(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118871266 A
(43)申请公布日 2024.10.29

(21)申请号 202380025008.0
(22)申请日 2023.03.14
(30)优先权数据
2022-043429 2022.03.18 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.09.02
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/009814 2023.03.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/176818 JA 2023.09.21
(71)申请人 联合材料公司
地址 日本东京
(72)发明人 小林笃史
(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 常海涛 金小芳
(51)Int.Cl.
B26D 1/06(2006.01)
B23D 35/00(2006.01)
B26D 1/00(2006.01)

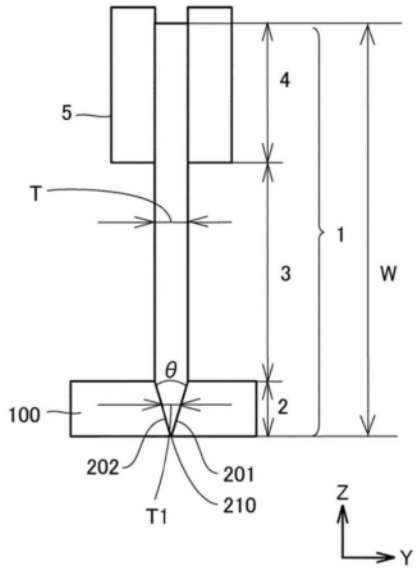
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

硬质合金制切刀

(57)摘要

一种硬质合金制切刀,具备:基部、和设置在所述基部的延长线上且具有作为最前端部的切削刃的刃部。构成形成切削刃的左右刃面的Co部的凹陷深度为0.008μm以上0.3μm以下。



CN 118871266 A

1.一种硬质合金制切刀,具备:

基部、和

设置在所述基部的延长线上且具有作为最前端部的切削刃的刃部,

构成形成切削刃的左右刃面的Co部的凹陷深度为0.008μm以上0.3μm以下。

2.根据权利要求1所述的硬质合金制切刀,其中,

形成所述切削刃的所述左右刃面的Co的凹陷面积的比例为6%以上30%以下。

3.根据权利要求1或2所述的硬质合金制切刀,其中,

形成所述切削刃的所述左右刃面的Co的凹陷深度最大为0.010μm以上0.3μm以下。

4.根据权利要求1至3中任1项所述的硬质合金制切刀,其中,

作为形成所述切削刃的所述左右刃面的表面粗糙度的参数的峰度Sku为Sku>3。

5.根据权利要求1至4中任1项所述的硬质合金制切刀,其中,

硬质合金中的钴的含有率在3质量%以上25质量%以下的范围内。

6.根据权利要求1至5中任1项所述的硬质合金制切刀,其中,

硬质合金的硬度为维氏硬度Hv1300以上2030以下。

硬质合金制切刀

技术领域

[0001] 本公开涉及硬质合金制切刀。本申请要求基于2022年3月18日提出的日本专利申请特愿2022-043429号的优先权。通过参照将该日本专利申请中所记载的全部记载内容援引在本说明书中。

背景技术

[0002] 以往,例如在日本特开平10-217181号公报(专利文献1)、国际公开2014-050884号(专利文献2)以及日本特开2004-17444号公报(专利文献3)中公开了硬质合金制切刀。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平10-217181号公报

[0006] 专利文献2:国际公开2014-050884号

[0007] 专利文献3:日本特开2004-17444号公报

发明内容

[0008] 涉及一种硬质合金制切刀,具备:基部、和设置在所述基部的延长线上且具有作为最前端部的切削刃的刃部,构成形成切削刃的左右刃面的Co部的凹陷深度为0.008μm以上0.3μm以下。

附图说明

[0009] [图1]图1是硬质合金制切刀1的正视图。

[0010] [图2]图2是硬质合金制切刀1的透视图。

[0011] [图3]图3是2段的硬质合金制切刀1的透视图。

[0012] [图4]图4是示出刃面201、202的表面的照片。

[0013] [图5]图5示出求得峰度Sku的式子。

[0014] [图6]图6是为了说明切断方法而示出的硬质合金制切刀1的正视图。

具体实施方式

[0015] [本公开所要解决的课题]

[0016] 在以往的硬质合金制切刀中,存在切断性能低的问题。

[0017] 专利文献1(日本特开平10-217181号公报)公开了一种平刃状的切刀,其是切断陶瓷生片(green sheet)等薄板状的工件的平刃状的切刀,在确保能够进行高精度的切断的狭窄的切削刃角的同时压弯强度高。

[0018] 作为其解决手段,提出了以下方案:通过由相对于中心线Y左右对称的平面或凹弯曲面形成切削刃部,并利用一段或多段的左右对称的凹弯曲面的增强部连接切削刃部和基部,从而在缩短切断执行部的距离以确保高精度的切断加工的同时提高压弯强度。

[0019] 专利文献2(国际公开2014-050884号)提出了一种平刃状切刀,其特征在于,所述平刃状切刀具有:平板上的基部;以从所述基部的两面相互靠近的方式倾斜的左右刃面;以及以连接所述左右刃面的方式形成且具有凸弯曲面的切削刃前端,在板厚方向的剖面形状中,沿着所述左右刃面的2条直线的交点与所述切削刃前端的最短距离为1μm以上10μm以下,并且所述前端部的长度相对于所述基部的中心线左右不同,该差异为1μm以上20μm以下,此外,沿着所述左右刃面的2条直线的交叉角度的内角为4度以上60度以下。

[0020] 专利文献3(日本特开2004-17444号公报)公开了使用杯型砂轮,能够容易地形成磨削槽。专利文献3公开了一种使按压力作用于板状陶瓷体的厚度方向上而进行切断的大致矩形形状的切刀,其特征在于,具有沿着长边方向的一边由平面形成的刃面,在该刃面上形成有沿着短边方向延伸的磨削槽,所述刃面由沿着短边方向分割的多个台阶面构成,越靠近切削刃侧的台阶面具有越大的角度。

[0021] 近年来,通过MLCC(Multilayer Ceramic Capacitors,多层陶瓷电容器)的高密度层叠技术,大型MLCC的小尺寸化正在发展。通过小尺寸化,Ni电极的层叠数增加,另外,通过使作为介电体的钛酸钡的粒径成为数十nm,使得厚度方向的电极间距离成为数百nm以下。因此,除了生片的硬度变高以外,当电极间距离缩短时切断面品质倾向于劣化。在这种情况下,本发明人发现了一种在硬质合金制切刀中,能够以低的切断阻力切断工件从而缓和对切断面的损伤的硬质合金制切刀。

[0022] 另外,在使用该切刀的MLCC制造过程中,需要进行精密切削的切刀,另一方面,也存在切断后的再附着等铡刀特有的问题,也有通过在刃面设置凹凸以具有粘接剂积存等功能、从而防止切断后的MLCC(生片小片)的再附着的切刀。

[0023] 为了制造层叠陶瓷电容器,有厚度为数百μm至数mm的层叠生片的切断要求。在将其高精度地连续切断后,对一个一个的被切断物进行烧成,在两端安装电极,由此形成电容器。这里,为了应对近年来以智能手机为代表的小型机,电容器小尺寸化的要求增加,因此要求高度的切断精度。为了实现这样的小尺寸陶瓷电容器,需要使切刀的切削刃具有功能并不对切断面造成损伤。

[0024] 作为生片的切断方法,有被称为切割(dicing)法的以旋转圆形刀进行切断的方法、和使用本公开的平刃状切刀的铡切方式。前者由于产生较多的切屑而存在材料良品率差、并且切断速度差的缺点等,对于小尺寸产品,铡切方式是有用的。

[0025] 图1是硬质合金制切刀1的正视图。图2是硬质合金制切刀1的透视图。图3是2段的硬质合金制切刀1的透视图。

[0026] 如图1至图3所示,硬质合金制切刀1具有执行切断的切削刃部2、与切削刃部2连结的连结部3、以及与连结部3连结并由切刀固定部5固定的基部4。

[0027] 通过将切削刃部2按压在被切断物100上,从而能够切断被切断物100。作为平刃状切刀的硬质合金制切刀1在与图1中的y和z方向正交的x方向上延伸。

[0028] 在切削刃部2的两侧设置有刃面201、202。在图3中,通过设置刃面203、204,成为2段刃。各刃面201至204可以为直线形状,也可以为曲线形状。刃面201和刃面202交叉的棱线是切削刃210。

[0029] 根据本公开的硬质合金制切刀1具备:作为基部的连结部3、和设置在连结部3的延长线上且具有最前端部即切削刃210的作为刃部的切削刃部2,构成形成切削刃的左右刃面

201、202的Co部的凹陷深度为0.008μm以上0.3μm以下。

[0030] 在这样构成的硬质合金制切刀1中,由于构成刃面的Co部凹陷,因此能够降低被切断物与刃面的接触面积而降低切断阻力。可以防止粘合成分附着在凹陷部分。结果,能够提高切断性能。如果Co部的凹陷深度小于0.008μm,则凹陷的效果不充分。当Co部的凹陷深度超过0.3μm时,刃面的表面变粗糙,切断面变粗糙。

[0031] 优选地,形成切削刃的左右刃面的Co的凹陷面积的比例为6%以上30%以下。

[0032] 优选地,形成切削刃的左右刃面的Co的凹陷深度为0.010μm以上0.3μm以下。

[0033] 优选地,作为形成切削刃的左右刃面的表面粗糙度的参数的峰度(Sku)为Sku>3。

[0034] 优选地,硬质合金中的钴的含有率在3质量%以上25质量%以下的范围内。

[0035] 优选地,硬质合金的硬度为维氏硬度Hv1300以上2030以下。

[0036] 这样的薄刃例如除了使用碳工具钢、不锈钢以外,还可以使用硬质合金等硬质材料。但是,加工不容易,作为其原因,可以列举出:特别是在材质为硬质材料的情况下,虽然有刚性,但是具有难切削性、且韧性低、且容易缺损,另外,在刃厚薄的情况下,即使是硬质材料,特别是切削刃前端部在加工中刃由于砂轮的按压而退刀等。

[0037] 以往,为了满足上述特性而提出了各种切刀,但是在使形状复杂化的情况下,不可避免地难以进一步加工,无法得到同时满足稳定的形状精度和加工性的切刀。

[0038] 效果

[0039] 本发明人尝试对刃面从摩擦学的观点出发,通过将构成刃面的Co设为凹形并将WC设为凸,来谋求降低切削刃作用的接触面积。由此,确认了能够在谋求降低切断阻力的同时,减少MLCC生片切断时附着于刃面的糊料转印到切断面上而生片再附着的现象。由此,可以得到以下效果。

[0040] 1)切断阻力的降低

[0041] 相对于以往的利用磨削加工完成后的刃面,通过成为将WC设为凸、将Co设为凹的刃面,降低了刃面的接触面积并降低切断时的摩擦阻力,从而即使切削刃不是锐角,也能够以不易缺损的切削刃角度θ抑制切削刃缺损,同时将切断阻力降低15%~28%。

[0042] 2)通过将刃面设为月牙洼(crater)状(WC凸Co凹)而抑制粘接剂附着于MLCC的切断表面

[0043] 可以减少切断后的MLCC生片的再附着(切削的工件再次粘着的现象)。MLCC生片被切刀切断的方法是利用使用了发泡剥离剂的单面胶带粘接生片并进行铡切。切刀的切削刃是将切削刃切入到粘接生片的糊料的范围而进行切断,此时,在切削刃上附着糊料。另外,锋利度差的切削刃在切入生片后,在拔出切刀时生片弹性恢复,生片的宽度以大于设定切削宽度而复原。此时,附着于第一刃面的糊料与生片的切断面接触,由此产生再附着。针对该现象,通过强制除去刃面表面的Co部,增大凹陷部分的面积,从而具有糊料积存的作用,从而能够抑制附着于工件的糊料的量。因此,能够抑制切断工件的再附着(再次粘着)。

[0044] 图4是示出刃面201、202的表面的照片。在图4中,黑色部分是碳化钨21,白色部分是钴22。在本公开中,通过将钴22设为凹形状,能够防止切断工件再附着于钴22。

[0045] 峰度(kurtosis)

[0046] 根据本公开的刃面,优选上述WC和Co的阶梯差为0.008μm以上0.3μm以下的刃面表里的粗糙度曲线的峰度(直方图的峰态程度(Sku))超过3。图5示出求得峰度Sku的式子。

[0047] 峰度(Sku)根据JIS B0681-2(2018年)求出,用图5的式子表示。是指表面的尖度(尖锐度),是表示高度分布的峰态(锐度)的指标。SKu为3时,表示凸部或凹部的峰态分布接近正态分布。随着Sku大于3,相对于基准高度Sq(二乘均方根高度)陡峭的尖锐凸部或凹部的数量增加,随着Sku小于3,陡峭的尖锐凸部(或凹部)的数量变少。即,当刃面的Sku超过3时,表示切断生片时的接触面积变小,切断阻力变小。

[0048] 材质

[0049] 用于切刀的材质是以碳化钨和钴为主要成分的硬质合金,合金中的碳化钨晶粒的大小为平均粒径0.1μm以上4μm以下,进一步优选2μm以下。关于平均粒径,在SEM照片中,以1万倍的倍率测定硬质合金的表面,选择任意的100个结晶,在各结晶中根据(长径+短径)/2的计算式计算粒径,求出100个粒径的平均值。

[0050] 另外,为了控制碳化钨的晶粒,也可以添加0.1质量%以上2质量%以下的用于晶粒生长抑制的成分TaC(碳化钽)。该添加剂也可以用V_8C_7(碳化钒)、Cr_3C_2(碳化铬)置换和组合。在这种情况下,各自的添加量为0.1质量%以上2质量%。硬质合金中使用的钴在3质量%以上25质量%以下的范围内,优选在5质量%以上20质量%以下的范围内。关于TaC、V_8C_7、Cr_3C_2,可以在使用硝酸、氢氟酸将这些成分从硬质合金中溶解后,利用ICP发光分光装置(发光分光法)测定成为液体状的物质的质量。关于Co,可以在使用硝酸、氢氟酸从硬质合金中溶解后,利用电位差滴定装置(电位差滴定法)测定调整了液性的溶液的质量。

[0051] 硬质合金的硬度优选维氏硬度Hv为1300以上2030以下。

[0052] 厚度

[0053] 硬质合金制切刀的基材厚度T优选为0.1mm以上~0.6mm以下。通过设为该范围,可以用作层叠陶瓷生片的切刀(对应于切断机)。厚度为0.1mm尺寸的刀具在陶瓷电容器中也可以是薄的晶片用,在以磨削加工制作切削刃角度为20°等的锐角刃时可以减小磨削原料,降低磨削阻力,因此可以制作高精度的切削刃。另一方面,基材厚度为0.4~0.6mm的刀具通过增大刀具自身的厚度,能够提高刚性(切削刃的根部的挠曲),因此适合于切断厚度为1mm以上的厚晶片。另外,由于刃的根部的刚性提高而具有难以发生斜向切断等优点。

[0054] 硬质切刀的厚度的测定方法有微米或激光测定器。

[0055] 硬质合金切刀的长度L(mm)与高度W(mm)(图2)的关系优选为1≤L/W≤20。

[0056] 切削刃角度θ优选为6°≤θ≤30°以下。

[0057] 切削刃角度越小,切断阻力越小,也越难以发生斜向切断。即,因为侵入工件的体积变小。关于10°以下,也可以是1段刃,但是由于形成刃面的宽度尺寸变大,因此存在容易因磨削阻力而倾倒,难以将切削刃加工成高精度的形状等问题。关于开刃时的崩裂(chipping),已知以θ≤20°为界,会变得极易发生。

[0058] (实施例1)

[0059] 使用株式会社联合材料制硬质合金FM10K原材料进行了前端刃部的形成加工。试验中使用的平刃状切刀的刃长度方向L:40mm、基部厚度T:0.1mm、刃高W:25.0mm。将作为切断执行部的切削刃部2的切削刃角度θ设为20°±5',将第1段的刃宽设为0.1mm,将第2段的刃角度(第2段的刃面的延长面交叉形成的角度)设为4°±10'。在切削刃成形加工中,使用平面磨床,使用金刚石圆筒砂轮对砂轮的侧面进行整形,将原材料固定在可调整角度的专用工作台上进行加工。由此,制作了表1至3所示的试样编号1至55的硬质合金制切刀1。

[0060] [表1]

试样编号	第1段切削刃角度(°)	第1段刃宽（mm）	第2段切削刃角度（°）	凹陷的面积比例（%）	WC-Co最大阶梯差（μm）	Sku峰度	切断阻力	再附着	备注
1	20	0.1	4	5.0	0.006	2.66	C	C	切断阻力高、发生再附着
2					0.008	3.92	C	B	
3					0.010	4.06	C	A	
4					0.025	5.16	C	A	
5					0.050	5.66	C	A	
6					0.100	6.59	C	A	
7					0.200	7.81	C	A	
8					0.300	8.22	C	A	
9					0.350	8.68	C	A	产生缺损导致切断面粗糙
10				6.0	0.006	2.72	C	C	切断阻力高、发生再附着
11					0.008	3.99	B	B	
12					0.010	4.28	A	A	
13					0.025	5.11	A	A	
14					0.050	5.75	A	A	
15					0.100	6.67	A	A	
16					0.200	7.57	A	A	
17					0.300	8.26	A	A	
18					0.350	8.57	C	A	产生缺损导致切断面粗糙

[0061]

[0062] [表2]

[0063]

试样编号	第1段切削刃角度（°）	第1段刃宽（mm）	第2段切削刃角度（°）	凹陷的面积比例（%）	WC-Co最大阶梯差（μm）	Sku峰度	切断阻力	再附着	备注
19	20	0.1	4	10.2	0.006	2.82	C	C	切断阻力高、发生再附着
20					0.008	3.86	A	A	
21					0.010	4.26	A	A	
22					0.025	4.98	A	A	
23					0.050	5.92	A	A	
24					0.100	6.64	A	A	
25					0.200	7.67	A	A	
26					0.300	8.26	A	A	
27					0.350	8.57	C	A	产生缺损导致切断面粗糙
28				15.3	0.006	2.72	C	C	切断阻力高、发生再附着
29					0.008	4.10	A	A	
30					0.010	4.20	A	A	
31					0.025	5.09	A	A	
32					0.050	5.71	A	A	
33					0.100	6.68	A	A	
34					0.200	7.81	A	A	
35					0.300	8.40	A	A	
36					0.350	8.70	C	A	产生缺损导致切断面粗糙

[0064] [表3]

[0065]

试样编号	第1段切削刃角度（°）	第1段刃宽（mm）	第2段切削刃角度（°）	凹陷的面积比例（%）	WC-Co最大阶梯差（μm）	Sku峰度	切断阻力	再附着	备注
37	20	0.1	4	22.0	0.006	2.89	C	C	切断阻力高、发生再附着
38					0.008	3.98	A	A	
39					0.010	4.13	A	A	
40					0.025	5.13	A	A	
41					0.050	5.88	A	A	
42					0.100	6.58	A	A	
43					0.200	7.81	A	A	
44					0.300	8.41	A	A	
45					0.350	8.77	C	A	产生缺损导致切断面粗糙
46				30.0	0.006	3.06	C	C	切断阻力高、发生再附着
47					0.008	3.86	A	A	
48					0.01	4.06	A	A	
49					0.025	5.17	A	A	
50					0.05	6.05	A	A	
51					0.1	6.48	A	A	
52					0.2	7.81	A	A	
53					0.3	8.42	A	A	
54					0.35	8.97	C	A	产生缺损导致切断面粗糙
55				0	0	0.52	C	C	

[0066] <形成刃面的Co凹陷形成>

[0067] 形成前端角的刃面201、202的Co的除去方法是制作相对于CONC1以5倍的水稀释(用4至5倍的水稀释浓硝酸)硝酸(HNO_3)而成的药液。另外,将硬质合金制切刀1设置在能够在切刀的切削刃～0.2mm的深度范围内将切削刃浸渍于硝酸的夹具中,将切削刃在该药液中浸渍10秒～50分钟,通过时间管理进行Co的凹陷深度控制。

[0068] <形成刃面的Co的凹陷面积的比例测定>

[0069] 关于形成刃面的Co凹陷的比例,使用图像处理软件:Planetron公司制造的Image Plus,将10000倍的SEM照片的图像导入软件,通过图像处理将位于8μm×8μm范围内的Co和WC二值化(图4)而进行测量。在第1段的刃面201、202中将WC设为黑色、将Co设为白色而强化,利用该软件对Co的比例进行面积计算以算出比例。

[0070] <WC与Co的阶梯差测定>

[0071] 关于凸部或凹部的平均距离以及凸部的平均高度或凹部的平均深度,通过Bruker公司制造的原子力显微镜(AFM:Dimension Icon)测定具有WC凸部或Co凹部的表面。由于该AFM的可测定的最大试样尺寸为φ210,因此可以在不破坏切刀的情况下进行观察。测定条件在扫描区5μm×5μm的范围内。以0.1～80Hz测定悬臂的扫描速度,根据与各地点的高度相关的3D轮廓求出WC凸部的高度和Co凹部的最大深度。在从上述形成的刃面的表面随机选出的表里刃面各3处,对其进行测定,求出WC与Co的最大高低差。

[0072] 〈表面粗糙度Sku(面的峰度)的测定〉

[0073] 关于刃面的Sku尖度(尖锐度),使用Zygo Corporation制造的非接触三维粗糙度测定装置(Nexview(注册商标)),将上述纵剖面的测定范围设为X方向140μm、Z方向30μm。测定视野是将物镜的倍率设为50倍、ZOOM倍率设为×1倍。

[0074] 〈切削刃棱线宽度的测定〉

[0075] 切削刃的棱线宽度测定使用日本电子公司制造的肖特基场发射型扫描电子显微镜JSM-7900F,以5,000～10000倍从相对于切削刃棱正交的方向进行拍摄,活用机械坐标和测长功能,将0.5μm以下的切削刃棱的刀具用于测试刃。

[0076] 〈缺损测定〉

[0077] 关于切刀的缺损,通过Olympus公司制造的工具测定显微镜STM-UM 500倍进行测定。确认了在所有的试样中,缺损深度在1.5μm以内且缺损宽度在10μm以内。

[0078] 〈切断测试〉

[0079] 为了使用本申请切刀确认其效果,进行氯乙烯板的铡切切断,基于切断阻力、切刀对被切断物造成的切断伤进行切断面的评价,另外,确认再附着的发生率,从而确认了本申请的效果。如图6所示,硬质合金制切刀1切断被切断物(工件)100。在切削动力计103上载置有丙烯酸制的基座102。热剥离粘合片101介于基座与被切断物100之间。通过使硬质合金制切刀1在箭头111所示的方向上往复运动的同时使被切断物100在箭头110所示的方向上移动,从而切断被切断物100。

[0080] 本测试的条件

[0081] 刀具规格:切削刃角度θ16°～20°,第2段的角度4°,厚度T:0.1mm,长度L:40mm

[0082] 工件材质:氯乙烯板厚度0.5mm、长度290mm、宽度30mm

[0083] 测试装置:在牧野铣床制作所制造的Machining center V55(以下称为切断机)上设置Kistler制的切削动力计103(以下称为切削动力计),工件组设为从动力计平台上表面开始的厚度为10mm的丙烯酸板、厚度为1mm的发泡双面粘合片、厚度为0.5mm±0.1mm的工件(上述氯乙烯板)(它们构成被切断物100),刀具的安装精度设为长度方向的工件与刃角度±0.5°、工件与刃剖面角度90°±0.5°。切断条件设为切断速度300mm/s、切断间隔1mm、压入量为0.1mm切削刃切入热剥离片的糊料层的条件,进行1000次氯乙烯的切断,进行切断阻力、切断面品质、工件的再附着的评价。将本结果在每个条件下重复的结果记于表1至3。

[0084] 表1至3中的“切断阻力”是由切削动力计103测定的平均切断阻力,设为160N以下:A;超过160N且为169N以下:B;超过169N:C。“再附着”表示在1000处切断部位再次附着于硬质合金制切刀1的个数的比例,设为0.5%以下:A;超过0.5%且为2.0%以下:B;超过2.0%:C。

[0085] 关于构成刃面的Co部的凹陷的最佳比例,凹陷了的Co相对于平滑的WC粒子的面积比例优选为6%～30%。当Co凹陷的面积比例超过30%时,切削刃的强度极端降低,诱发缺损。另外,另一方面,当Co凹陷的面积比例低于6%时,接触面积增加,切断阻力增加,锋利度降低。更优选的范围为10%～22%。另外,最优选的范围为10%～15%。

[0086] 对于WC与Co的最佳阶梯差范围,Co部的凹部的深度必须为0.008μm以上0.3μm以下。当WC与Co的阶梯差即Co的凹部的深度小于0.008μm时,成为磨损面,与工件的接触面积变大,切断阻力变高。另一方面,当阶梯差大于0.3μm时,在切削刃上诱发崩裂。更优选的范

围为0.010μm以上0.3μm以下。另外,最优选的范围为0.010μm以上0.1μm以下。

[0087] 关于三维粗糙度参数Sku(峰度)的最佳范围,WC与Co的阶梯差为0.008μm～0.3μm的刃面表里的粗糙度曲线的峰度:Sku(直方图的峰态程度)优选超过3。更优选为4以上。

[0088] 应当认为,本次公开的实施方式和实施例在所有方面都是示例性的而不是限制性的。本发明的范围由权利要求书而不是上述说明所表示,旨在包括与权利要求书等同的含义和范围内的所有变更。

[0089] 符号的说明

[0090] 1硬质合金制切刀、2切削刃部、3连结部、4基部、5切刀固定部、100被切断物、201,202,203,204刃面、210切削刃。

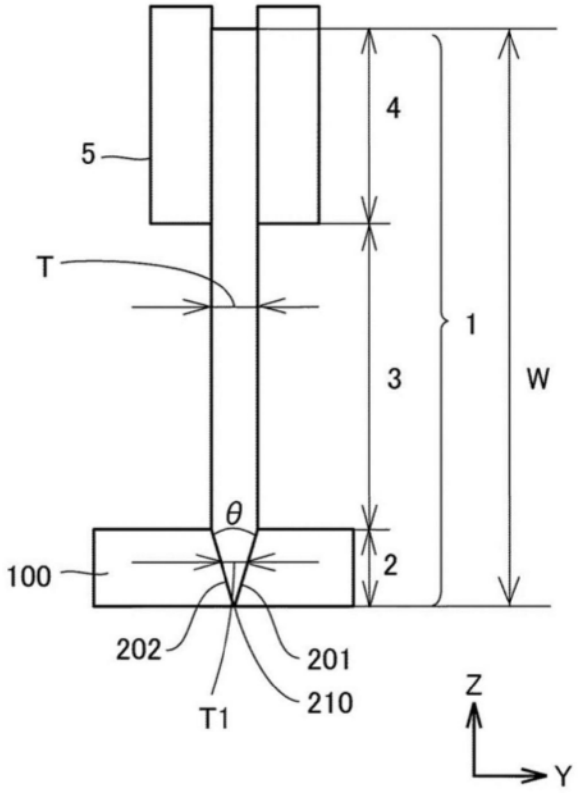


图1

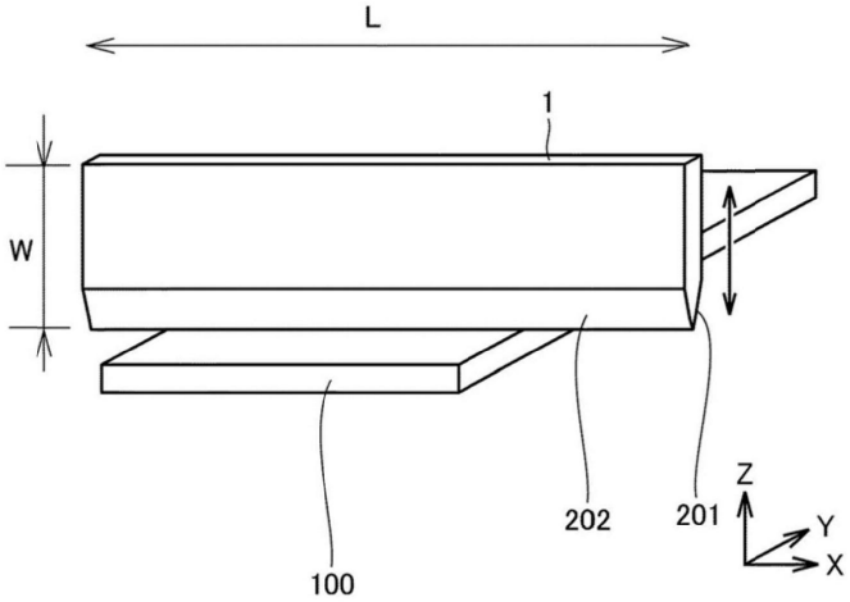


图2

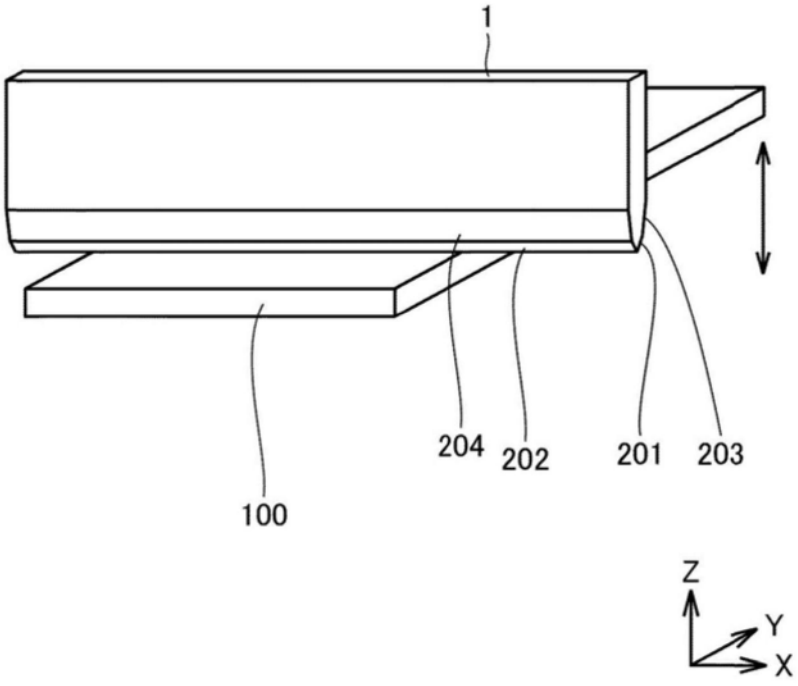


图3



图4

$$S_{ku} = \frac{1}{S_q^4} \cdot \frac{1}{MN} \sum_{j=1}^{N} \sum_{i=0}^{M} Z^4(x_i, y_j)$$

图5

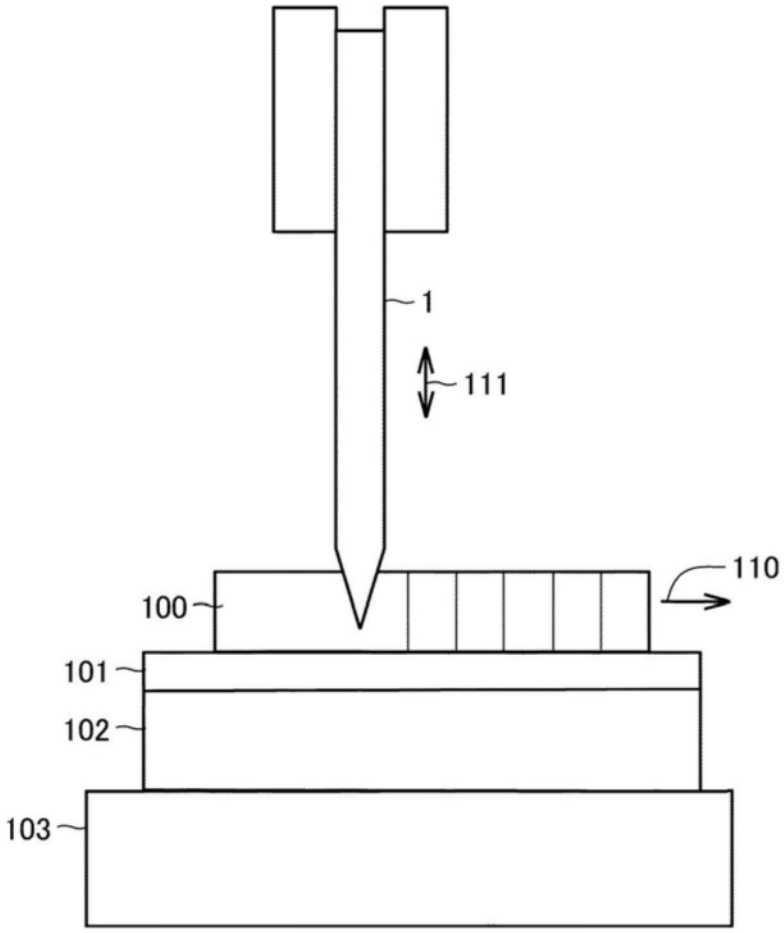


图6