



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107282996 A

(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201710361442.2

(22)申请日 2017.05.22

(71)申请人 宁波妙力斯五金工具有限公司

地址 315157 浙江省宁波市海曙区洞桥镇  
荷晓东路838号

(72)发明人 王成国

(74)专利代理机构 宁波市鄞州盛飞专利代理事  
务所(普通合伙) 33243

代理人 洪珊珊

(51)Int.Cl.

B23D 61/04(2006.01)

B23D 61/02(2006.01)

B28D 1/04(2006.01)

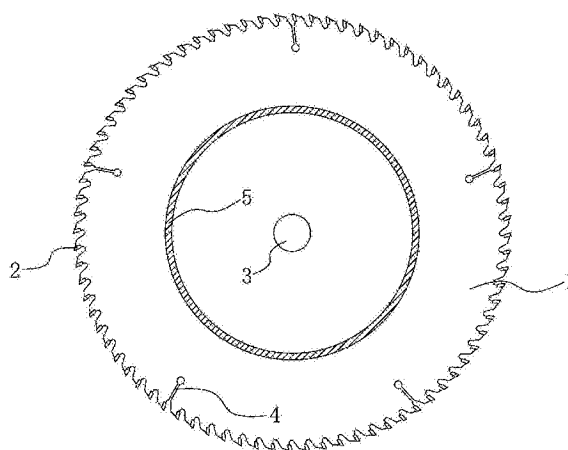
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

## (54)发明名称

一种硬质合金锯片

## (57)摘要

本发明涉及一种锯片,具体涉及一种硬质合金锯片,属于硬质合金材料领域。该硬质合金锯片由硬质合金材料制成,硬质合金材料包括硬质合金基体和涂覆在硬质合金基体表面的涂层,所述硬质合金基体包括如下重量份的成分:碳化钨粉末80-85份,钴粘结剂5-10份, $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ :0.5-1.0份,氮0.2-0.3份,增硬剂:0.5-0.8份。本发明采用配伍合理的硬质合金,在硬质合金材料中还添加了 $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 、氮、增硬剂,同时限定了其在组分中的含量,能够使各元素通过协同作用,并通过混合,再经压制成型、烧结、涂覆,同时采用热等静压、物理气相沉积法等,由此制得的硬质合金锯片具有高刚度、高强度和高硬度的优点。



1. 一种硬质合金锯片, 其特征在于, 包括锯片基体、硬质合金锯齿, 硬质合金锯齿焊接在锯片基体上, 均匀地分布在锯片基体圆周, 硬质合金锯片中心设有用来固定锯片的中心孔, 锯齿底部设有空间容屑槽; 所述的硬质合金锯片由硬质合金材料制成, 硬质合金材料包括硬质合金基体和涂覆在硬质合金基体表面的涂层, 所述硬质合金基体的材料包括如下重量份的成分: 碳化钨粉末80-85份, 钴粘结剂5-10份,  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ : 0.5-1.0份, 氮0.2-0.3份, 增硬剂: 0.5-0.8份。

2. 根据权利要求1所述的硬质合金锯片, 其特征在于, 所述涂层的厚度为3-5 $\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的硬质合金锯片, 其特征在于, 所述涂层为金刚石CVD涂层。

4. 根据权利要求1所述的硬质合金锯片, 其特征在于, 所述碳化钨粉末的晶粒大小为0.1-0.3 $\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的硬质合金锯片, 其特征在于, 所述增硬剂为石墨烯、石英砂中的一种或两种。

6. 根据权利要求1所述的硬质合金锯片, 其特征在于, 所述钴粘结剂中含有2-3%的Cr和0.2-0.5%的Re, 其余为钴。

7. 一种硬质合金锯片的制备方法, 其特征在于, 所述制备方法包括如下步骤:

混合: 将如权利要求1所述的硬质合金材料加入球磨机中湿磨得混合料浆, 混合料浆过滤、干燥得混合物;

压制成型: 将混合物分别投入锯齿模具中压制成型得到锯片锯齿坯件;

烧结: 将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件在真空中进行烧结, 烧结的同时加入晶粒长大抑制剂, 烧结后热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

焊接: 将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料焊接在锯片基体上得锯片半成品;

磨削: 将半成品采用自动磨削技术, 磨出锯齿的各个角度;

涂覆: 在锯片半成品表面涂覆涂层得到最终产品硬质合金锯片。

8. 根据权利要求7所述的硬质合金锯片制备方法, 其特征在于, 烧结时晶粒长大抑制剂的加入量占硬质合金基体总质量的0.02-0.05%。

9. 根据权利要求8所述的硬质合金锯片制备方法, 其特征在于, 所述的晶粒长大抑制剂为VC、TiC、NbC中的一种或多种。

10. 根据权利要求7所述的硬质合金锯片的制备方法, 其特征在于, 锯片基体坯件和锯片锯齿坯件烧结前还包括淬火处理, 淬火温度为820-850 $^{\circ}\text{C}$ , 淬火时间为5-10分钟; 烧结后热等静压前还包括回火处理, 回火温度为380-420 $^{\circ}\text{C}$ , 回火时间为5-7h。

## 一种硬质合金锯片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种锯片,具体涉及一种硬质合金锯片,属于硬质合金材料领域。

### 技术背景

[0002] 锯片是用于切割固体材料的薄片圆形刀具的统称。锯片可分为:用于石材切割的金刚石锯片;用于金属材料切割的高速钢锯片;用于实木、家具、人造板、铝合金、铝型材、散热器、塑料、塑钢等切割的硬质合金锯片。

[0003] 硬质合金锯片作为硬质合金刀具类产品是专为切断和开槽金属材料制成的,是木制品加工最常用的刀具,硬质合金锯片的质量与加工产品的质量有密切关系。硬质合金锯片包含合金刀头的种类、基体的材质、直径、齿数、厚度、齿形、角度、孔径等多个参数,这些参数决定着锯片的加工能力和切削性能。硬质合金圆锯片在切割材料时,切割质量除与设备有关外,其本身的特性也非常重要。张力过强,会导致锯片倾斜等情况,会造成锯切材料深度方向上切割歪斜。张力不足,会导致锯片偏摆、摇动等情况,则在锯片移动方向上出现切割歪斜。因此选择锯片时要根据锯切材料的种类、厚度、锯切的速度、锯切的方向、送料速度、锯路宽度正确的选择锯片。正确的合理地选择硬质合金锯片对于提高产品质量、缩短加工周期、减少加工成本具有重要的意义。

[0004] 在实际应用过程中,由于锯片本身的使用特性,需要经常进行打磨以提高其刚性从而提高其切割质量。但修磨容易造成原角度的改变以及破坏动平衡,影响锯片的使用寿命和切割效果。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术中存在的上述问题,提出了一种硬质合金锯片。

[0006] 本发明的上述目的通过如下技术方案来实现:一种硬质合金锯片,包括锯片基体1、硬质合金锯齿2,硬质合金锯齿焊接在锯片基体上,均匀地分布在锯片基体圆周,硬质合金锯片中心设有用来固定锯片的中心孔3,锯齿底部设有空间容屑槽,便于排除切割废料,容屑槽底部均匀分布了四个热膨胀槽4,锯片中部的张力圈5构成;硬质合金锯片由硬质合金材料制成,硬质合金材料包括硬质合金基体和涂覆在硬质合金基体表面的涂层,所述硬质合金基体包括如下重量份的成分:碳化钨粉末80-85份,钴粘结剂5-10份, $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ :0.5-1.0份,氮0.2-0.3份,增硬剂:0.5-0.8份。

[0007] 本发明采用硬质合金材料制成,硬质合金具有硬度高、耐磨、强度和韧性较好、耐热、耐腐蚀等一系列优良性能,能够保证该锯片具有良好的切割性能、同时切割强度高、韧性好,使用寿命长。其中,在本发明硬质合金材料中,基体表面涂覆涂层,使硬质合金材料具有极高的耐磨性和硬度,能允许制备而成的锯片采用较高的切削速度,从而提高了加工效率。

[0008] 本发明中,硬质合金基体材料包括碳化钨粉末、钴粘结剂、 $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 、氮、增硬剂,能通过协同作用,使得到的硬质合金基体具有良好的硬度和强度,在锯片的使用过程中保持较

好的基体稳定性能。

[0009] 在本发明硬质合金锯片的硬质合金材料中,还含有 $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 。Pr为稀土元素,其与氧反应生成稀土氧化物。在硬质合金材料中添加该种稀土氧化物,能够强化碳化钨相和钴粘结相的界面、增加合金表面宏观压应力,从而提高硬质合金材料的硬度。

[0010] 另外,本发明还添加了微量的氮元素,氮元素能进入金属晶格的间隙中,形成间隙固溶体。该间隙固溶体在高温下不易分解,抗氧化能力强,热稳定性好,同时能提高硬质合金的硬度。

[0011] 在上述一种硬质合金锯片的硬质合金材料中,所述涂层的厚度为5-20 $\mu\text{m}$ 。在该厚度范围内,硬质合金的切削性能显著提高,并且降低了硬质合金的表面粗糙度,可以减少刀具的摩擦,降低切削温度,延长使用寿命。

[0012] 在上述一种硬质合金锯片的硬质合金材料中,所述涂层为金刚石CVD涂层。该种涂层能增加硬质合金的强度、硬度和降低表面粗糙度。所述金刚石CVD涂层为超细结晶,平均粒度为0.5-0.7 $\mu\text{m}$ ,在该粒度范围内涂层表面更加光滑。

[0013] 在上述一种硬质合金锯片的硬质合金材料中,所述金属硬质相的碳化钨粉末的晶粒大小为0.3-0.5 $\mu\text{m}$ 。晶粒越小,缺陷越少,制得的硬质合金材料强度和刚性越高;但晶粒过小,制作工艺复杂,容易造成硬质合金材料的成本的上升。

[0014] 在上述的一种硬质合金锯片的硬质合金材料中,所述增硬剂为石墨烯、石英砂中的一种或两种。石墨烯是目前自然界最薄、强度最高的材料,石英砂是一种坚硬、耐磨、化学性能稳定的硅酸盐矿物。增硬剂的加入能增强制品刚性和硬度,减少制品缩水性以及因收缩而引起的变形。增硬剂本身具有良好的分散性以及较好的表面光泽度,且具有抗氧化和抗老化作用,能延长制品使用寿命。

[0015] 在本发明硬质合金锯片的硬质合金材料中,所述钴粘结剂中含有2-3%的Cr和0.2-0.5%的Re,其余为钴。钴作为金属与碳的粘接剂,起骨架作用。硬质合金的韧性由粘结金属决定,粘结金属含量越高,抗弯强度和刚度越大。在硬质合金材料中加入钴,能保证硬质合金有一定的韧性,还能提高硬质合金的强度,矫正碳化钨晶格的缺陷。同时,在本发明中,钴粘结剂中加入Cr,能够有助于抑制钴的HCP相向FCC相转变,从而在改善合金韧性的同时,减少粘结相与加工材料的反应,有助于合金的耐热疲劳性能、耐蚀性能以及抗氧化性能的提高。但是粘结相中加入Cr过多会与钴发生反应,形成脆性的 $\sigma$ 相或 $\eta$ 相,加入的Cr过少,却达不到抑制钴相转变的要求。Re是金属元素,也是高熔点金属之一,可与钴在一定条件下生成固溶体,而且固溶体的熔点随着Re含量的增大而提高。无论在室温下还是在高温下,含有Re的硬质合金的强度和硬度都高于不含Re的硬质合金。因此在本发明硬质合金锯片的硬质合金材料中,在钴粘结剂中加入Re可提高硬质合金的软化温度、降低与被加工材料的粘着性,从而明显改善其使用性能。

[0016] 本发明的另一个目的在于提供一种上述硬质合金锯片的制备方法,所述的方法包括如下步骤:

[0017] 混合:将如上所述的硬质合金材料加入球磨机中湿磨得混合料浆,混合料浆过滤、干燥得混合物。

[0018] 压制成型:将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0019] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件在真空中进行烧结,烧结的同时加入晶粒长大抑制剂,烧结后热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0020] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0021] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0022] 涂覆:在锯片半成品表面涂覆涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0023] 在本发明硬质合金锯片的制备方法磨削步骤可在涂覆步骤前也可在涂覆步骤后进行。

[0024] 在上述硬质合金的制备方法中,球磨机中湿磨所用的溶剂是D70溶剂油,其添加量为每千克硬质合金材料添加D70溶剂油200-300ml。

[0025] 在上述硬质合金的制备方法中,湿磨后得到的粉末粒度为1-2 $\mu$ m。

[0026] 在上述硬质合金的制备方法中,干燥温度为100-120℃。

[0027] 在上述硬质合金的制备方法中,干燥时间为30-40min。

[0028] 在上述硬质合金的制备方法中,压制时的压力为30-50MPa。

[0029] 在上述硬质合金的制备方法中,烧结时晶粒长大抑制剂的加入量占硬质合金基体总质量的0.02-0.05%。

[0030] 在上述硬质合金的制备方法中,所述的晶粒长大抑制剂为VC、TiC、NbC中的一种或多种。晶粒长大抑制剂的添加能抑制碳化钨晶粒的长大,使得晶粒明显细化,且晶粒尺寸范围分布变窄,使合金的硬度和刚性有很大的提高。

[0031] 在上述硬质合金的制备方法中,锯片基体坯件和锯片锯齿坯件烧结前还包括淬火处理,淬火温度为820-850℃,淬火时间为5-10分钟;烧结后热等静压前还包括回火处理,回火温度为380-420℃,回火时间为5-7h。

[0032] 在上述硬质合金的制备方法中,烧结温度为1300-1500℃。

[0033] 在上述硬质合金的制备方法中,热等静压的温度为1400-1550℃,压力为100-120MPa。热等静压工艺是将制品放置到密闭的容器中,向制品施加各向同等的压力,同时施以高温,在高温高压的作用下,制品得以烧结和致密化。

[0034] 在上述硬质合金的制备方法中,所述焊接的温度为800-1000℃。

[0035] 在上述硬质合金的制备方法中,涂层涂覆采用物理气相沉积法(PVD)工艺。物理气相沉积法是通过蒸发,电离或溅射等过程,产生金属粒子并与反应气体反应形成化合物沉积在工件表面。通过该方法对硬质合金基体进行涂层涂覆,可以提高硬质合金的切削性能和降低硬质合金的表面粗糙度,从而可以减少刀具使用时的摩擦,降低切削温度,延长使用刀具寿命。

[0036] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0037] 1、本发明以金属硬质相和金属粘结剂为基体,其中金属硬质相由主要碳化钨粉末组成,金属粘结剂主要由钴组成,并在基体上涂覆以涂层,同时在该硬质合金基体材料中加入Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>和氮,能够使得到的硬质合金具有高强度、硬度和刚度。

[0038] 2、在本发明的硬质合金锯片制备过程中加入了晶粒长大抑制剂,抑制碳化钨晶粒的长大,使得晶粒明显细化,且晶粒尺寸范围分布变窄,使合金的硬度和刚性有很大的提高。

[0039] 3、本发明硬质合金锯片的硬质合金材料成分配置合理,使各元素通过协同作用,

并采用特定的制备方法,同时采用热等静压、物理气相沉积法等,由此制得的硬质合金锯片具有高刚度、高强度和高硬度。

#### 附图说明

[0040] 图1为本发明硬质合金锯片的结构示意图。

[0041] 图中,1:锯片基体;2:锯齿;3:中心孔;4为热膨胀槽;5:张力圈。

#### 具体实施方式

[0042] 以下是本发明的具体实施例,结合附图对本发明的技术方案作进一步的描述,但本发明并不限于这些实施例。

[0043] 表1本发明实施例1-5硬质合金锯片的组成成分及其重量份

[0044]

| 组成成分<br>及其重量份                   |     | 实施例<br>1 | 实 施<br>例 2 | 实 施<br>例 3 | 实 施<br>例 4 | 实 施<br>例 5 |
|---------------------------------|-----|----------|------------|------------|------------|------------|
| 碳化钨粉末                           |     | 80       | 80.5       | 81         | 81.5       | 82         |
| 钴粘结剂                            |     | 5        | 5.5        | 6          | 6.5        | 7          |
| Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> |     | 0.5      | 0.55       | 0.6        | 0.65       | 0.7        |
| N                               |     | 0.2      | 0.21       | 0.22       | 0.23       | 0.24       |
| 增硬剂                             | 石墨烯 | 0.5      |            | 0.28       | 0.59       | 0.31       |
|                                 | 石英  |          | 0.53       | 0.28       |            | 0.31       |

[0045] 实施例1:

[0046] 混合:按表1中实施例1所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.3μm,钴粘结剂中含有2%的Cr和0.2%的Re,并加入D70溶剂油200ml湿磨至粉末粒度为1μm得混合料浆,混合料浆过滤后,在100℃条件下干燥30min得混合物;

[0047] 压制成型:在压力为30MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0048] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为820℃,淬火时间为5分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1300℃,烧结的同时加入0.02%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为VC,烧结结束后在温度为380℃条件下进行回火,回火时间为5h,回火结束后在温度为1400℃,压力为100MPa条件下热等静压得到锯片基体和

锯片锯齿；

[0049] 焊接：将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在800℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品；

[0050] 磨削：将半成品采用自动磨削技术，把锯齿的各个角度磨出；

[0051] 涂覆：在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆5μm金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0052] 实施例2：

[0053] 混合：按表1中实施例2所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中，其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.32μm，钴粘结剂中含有2.1%的Cr和0.23%的Re，并加入D70溶剂油210ml湿磨至粉末粒度为1.1μm得混合料浆，混合料浆过滤后，在102℃条件下干燥31min得混合物；

[0054] 压制成型：在压力为32MPa条件下，将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件；

[0055] 烧结：将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理，淬火温度为823℃，淬火时间为5.5分钟；淬火结束后在真空中进行烧结，烧结温度为1320℃，烧结的同时加入0.023%晶粒长大抑制剂，其中晶粒长大抑制剂为VC和TiC，烧结结束后在温度为384℃条件下进行回火，回火时间为5.2h，回火结束后在温度为1415℃，压力为102MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿；

[0056] 焊接：将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在820℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品；

[0057] 磨削：将半成品采用自动磨削技术，把锯齿的各个角度磨出；

[0058] 涂覆：在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆6.5μm金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0059] 实施例3：

[0060] 混合：按表1中实施例3所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中，其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.34μm，钴粘结剂中含有2.2%的Cr和0.26%的Re，并加入D70溶剂油220ml湿磨至粉末粒度为1.2μm得混合料浆，混合料浆过滤后，在104℃条件下干燥32min得混合物；

[0061] 压制成型：在压力为34MPa条件下，将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件；

[0062] 烧结：将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理，淬火温度为826℃，淬火时间为6分钟；淬火结束后在真空中进行烧结，烧结温度为1340℃，烧结的同时加入0.026%晶粒长大抑制剂，其中晶粒长大抑制剂为TiC，烧结结束后在温度为388℃条件下进行回火，回火时间为5.4h，回火结束后在温度为1430℃，压力为104MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿；

[0063] 焊接：将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在840℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品；

[0064] 磨削：将半成品采用自动磨削技术，把锯齿的各个角度磨出；

[0065] 涂覆：在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆8μm金刚石CVD涂层得到最终产

品硬质合金锯片。

[0066] 实施例4:

[0067] 混合:按表1中实施例4所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为 $0.36\mu\text{m}$ ,钴粘结剂中含有2.3%的Cr和0.29%的Re,并加入D70溶剂油230ml湿磨至粉末粒度为 $1.3\mu\text{m}$ 得混合料浆,混合料浆过滤后,在 $106^{\circ}\text{C}$ 条件下干燥33min得混合物;

[0068] 压制成型:在压力为36MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0069] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为 $829^{\circ}\text{C}$ ,淬火时间为6.5分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为 $1360^{\circ}\text{C}$ ,烧结的同时加入0.029%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为TiC和NbC,烧结结束后在温度为 $392^{\circ}\text{C}$ 条件下进行回火,回火时间为5.6h,回火结束后在温度为 $1445^{\circ}\text{C}$ ,压力为106MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0070] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在 $860^{\circ}\text{C}$ 条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0071] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0072] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆 $9.5\mu\text{m}$ 金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0073] 实施例5:

[0074] 混合:按表1中实施例5所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为 $0.38\mu\text{m}$ ,钴粘结剂中含有2.4%的Cr和0.32%的Re,并加入D70溶剂油240ml湿磨至粉末粒度为 $1.4\mu\text{m}$ 得混合料浆,混合料浆过滤后,在 $108^{\circ}\text{C}$ 条件下干燥34min得混合物;

[0075] 压制成型:在压力为38MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0076] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为 $832^{\circ}\text{C}$ ,淬火时间为7分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为 $1380^{\circ}\text{C}$ ,烧结的同时加入0.032%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为TiC和NbC,烧结结束后在温度为 $396^{\circ}\text{C}$ 条件下进行回火,回火时间为5.8h,回火结束后在温度为 $1460^{\circ}\text{C}$ ,压力为108MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0077] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在 $880^{\circ}\text{C}$ 条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0078] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0079] 涂覆:将锯片锯齿用铝硅焊料粉在 $588^{\circ}\text{C}$ 条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品,并在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆 $11\mu\text{m}$ 金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0080] 表2本发明实施例6-10硬质合金锯片的组成成分及重量份

[0081]

| 组成成分<br>及其重量份                   |     | 实施<br>例 6 | 实 施<br>例 7 | 实 施<br>例 8 | 实 施<br>例 9 | 实 施<br>例 10 |
|---------------------------------|-----|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 碳化钨粉末                           |     | 82.5      | 83         | 83.7       | 84.5       | 85          |
| 钴粘结剂                            |     | 7.5       | 8          | 8.7        | 9.5        | 10          |
| Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> |     | 0.75      | 0.8        | 0.85       | 0.93       | 1.0         |
| N                               |     | 0.25      | 0.26       | 0.27       | 0.29       | 0.3         |
| 增硬剂                             | 石墨烯 | 0.32      | 0.68       |            | 0.52       | 0.3         |
|                                 | 石英砂 | 0.33      |            | 0.71       | 0.24       | 0.5         |

[0082] 实施例6:

[0083] 混合:按表2中实施例6所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.4 $\mu$ m,钴粘结剂中含有2.5%的Cr和0.35%的Re,并加入D70溶剂油250ml湿磨至粉末粒度为1.5 $\mu$ m得混合料浆,混合料浆过滤后,在110℃条件下干燥35min得混合物;

[0084] 压制成型:在压力为40MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0085] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为835℃,淬火时间为7.5分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1400℃,烧结的同时加入0.035%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为TiC、NbC和VC,烧结结束后在温度为400℃条件下进行回火,回火时间为6h,回火结束后在温度为1480℃,压力为110MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0086] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在900℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0087] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0088] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆12.5 $\mu$ m金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0089] 实施例7:

[0090] 混合:按表2中实施例7所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.42 $\mu$ m,钴粘结剂中含有2.6%的Cr和0.38%的Re,并加入D70溶剂油260ml湿磨至粉末粒度为1.6 $\mu$ m得混合料浆,混合料浆过滤后,在112℃条件下干燥36min得混合物;

[0091] 压制成型:在压力为42MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0092] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为838℃,淬火时间为8分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1420℃,烧结的同时加入0.038%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为VC,烧结结束后在温度为404℃条件下进行回火,回火时间为6.2h,回火结束后在温度为1495℃,压力为112MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0093] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在920℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0094] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0095] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆14μm金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0096] 实施例8:

[0097] 混合:按表2中实施例8所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.44μm,钴粘结剂中含有2.7%的Cr和0.41%的Re,并加入D70溶剂油270ml湿磨至粉末粒度为1.7μm得混合料浆,混合料浆过滤后,在114℃条件下干燥37min得混合物;

[0098] 压制成型:在压力为44MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0099] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为841℃,淬火时间为8.5分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1440℃,烧结的同时加入0.041%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为VC和TiC,烧结结束后在温度为408℃条件下进行回火,回火时间为6.4h,回火结束后在温度为1515℃,压力为114MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0100] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在940℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0101] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0102] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆16μm金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0103] 实施例9:

[0104] 混合:按表2中实施例9所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.47μm,钴粘结剂中含有2.9%的Cr和0.46%的Re,并加入D70溶剂油285ml湿磨至粉末粒度为1.8μm得混合料浆,混合料浆过滤后,在116℃条件下干燥38min得混合物;

[0105] 压制成型:在压力为47MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0106] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为847℃,淬火时间为9.4分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1470℃,烧结的同时加入0.045%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为NbC,烧结结束后在温度为415℃条件下进行回火,

回火时间为6.7h,回火结束后在温度为1530℃,压力为117MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0107] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在970℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0108] 磨削:将半成品采用自动磨削技术,把锯齿的各个角度磨出;

[0109] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆18μm金刚石CVD涂层得到最终产品硬质合金锯片。

[0110] 实施例10:

[0111] 混合:按表2中实施例10所述的重量份数称取硬质合金材料加入球磨机中,其中碳化钨粉末的晶粒大小为0.5μm,钴粘结剂中含有3%的Cr和0.5%的Re,并加入D70溶剂油300ml湿磨至粉末粒度为2.0μm得混合料浆,混合料浆过滤后,在120℃条件下干燥40min得混合物;

[0112] 压制成型:在压力为50MPa条件下,将混合物分别投入锯片基体模具和锯片锯齿模具中压制成型得到锯片基体坯件和锯片锯齿坯件;

[0113] 烧结:将锯片基体坯件和锯片锯齿坯件进行淬火处理,淬火温度为850℃,淬火时间为10分钟;淬火结束后在真空中进行烧结,烧结温度为1500℃,烧结的同时加入0.05%晶粒长大抑制剂,其中晶粒长大抑制剂为NbC,烧结结束后在温度为420℃条件下进行回火,回火时间为7h,回火结束后在温度为1550℃,压力为120MPa条件下热等静压得到锯片基体和锯片锯齿;

[0114] 焊接:将锯片锯齿通过Cu-Ag钎料在1000℃条件下焊接在锯片基体上得锯片半成品;

[0115] 涂覆:在锯片半成品表面采用物理气相沉积法涂覆20μm金刚石CVD涂层,然后采用自动磨削技术,磨出锯齿的各个角度,得到最终产品硬质合金锯片。

[0116] 对比例1:

[0117] 选取市售硬质合金材料采用如实施例1中所述的方法制成硬质合金锯片。

[0118] 对比例2:

[0119] 与实施例1的区别仅在于,该对比例硬质合金材料中不含有涂层,即不需要进行最后的涂覆,其他与实施例1相同,此处不再累述。

[0120] 对比例3:

[0121] 与实施例1的区别仅在于,该对比例的硬质合金基体材料中不含有Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>,其他与实施例1相同,此处不再累述。

[0122] 对比例4:

[0123] 与实施例1的区别仅在于,该对比例的硬质合金基体材料中不含有增硬剂,其他与实施例1相同,此处不再累述。

[0124] 对比例5:

[0125] 与实施例1的区别仅在于,该对比例硬质合金基体材料的钴粘结剂中不含有Cr和Re,其他与实施例1相同,此处不再累述。

[0126] 对比例6

[0127] 与实施例1的区别仅在于,该对比例在烧结中不添加晶粒长大抑制剂,其他与实施

例1相同,此处不再累述。

[0128] 对上述实施例1-10及对比例1-6中制得的硬质合金锯片进行性能检测,得到的数据如表3所示。

[0129] 表3:实施例1-10及对比例1-6中硬质合金锯片的性能测试

[0130]

| 实施例 | 硬度 (Hv 30) | 韧性 (K1c) | 耐蚀性 |
|-----|------------|----------|-----|
|-----|------------|----------|-----|

[0131]

|        |      | MN/mm <sup>1.5</sup> |    |
|--------|------|----------------------|----|
| 实施例 1  | 2035 | 17                   | 9  |
| 实施例 2  | 2315 | 15                   | 7  |
| 实施例 3  | 2250 | 16                   | 10 |
| 实施例 4  | 2175 | 12                   | 8  |
| 实施例 5  | 2480 | 17                   | 9  |
| 实施例 6  | 2500 | 18                   | 12 |
| 实施例 7  | 2379 | 14                   | 12 |
| 实施例 8  | 2157 | 15                   | 11 |
| 实施例 9  | 2013 | 18                   | 9  |
| 实施例 10 | 2489 | 17                   | 10 |
| 对比例 1  | 1600 | 8                    | 2  |
| 对比例 2  | 1775 | 8                    | 4  |
| 对比例 3  | 2000 | 10                   | 6  |
| 对比例 4  | 1875 | 11                   | 8  |
| 对比例 5  | 1920 | 10                   | 9  |
| 对比例 6  | 2078 | 14                   | 10 |

[0132] 与现有技术相比,本发明采用配伍合理的硬质合金,在硬质合金材料中还添加了 $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 、氮、增硬剂,同时限定了其在组分中的含量,能够使各元素通过协同作用,并通过混合,再经压制成型、烧结、涂覆,同时采用热等静压、物理气相沉积法等,由此制得的硬质合金锯片具有高刚度、高强度和高硬度的优点。

[0133] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

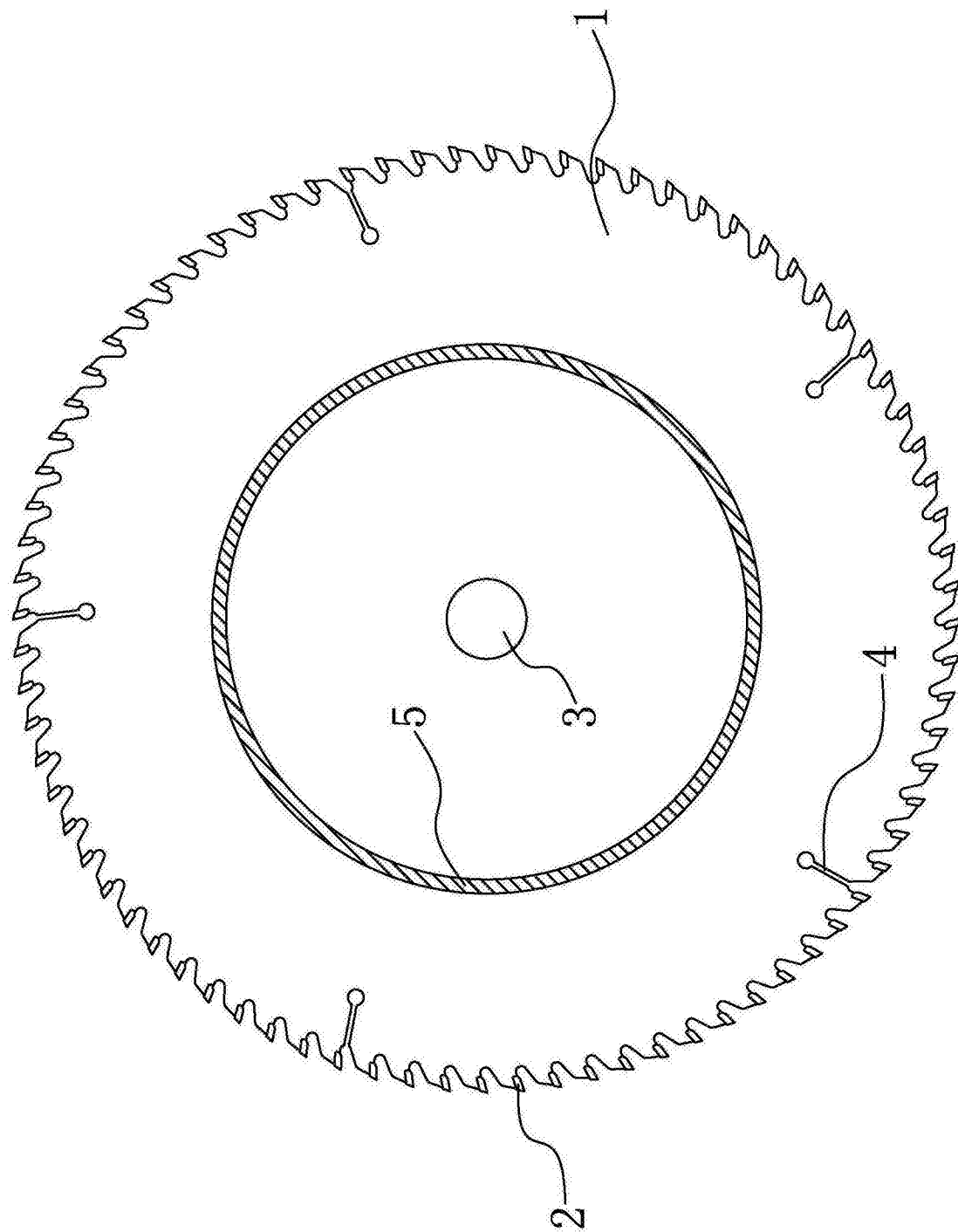


图1