



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102615490 A

(43) 申请公布日 2012.08.01

(21) 申请号 201210100130.3

(22) 申请日 2012.04.09

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29 号

(72) 发明人 卢文壮 于守鑫 薛海鹏 左敦稳
孙达飞 王浩 孙玉利 徐锋
张林 王品付

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 瞿网兰

(51) Int. Cl.

B23P 15/28 (2006.01)

C23C 16/27 (2006.01)

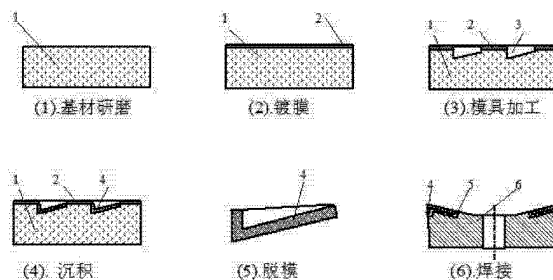
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

复杂 CVD 金刚石刀具的制备方法

(57) 摘要

一种复杂 CVD 金刚石刀具的制备方法,其特征是它包括①基材准备;②模具加工;③模具型腔预处理;④沉积;⑤脱模;⑥去应力;⑦焊接共 7 个步骤。本发明采用容易加工的材料作为模具,在模具型腔内沉积形状复杂的 CVD 金刚石厚膜刀片,可以避免对金刚石刀具切削部分复杂的几何面进行成型、研磨和抛光加工。本发明能够实现精度高、形状复杂的 CVD 金刚石厚膜刀片的成型,通过真空钎焊获得复杂 CVD 金刚石刀具。方法简单,易于实现,可大大降低复杂金刚石厚膜刀具的制造成本。



1. 一种复杂 CVD 金刚石刀具的制备方法,其特征是它包括以下步骤:

① 基体准备:基体厚度 $t \geq 5\text{mm}$,基体两面先进行研磨处理,然后在其中的一个面上沉积厚度大于 $5\mu\text{m}$ 的阻隔膜;

② 模具加工:在基材有阻隔膜的一面上加工出与刀具形状和尺寸一致的凹模型腔,并对凹模型腔进行研磨抛光,使其表面粗糙度 $Ra \leq 0.02\mu\text{m}$;

③ 凹模型腔的预处理:采用纳米金刚石悬浊液对研磨抛光后的凹模型腔进行超声波处理,处理时间为 $20 \sim 40\text{min}$;

④ 沉积:采用 CVD 沉积法在凹模型腔内沉积厚度大于 0.5mm 的、与最终刀具形状和尺寸一致的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片;

⑤ 脱模:在基体降温过程中,当基体温度下降到 600°C 时在 2 分钟内快速降温到 400°C ,在热应力作用下实现复杂 CVD 金刚石厚膜刀片与凹模型腔接触面分离;

⑥ 去应力:将复杂 CVD 金刚石厚膜刀片放在有保护气体的真空中在 $600^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 的温度下退火处理,退火保温 2 小时,然后缓慢冷却到室温;

⑦ 焊接:将去应力后的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片焊接在形状和尺寸相配的硬质合金刀体上。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的基体的材料应该同时具备两个特征:

① 容易加工,② 适合金刚石沉积和生长。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的阻隔膜材料应该同时具备两个特征:

① 熔点高于 1500°C ,② 金刚石不易成核和生长。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的去应力时采用的保护气体为惰性气体与氢气的混合气体,混合气体的体积比为 $98:2$,真空室气压小于 5kPa 。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的复杂刀具为金属切削刀具、复合材料加工刀具或木工刀具。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的焊接是采用银铜钛基焊料真空钎焊。

复杂 CVD 金刚石刀具的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超硬刀具的制备方法,尤其是一种刀头切削刃形状复杂的超硬刀具的制备方法,具体地说是一种复杂 CVD 金刚石厚膜刀具的制备方法。

背景技术

[0002] 化学气相沉积(CVD)金刚石不含有金属或非金属添加剂,纯度很高,它被认为是加工有色金属及其合金、金属复合材料、陶瓷、碳纤维、玻璃纤维制品、硬质合金、石材等最理想的刀具材料。CVD 金刚石厚膜刀具是将厚度在 0.1mm 以上的金刚石厚膜切割成小块后焊接在刀杆上制成的刀具。目前 CVD 金刚石厚膜刀具进入实用阶段,美国、日本和欧洲的一些国家已经有产品在市场上出售。国内的一些高校和研究机构也进行了大量的研究,取得了一定的成果,但主要受到技术和经济两方面的制约,目前金刚石厚膜刀具的实际应用规模还非常小。

[0003] 刀具的切削性能好坏、适应领域和使用寿命不仅与刀具的材质有关,还与刀具切削部分的几何形状密切相关,现代高性能刀具切削部分的几何形状越来越复杂。CVD 金刚石厚膜刀具的切削部分材料都是金刚石,其硬度、摩擦系数、热导率、弹性模量等物理性能都接近天然金刚石的优越性能,这使得常用的刃磨方法很难磨出几何形状复杂的刀具。目前复杂 CVD 金刚石厚膜刀具加工非常困难,加工效率极低,加工成本很高,所以目前的 CVD 金刚石厚膜刀具基本是刃型非常简单的刀具,这对 CVD 金刚石厚膜刀具的性能充分发挥、适应领域、使用寿命都有很大的限制。提高金刚石膜的加工效率和加工质量,对金刚石厚膜刀具的发展将起到很大的推动作用。采用容易加工的材料作为模具,在模具型腔内沉积形状复杂的 CVD 金刚石厚膜刀片,可以避免复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的复杂型面成型、研磨和抛光加工。

[0004]

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对复杂 CVD 金刚石刀具加工非常困难,加工效率非常低,加工成本很高的问题,发明一种基于模具法的复杂 CVD 金刚石厚膜刀具制造方法,容易成形的复杂 CVD 金刚石厚膜刀具的制备方法。

[0006] 本发明的技术方案是:

一种复杂 CVD 金刚石刀具的制备方法,其特征是它包括以下步骤:

① 基体准备:基体厚度 $t \geq 5\text{mm}$,基体两面先进行研磨处理,然后在其中的一个面上沉积厚度大于 $5\mu\text{m}$ 的阻隔膜;

② 模具加工:在基材有阻隔膜的一面上加工出与刀具形状和尺寸一致的凹模型腔,并对凹模型腔进行研磨抛光,使其表面粗糙度 $Ra \leq 0.02\mu\text{m}$;

③ 凹模型腔的预处理 : 采用纳米金刚石悬浊液对研磨抛光后的凹模型腔进行超声波处理, 处理时间为 20 ~ 40min ;

④ 沉积 : 采用 CVD 沉积法在凹模型腔内沉积厚度大于 0.5mm 的、与最终刀具形状和尺寸一致的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 ;

⑤ 脱模 : 在基体降温过程中, 当基体温度下降到 600℃ 时在 2 分钟内快速降温到 400℃, 在热应力作用下实现复杂 CVD 金刚石厚膜刀片与凹模型腔接触面分离 ;

⑥ 去应力 : 将复杂 CVD 金刚石厚膜刀片放在有保护气体的真空中在 600℃ ~ 650℃ 的温度下退火处理, 退火保温 2 小时, 然后缓慢冷却到室温 ;

⑦ 焊接 : 将去应力后的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片焊接在形状和尺寸相配的硬质合金刀体上。

[0007] 所述的基体的材料应该同时具备两个特征 : ① 容易加工, ② 适合金刚石沉积和生长, 如 Si、Mo 等。

[0008] 所述的阻隔膜材料应该同时具备两个特征 : ① 熔点高于 1500℃, ② 金刚石不易成核和生长, 如 Co、Al₂O₃、Fe 等。

[0009] 所述的去应力时采用的保护气体为惰性气体与氢气的混合气体, 混合气体的体积比为 98 : 2, 真空室气压小于 5kPa。

[0010] 所述的复杂刀具为金属切削刀具、复合材料加工刀具和木工刀具等。

[0011] 所述的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片与硬质合金刀体的焊接连接是采用银铜钛基焊料真空钎焊。

[0012] 本发明的有益效果 :

1、采用本发明方法制备的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的前刀面表面粗糙度值 Ra < 0.1 μm, 前刀面不需要研磨和抛光加工就可以使用。沉积复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的基体材料相对容易加工, 采用目前常用的加工技术可以较容易得到精度高、形状复杂的模具型腔 (即凹模型腔)。在模具型腔内沉积的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片是对模具型腔内表面的形状复制, 因而可以获得精度高、形状复杂的 CVD 金刚石厚膜刀片, 避免了对极其难加工的 CVD 金刚石进行成型加工, 降低了复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的制作成本。

[0013] 2、阻隔膜上不会沉积 CVD 金刚石, 阻隔膜可以有效控制 CVD 金刚石膜的沉积范围。

[0014] 3、基体上加工多个型腔, 可以一次沉积多个复杂 CVD 金刚石厚膜刀片, 提高了复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的沉积效率。

[0015] 4、采用热应力作用下实现复杂金刚石厚膜刀片与凹模型腔接触面分离, 这种方法脱模简单, 脱模后模具型腔保持完整, 模具可以重复使用, 模具利用率高, 降低了复杂 CVD

金刚石厚膜刀片的制备成本。

[0016] 5、去应力退火后 CVD 金刚石厚膜刀片的残余应力值大大降低,刀片产生裂纹的几率大大降低,提高了复杂 CVD 金刚石厚膜刀片的成品率。

[0017] 6、钎焊连接的金刚石厚膜刀片与硬质合金刀体之间的连接可靠,刀具在切削过程中不会产生金刚石厚膜刀片剥离和脱落。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明的加工工艺流程示意图。

[0019] 图中:1. 基材,2. 阻隔膜,3. 凹模型腔,4. 金刚石厚膜刀片,5. 焊料,6. 硬质合金刀体。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0021] 如图 1 所示。

[0022] 一种复杂 CVD 金刚石厚膜刀具的制备方法,它包括以下步骤:

① 基体准备:选择容易加工,适合金刚石沉积和生长的材料如 Si 或 Mo 作为基材 1,控制基材的厚度 $t \geq 5\text{mm}$,基体两面先进行研磨处理,然后在其中的一个面上沉积厚度大于 $5\mu\text{m}$ 的熔点高于 1500°C 且金刚石不易成核和生长的材料 Co、 Al_2O_3 或 Fe 中的一种作为阻隔膜 2,阻隔膜 2 沉积方法可采用溅射法、离子镀、化学气相沉积法等;

② 模具加工:在基材 1 上有阻隔膜 2 的一面上加工出与最终刀具形状和尺寸一致的凹模型腔 3,并对凹模型腔 3 进行研磨抛光,使其表面粗糙度 $R_a \leq 0.02\mu\text{m}$,以便于在型腔表面沉积出表面光滑的 CVD 金刚石厚膜刀片;

③ 模具型腔的预处理:采用纳米金刚石悬浊液对研磨抛光后的凹模型腔进行超声波处理,处理时间为 $20 \sim 40\text{min}$,以便于 CVD 金刚石在型腔表面成核;

④ 沉积:采用 CVD 沉积法在凹模型腔 3 内沉积厚度大于 0.5mm 的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 4, CVD 沉积法与现有技术相同,为常规参数;

⑤ 脱模:在基体降温过程中,当包含复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 4 的基体温度下降到 600°C 时在 2 分钟内快速降温到 400°C ,在热应力作用下实现复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 4 与凹模型腔 3 接触面分离,获得自支撑的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 4;

⑥ 去应力:采用惰性气体(含量 98%)与氢气(含量 2%)的混合气体为保护气体,控制真空室的气压使之小于 5kPa ,在 $600^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 的温度下对复杂金刚石厚膜刀片 4 做退火处理,退火保温 2 小时,然后缓慢冷却到室温;

⑦焊接：采用银铜钛基焊料 5 进行真空钎焊，将复杂 CVD 金刚石厚膜刀片 4 焊接在形状和尺寸相配的硬质合金刀体 6 上即得到复杂金刚石厚膜刀具。

[0023] 本发明所述的复杂 CVD 金刚石厚膜刀片是指刀片的形状为非单一平面结构的形状，尤其是指具有曲面或多切削刃的刀片。

[0024] 整个工艺流程如图 1 所示。

[0025] 实例。

[0026] 用多晶 Mo 作为基体材料，基体切割成 $60\text{mm} \times 60\text{mm} \times 8\text{mm}$ 的方块。基体两面研磨处理后在其中的一个面上沉积厚度为 $8\text{ }\mu\text{m}$ 的 Co 阻隔膜。在基材有阻隔膜的面上加工出 36 个沉积金刚石车刀片凹模型腔，凹模型腔的长度 5mm ，深度 2.8mm ，凹模型腔内表面粗糙度 $R_a=0.05\text{ }\mu\text{m}$ 。凹模型腔对应的金刚石车刀片前角 18° ，后角 7° ，主偏角 87° ，副偏角 32° ，刃倾角 5° ，刃口半径 0.1mm ，刀尖圆弧半径 0.2mm 。基材上 36 个凹模型腔在基材上等间距均匀排布。采用纳米金刚石粒度 $2\sim 5\text{nm}$ 的含纳米金刚石粉 0.5% 的悬浊液对研磨抛光后的凹模型腔进行超声波处理，处理时间为 30min 。采用热丝 CVD 法沉积复杂 CVD 金刚石厚膜刀片，沉积时间 60小时 。降温过程中基体温度从 600°C 降温到 400°C 用时 5min ，金刚石厚膜车刀片在热应力作用下与凹模型腔自动分离。改变沉积室气氛为采用 $98\%\text{Ar}+2\%\text{H}_2$ ，控制真空室的气压为 3kPa ，在 650°C 的温度下对复杂金刚石厚膜车刀片退火处理，退火保温 2小时 。采用银铜钛基焊料将复杂 CVD 金刚石厚膜车刀片焊接在硬质合金刀体上制成复杂金刚石厚膜车刀，用该厚膜车刀切削高硅铝合金，刀具具有优越的切削性能。使用寿命比传统的刀具提高 10倍 。

[0027] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

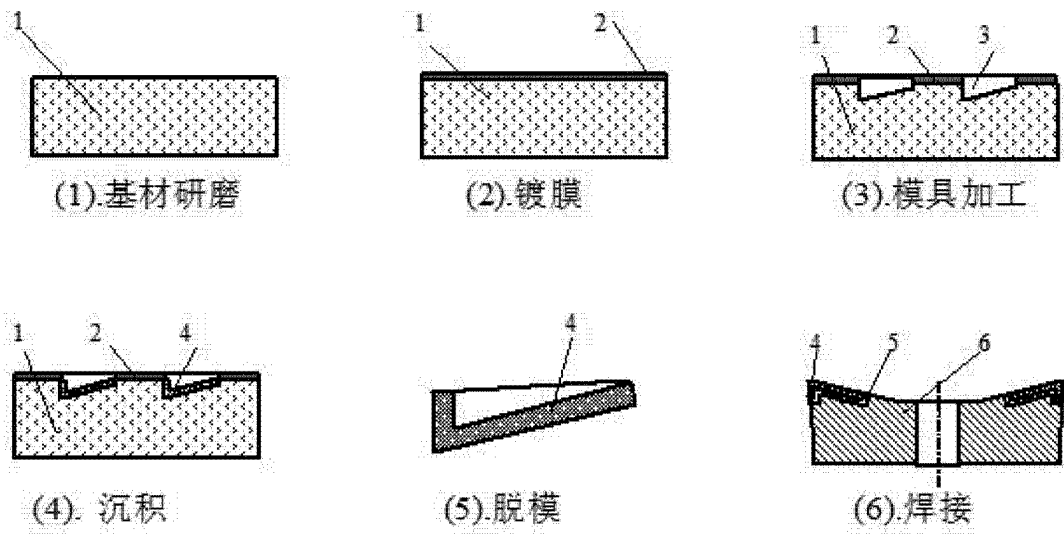


图 1