲的形成有多重要的部分,只要是在与切屑之间形成间隙的程度的曲线即可,所以,其曲率半径R3可在不影响切屑的卷曲、切屑的排出的范围内变更。

[0118] 上面,根据附图,详细地说明了本发明的实施例,但是,这终究是一实施方式,本发明能够以根据本领域技术人员知识增加了各种变更、改进的形态来实施。

[0119] 附图标记说明

[0120] 10:三刃钻头;12:切割刃;12a:凸曲线状切割刃部;12b:凹曲线状切割刃部;18:切屑排出槽;32:第1后隙面;38:跟部;CL1:第1凸曲线;CL2:第1凹曲线;CL3:第2凹曲线;CL4:第2凸曲线;O:轴心;A:交点;B:外周点;LF:第1凹曲线的凹陷量;LW:前刃倒角宽度;K:基准线; θ :前刃角;R1、R2、R3、R4、:曲率半径。

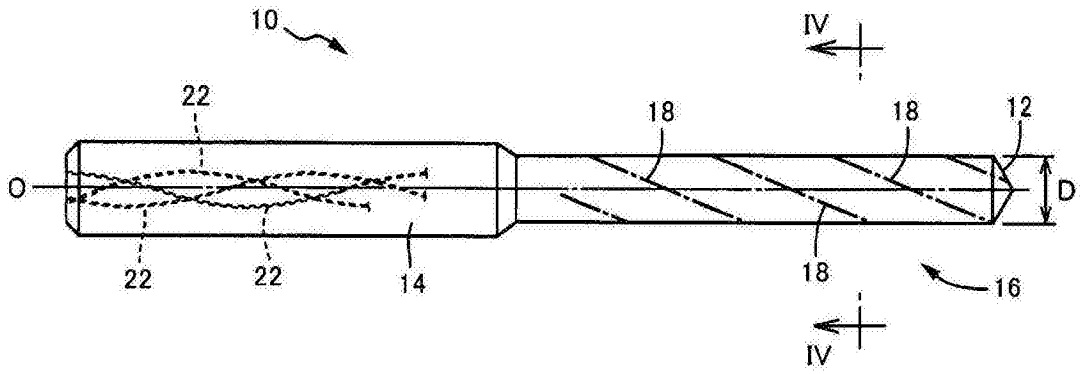


图1

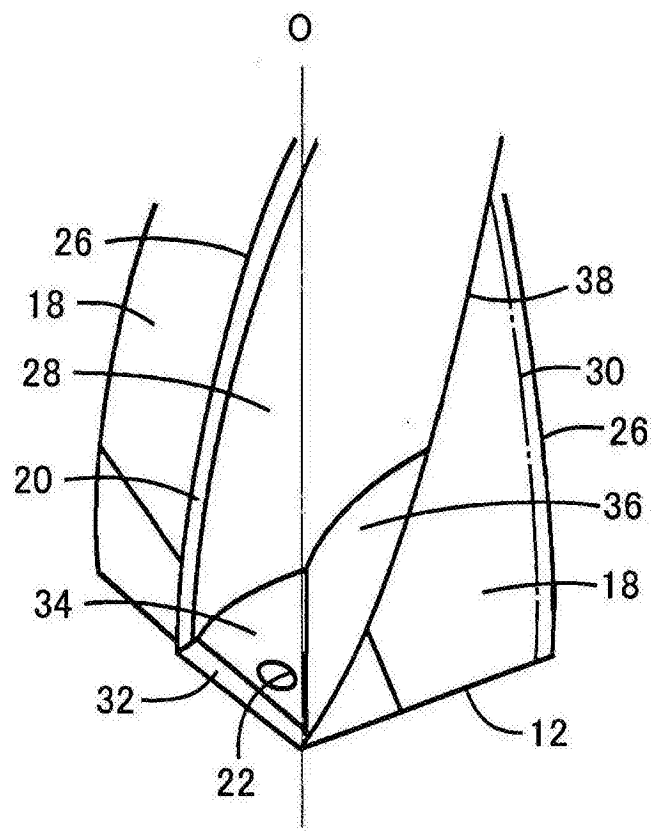


图2

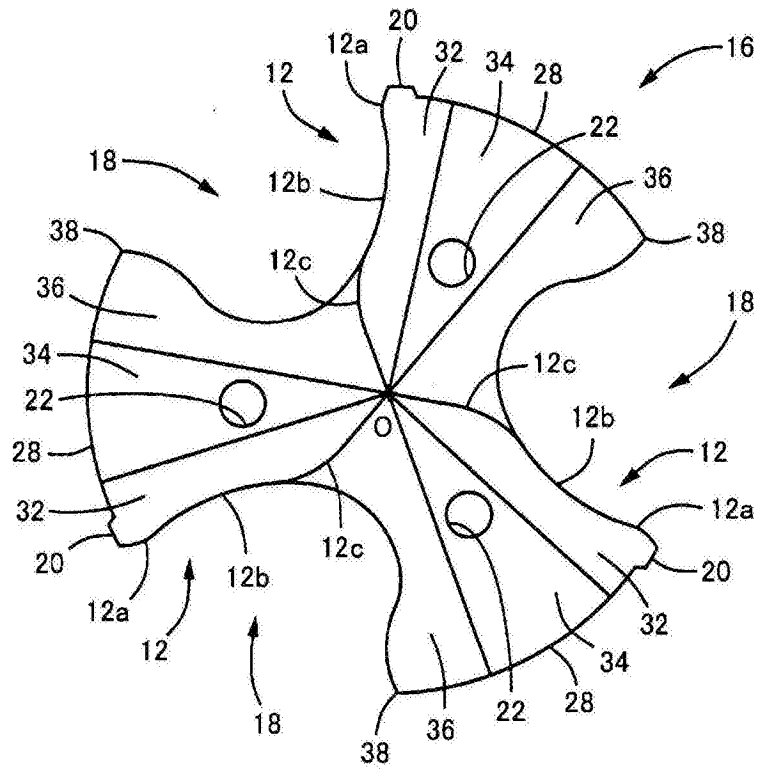


图3

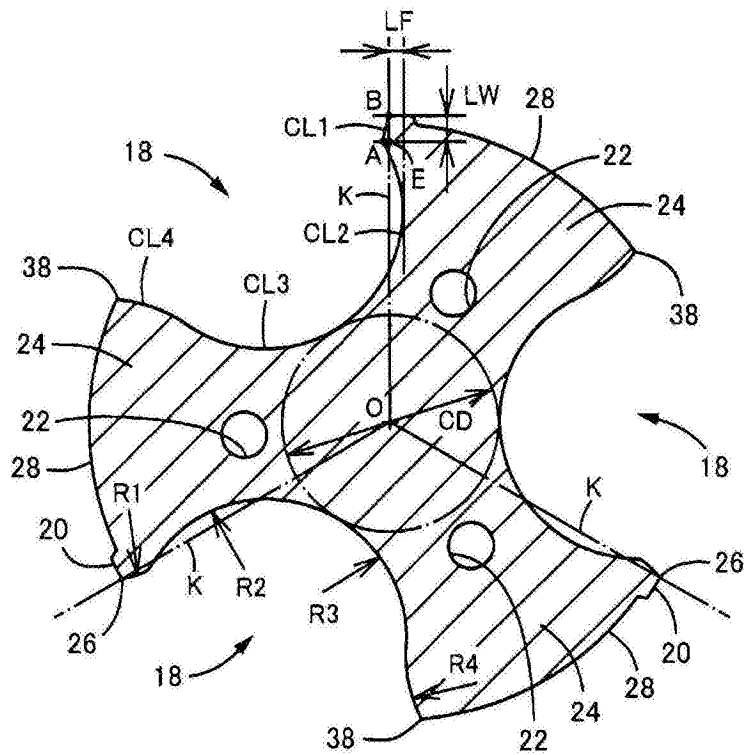


图4

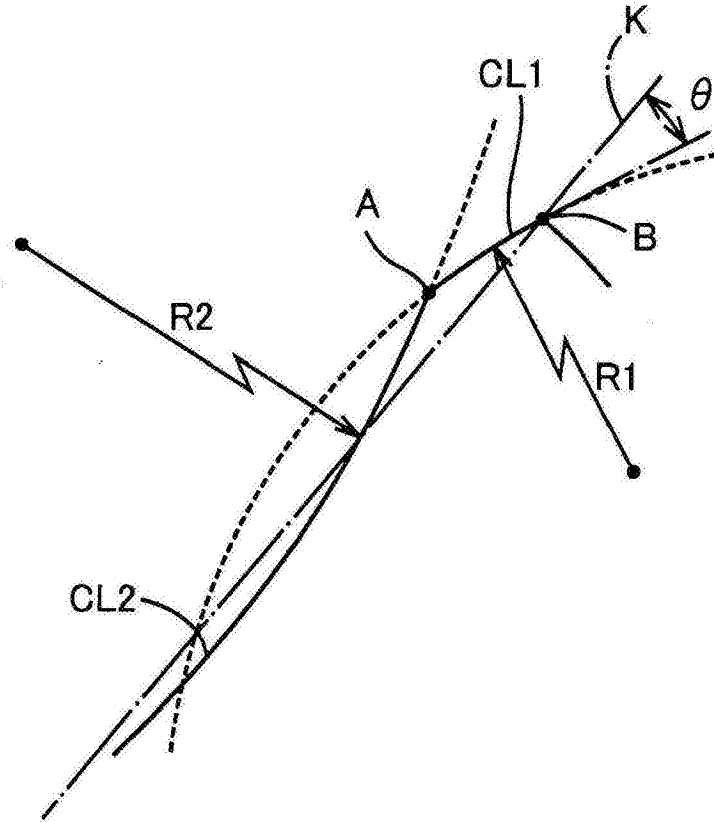


图5

被切削材质																	
低碳素钢	中碳素钢	高碳素钢	合金钢	调质钢	硬化钢			不锈钢	工具钢	铸铁	球墨铸铁	铜合金	铝延伸材料	铝合金铸造物	钛	钛合金	铬镍铁合金
C~0.25%	0.25~0.45%	0.45%~	SCM	~35 HRC	35~45 HRC	45~50 HRC	50~62 HRC	62~70 HRC	SUS	SKD SKS	FC	FCD	Cu	AL	AC	Ti	
◎	◎	◎	◎	◎	○	○			○		◎	◎				○	○

图6

	切割刃形状	轴直角槽截面形状			
		R1	R2	R3	R4
本发明产品	曲刃型	0.13D	0.28D	0.23D	0.62D
比较产品	直刃型	—	1.45D	0.39D	0.46D

图7

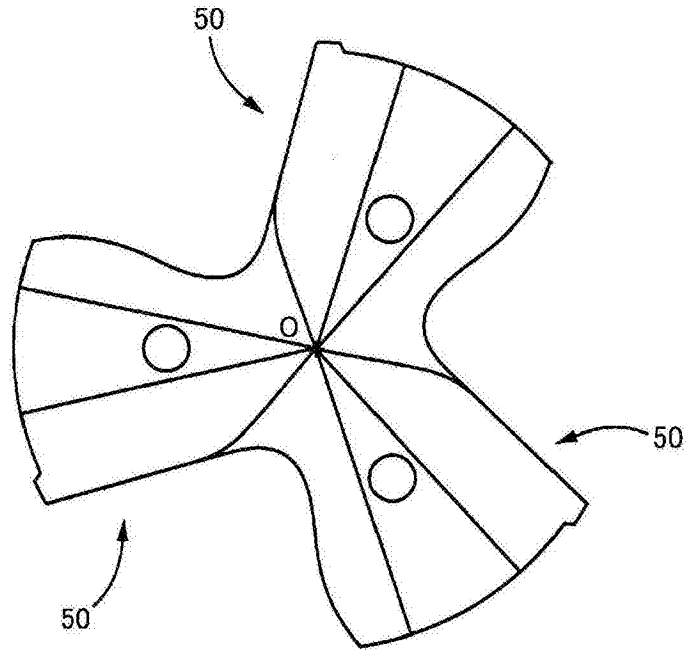


图8

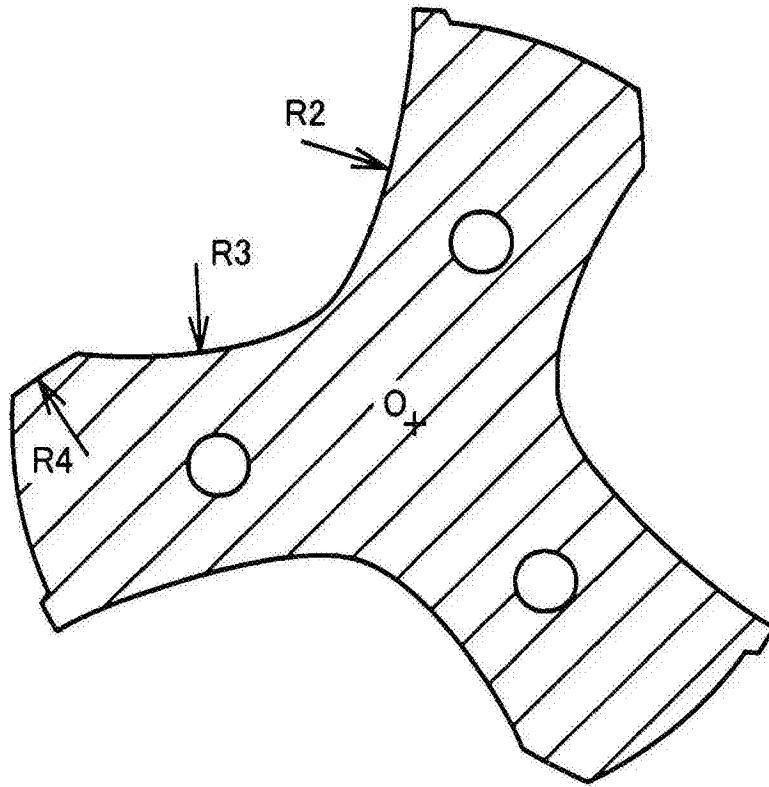


图9

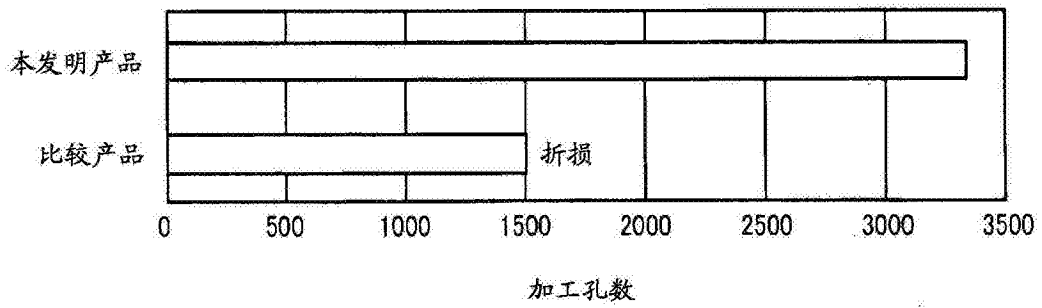


图10

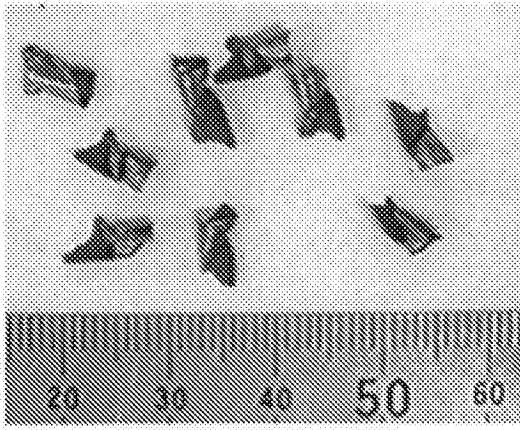


图11

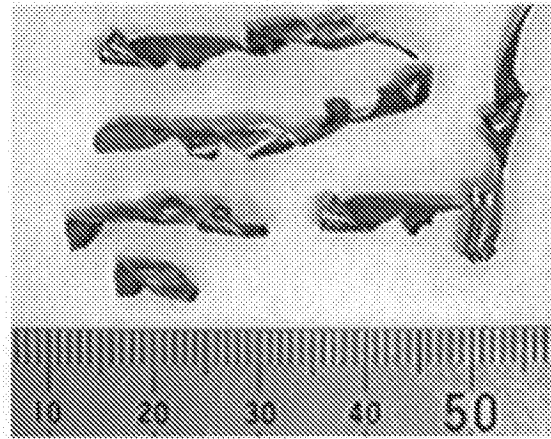


图12

	轴直角槽截面形状				
	R1(mm)	R2(mm)	交点 A	LF	LW
本发明产品	1.00(0.125D)	2.00(0.25D)	交叉	0.02D	0.04D
比较产品	1.00(0.125D)	2.00(0.25D)	外切圆	0.003D	0.10D

图13

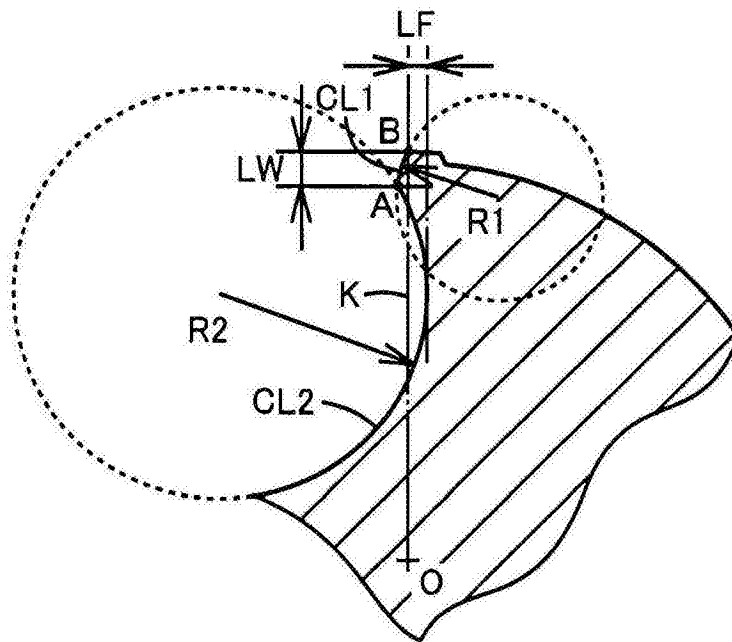


图14

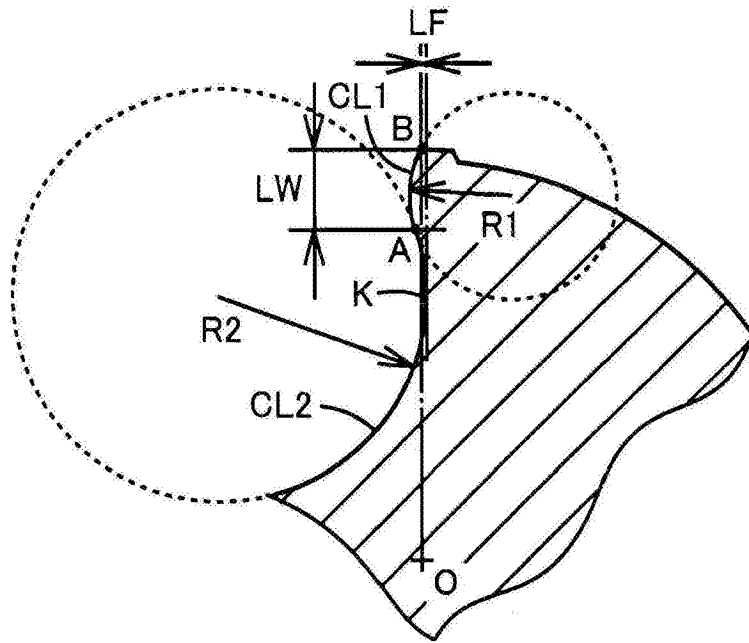


图15

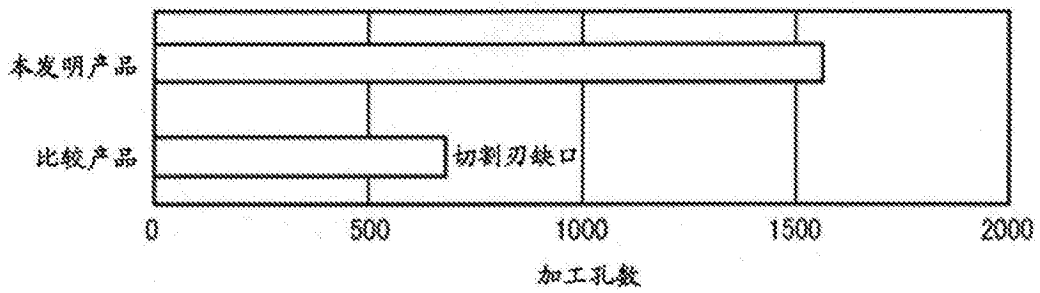


图16



图17



图18

No.	轴直角槽截面形状							
	R1	R2	R3	R4	R3/R2	芯厚 CD	LF	LW
1	0.13D	0.26D	0.21D	0.50D	0.81	0.33D	0.02D	0.04D
2	0.13D	0.26D	0.14D	0.50D	0.54	0.33D	0.02D	0.04D
3	0.13D	0.26D	0.28D	0.50D	1.08	0.33D	0.02D	0.04D
4	0.13D	0.26D	0.11D	0.50D	0.42	0.33D	0.02D	0.04D
5	0.13D	0.26D	0.30D	0.50D	1.15	0.33D	0.02D	0.04D
6	0.018D	0.26D	0.21D	0.50D	0.81	0.33D	0.02D	0.003D
7	0.13D	0.13D	0.21D	0.50D	1.62	0.33D	0.06D	0.04D
8	0.42D	0.26D	0.21D	0.50D	0.81	0.33D	0.02D	0.04D
9	0.13D	0.52D	0.21D	0.50D	0.4	0.33D	-0.01D	0.09D
10	0.13D	0.26D	0.25D	0.50D	0.96	0.13D	0.04D	0.04D
11	0.13D	0.26D	0.25D	0.50D	0.96	0.52D	-0.01D	0.04D
12	0.38D	0.09D	0.21D	0.50D	2.33	0.33D	0.06D	0.12D

图19

No.	切削试验结果		
	切屑形状	推力负荷	耐用性能
1	○	○	○
2	○	○	○
3	○	○	○
4	△	△	×:因切屑堵塞造成的折损
5	△	△	×:因刚性不足造成的折损
6	○	△	△:角部缺损
7	△	△	△:角部缺损
8	○	△	△:角部缺损
9	×	×	△:磨损大
10	○	△	×:因刚性不足造成的折损
11	△	×	×:因切屑堵塞造成的折损
12	△	×	△:角部缺损

图20

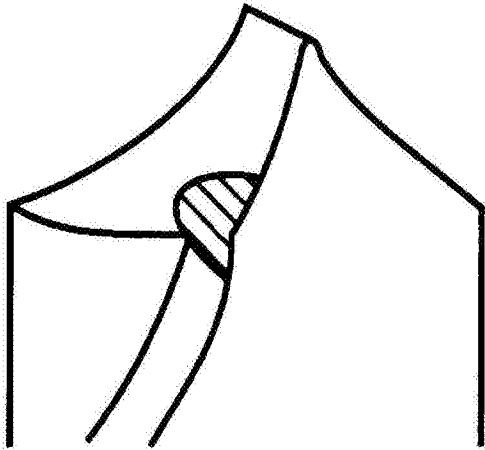


图21

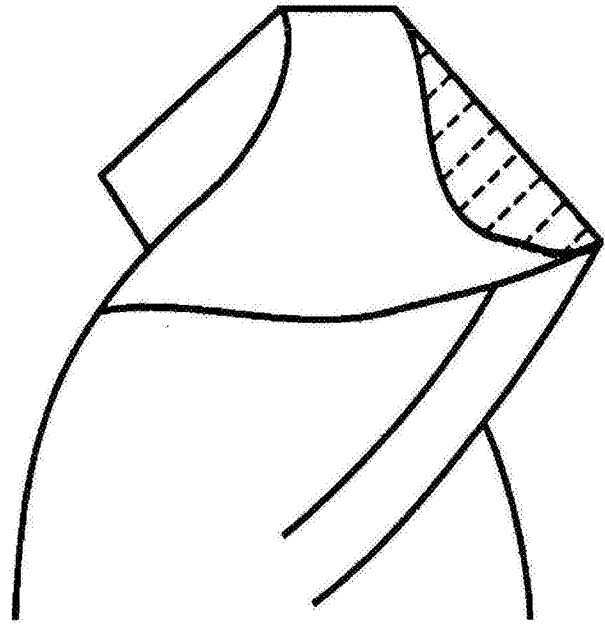


图22

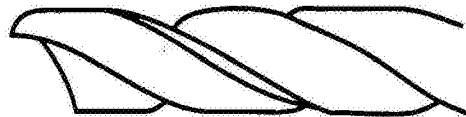


图23