



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113201724 B

(45) 授权公告日 2022.12.13

(21) 申请号 202110450005.4

C23C 16/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.25

C23C 16/36 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C23C 16/56 (2006.01)

申请公布号 CN 113201724 A

B23D 79/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.08.03

(56) 对比文件

(73) 专利权人 赣州澳克泰工具技术有限公司

CN 109930106 A, 2019.06.25

地址 341000 江西省赣州市经济开发区工业三路

JP 2013158852 A, 2013.08.19

CN 105256273 A, 2016.01.20

(72) 发明人 成伟 殷磊 谭卓鹏 邱联昌 朱骥飞

审查员 刘莉

(74) 专利代理机构 广州睿金泽专利代理事务所 (普通合伙) 44430

专利代理师 董湘

(51) Int. Cl.

C23C 16/34 (2006.01)

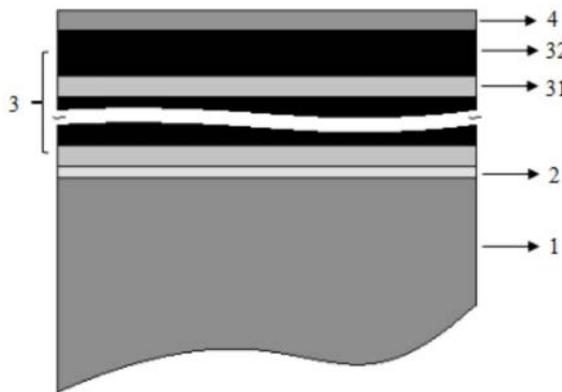
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种带涂层的切削刀具及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种带涂层的切削刀具,包括:刀具基体,以及在所述刀具基体上形成的涂覆层;所述涂覆层具有多层结构,从内至外依次包括:至少一层过渡层和至少一层周期性涂层,所述涂覆层采用化学气相沉积法(CVD)或物理气相沉积法(PVD)沉积形成;所述过渡层为TiN或TiC涂层;所述周期性涂层由TiC_aN_{1-a}层和(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层交替沉积形成。还提供了一种带涂层切削刀具的制造方法。本发明的目的在于提供一种带涂层的切削工具及其制作方法,该涂层具有多层化结构,结合了AlTiSiN和TiCN薄膜的优点,同时具备TiCN涂层的高韧性和AlTiSiN涂层的高硬度及抗高温氧化性,制备的涂层性能稳定,耐磨损能力强,适用不同类型的切削刀具。



1. 一种带涂层的切削刀具,其特征在于,包括:刀具基体,以及在所述刀具基体上形成的涂覆层;所述涂覆层具有多层结构,从内至外依次包括:至少一层过渡层和至少一层周期性涂层,所述涂覆层采用化学气相沉积法(CVD)沉积形成;所述过渡层为TiN或TiC涂层;所述周期性涂层由 TiC_aN_{1-a} 层和 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层交替沉积形成;所述 TiC_aN_{1-a} 层中 $0 < a \leq 1$,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层中 $x \geq 0.50, 0 < y \leq 0.15$;所述涂覆层的总厚度为 $0.5\mu m \sim 30\mu m$;其中,所述过渡层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 1\mu m$,所述 TiC_aN_{1-a} 层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 5\mu m$,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 10\mu m$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种带涂层的切削刀具,其特征在于,所述周期性涂层由内至外呈现从所述 TiC_aN_{1-a} 层到所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的周期性变化,周期为1-50。

3. 根据权利要求1所述的一种带涂层的切削刀具,其特征在于,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的结构为非晶态的 Si_3N_4 包裹AlTiN纳米晶体。

4. 根据权利要求1所述的一种带涂层的切削刀具,其特征在于,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的硅含量为0.01at%-15at%,铝含量为50at%-95at%。

5. 根据权利要求1所述的一种带涂层的切削刀具,其特征在于,所述涂覆层还包括最外侧的着色层,所述着色层包括至少一层TiN或TiC或TiCN,所述着色层的总厚度为 $0.1-2\mu m$,所述过渡层的总厚度为 $0.1-1\mu m$,所述周期性涂层的总厚度为 $1-6\mu m$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种带涂层的切削刀具,其特征在于,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的显微硬度达到25GPa以上。

7. 一种带涂层切削刀具的制造方法,其特征在于,用以制造权利要求1-6任一项所述的带涂层的切削刀具,包括以下步骤:

S100:所述刀具基体预处理

采用喷砂处理对所述刀具基体表面进行除油、清除氧化物,粗化所述刀具基体表面;

S200:清洗

将预处理后的所述刀具基体进行超声波清洗并干燥;

S300:装夹

将清洗干燥后的所述刀具基体装入CVD涂层设备;

S400:使用化学气相沉积法(CVD)进行涂层制备

S401:TiN层的制备

在 $750^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,压力为130-200mbar,采用 $TiCl_4$ 作为钛源, N_2 作为氮源,其余气体为惰性载气;

S402:TiCN层的制备

在 $750^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,压力为70-100mbar;采用 $TiCl_4$ 作为钛源, CH_3CN 作为碳源,其余气体为惰性载气;

S403:AlTiSiN层的制备

在 $700^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源, $AlCl_3$ 作为铝源,其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%, $AlCl_3$ 占气体总流量的0.1%-0.8%;

S500:涂层后处理

将冷却至室温的所述切削刀具再进行喷砂处理。

8. 根据权利要求7所述的一种带涂层切削刀具的制造方法,其特征在于,具体包括以下

步骤:

S100:所述刀具基体预处理

所述刀具基体表面预处理:湿喷砂机采用400目的沙子对所述刀具基体表面进行除油、清除氧化物,粗化基体表面;

S200:清洗

将预处理后的所述刀具基体进行超声波清洗并干燥;

S300:装夹

将清洗烘干后的所述刀具基体用钼杆穿好架在石墨盘上,石墨盘逐层叠放进CVD涂层炉内;

S400:使用化学气相沉积法(CVD)进行涂层制备

S401:TiN层的制备

在750°C-900°C之间的沉积温度下,压力为130-160mbar;采用 TiCl_4 作为钛源,其流量为1-5mLPM; N_2 作为氮源,其流量为10-30LPM;其余气体为惰性载气;

S402:TiCN层的制备

在750°C-900°C之间的沉积温度下,压力为70-90mbar;采用 TiCl_4 作为钛源,其流量为5-7mLPM; CH_3CN 作为碳源,其流量为0.1-1.5mLPM;其余气体为惰性载气;

S403:AlTiSiN层的制备

在700°C-900°C之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源, AlCl_3 作为铝源;其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%, AlCl_3 占气体总流量的0.1%-0.8%;

S500:涂层后处理

将涂层后的所述切削刀具摆放在料盘内,设置喷枪移动速度X轴为30毫米/秒、Y轴为95毫米/秒,料浆浓度为15%-20%,砂子目数为320,空气压力和料浆压力分别为1.5bar和1.0bar;启动程序进行喷砂。

一种带涂层的切削刀具及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于硬质涂层领域,尤其涉及一种带涂层的切削刀具及其制造方法。

背景技术

[0002] 现代制造业正在向高效、环保方向发展,高速、干式切削加工所占比例越来越高,对刀具的性能正不断的提出更高的要求。普通硬质合金刀具已经不能满足现代制造业的发展趋势。于是,各种各样的涂层硬质合金刀具相继被开发出来并成功的应用于现代制造业。涂层的发展方向主要分两类:一类是涂层成分中添加各类过渡族金属元素,从而提高涂层本身的高温硬度;二类是调整涂层结构,原来简单的单一涂层发展成形式多样的复杂结构,这样的设计可以大幅提高涂层的耐磨性。例如:普通多层涂层、纳米周期调制结构多层涂层、梯度涂层、纳米复合结构涂层等。

[0003] 近年来,具有纳米复合结构的PVD AlTiN涂层逐渐成为涂层硬质合金刀具行业研究的热点,该类涂层具有优异的力学性能(硬度、弹性模量等)、热稳定性能、抗氧化性能、耐磨损性能和服役性能等。

[0004] AlTiSiN涂层是在AlTiN涂层的基础上发展起来的,为了获得更高的切削效率和更长的刀具使用寿命,人们通过添加各种元素来改善AlTiN涂层的结构和性能,添加Si元素后,涂层最显著的变化是微观组织结构——柱状晶的组织结构调控成纳米复合结构(非晶态的Si₃N₄薄膜包覆纳米级fcc-TiN晶粒),该结构下的AlTiSiN涂层,显微硬度可见明显提高,AlTiSiN涂层起始氧化温度可达到850℃-900℃。

[0005] 目前成熟的是基于物理气相沉积(PVD)的方法制备的AlTiSiN涂层,但是采用化学气相沉积(CVD)方法制备涂层硬质合金刀具仍然是企业生产的重要途径,而且CVD方法具有以下优点:可以制备较厚的涂层、涂层表面质量高、基体与涂层结合强度高、成本较低。一般采用(PVD)方法制备的AlTiSiN涂层为了避免产生六方相的AlTiN结构,用(PVD)方法制备的AlTiSiN涂层Al含量不能超过60%,这就限制了其抗氧化能力的提高。而(CVD)方法制备的AlTiSiN涂层不受该限制,其Al含量可以超过70%。

发明内容

[0006] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种带涂层的切削工具及其制作方法,该涂层具有多层化结构,结合了AlTiSiN和TiCN薄膜的优点,同时具备TiCN涂层的高韧性和AlTiSiN涂层的高硬度及抗高温氧化性,制备的涂层性能稳定,耐磨损能力强,适用不同类型的切削刀具。

[0007] 本专利方案提供一种带涂层的切削刀具,包括:刀具基体,以及在所述刀具基体上形成的涂覆层;所述涂覆层具有多层结构,从内至外依次包括:至少一层过渡层和至少一层周期性涂层,所述涂覆层采用化学气相沉积法(CVD)或物理气相沉积法(PVD)沉积形成;所述过渡层为TiN或TiC涂层;所述周期性涂层由TiC_aN_{1-a}层和(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层交替沉积形成。

[0008] 进一步地,所述周期性涂层由内至外呈现从所述 TiC_aN_{1-a} 层到所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的周期性变化,周期为1-50。

[0009] 进一步地,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的结构为非晶态的 Si_3N_4 包裹AlTiN纳米晶体。

[0010] 进一步地,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的硅含量为0.01at%-15at%,铝含量为50at%-95at%。

[0011] 进一步地,所述 TiC_aN_{1-a} 层中 $0 < a \leq 1$,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层中 $x \geq 0.50$, $0 < y \leq 0.15$ 。

[0012] 进一步地,所述涂覆层的总厚度为 $0.5\mu m \sim 30\mu m$;其中,所述过渡层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 1\mu m$,所述 TiC_aN_{1-a} 层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 5\mu m$,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的单层厚度为 $0.05\mu m \sim 10\mu m$ 。

[0013] 进一步地,所述涂覆层还包括最外侧的着色层,所述着色层包括至少一层TiN或TiC或TiCN,所述着色层的总厚度为 $0.1-2\mu m$,所述过渡层的总厚度为 $0.1-1\mu m$,所述周期性涂层的总厚度为 $1-6\mu m$ 。

[0014] 进一步地,所述 $(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N$ 层的显微硬度达到25GPa以上。

[0015] 一种带涂层切削刀具的制造方法,用以制造上述技术方案中任一项所述的带涂层的切削刀具,包括以下步骤:

[0016] S100:所述刀具基体预处理

[0017] 采用喷砂处理对所述刀具基体表面进行除油、清除氧化物,粗化所述刀具基体表面;

[0018] S200:清洗

[0019] 将预处理后的所述刀具基体进行超声波清洗并干燥;

[0020] S300:装夹

[0021] 将清洗干燥后的所述刀具基体装入CVD涂层设备;

[0022] S400:使用化学气相沉积法(CVD)进行涂层制备

[0023] S401:TiN层的制备

[0024] 在 $750^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,压力为130-200mbar,采用 $TiCl_4$ 作为钛源, N_2 作为氮源,其余气体为惰性载气;

[0025] S402:TiCN层的制备

[0026] 在 $750^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,压力为70-100mbar。采用 $TiCl_4$ 作为钛源, CH_3CN 作为碳源,其余气体为惰性载气;

[0027] S403:AlTiSiN层的制备

[0028] 在 $700^\circ C-900^\circ C$ 之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源, $AlCl_3$ 作为铝源,其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%, $AlCl_3$ 占气体总流量的0.1%-0.8%;

[0029] S500:涂层后处理

[0030] 将冷却至室温的所述切削刀具再进行喷砂处理。

[0031] 具体的,包括以下步骤:

[0032] S100:所述刀具基体预处理

[0033] 所述刀具基体表面前处理:湿喷砂机采用400目的沙子对所述刀具基体表面进行除油、清除氧化物,粗化基体表面;

[0034] S200:清洗

[0035] 将预处理后的所述刀具基体进行超声波清洗并干燥;

[0036] S300:装夹

[0037] 将清洗烘干后的所述刀具基体用钼杆穿好架在石墨盘上,石墨盘逐层叠放进CVD涂层炉内;

[0038] S400:使用化学气相沉积法(CVD)进行涂层制备

[0039] S401:TiN层的制备

[0040] 在750°C-900°C之间的沉积温度下,压力为130-160mbar;采用TiCl₄作为钛源,其流量为1-5mLPM;N₂作为氮源,其流量为10-30LPM;其余气体为惰性载气;

[0041] S402:TiCN层的制备

[0042] 在750°C-900°C之间的沉积温度下,压力为70-90mbar;采用TiCl₄作为钛源,其流量为5-7mLPM;CH₃CN作为碳源,其流量为0.1-1.5mLPM;其余气体为惰性载气;

[0043] S403:AlTiSiN层的制备

[0044] 在700°C-900°C之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源,AlCl₃作为铝源;其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%,AlCl₃占气体总流量的0.1%-0.8%;

[0045] S500:涂层后处理

[0046] 将涂层后的所述切削刀具摆放在料盘内,设置喷枪移动速度X轴为30毫米/秒、Y轴为95毫米/秒,料浆浓度为15%-20%,砂子目数为320,空气压力和料浆压力分别为1.5bar和1.0bar;启动程序进行喷砂。

[0047] 本专利的改进带来如下优点:

[0048] (1) 本申请实施例带涂层的切削刀具采用具有多层结构的涂覆层,可以有效的降低不同材料之间的热膨胀系数差异,降低涂层内应力,以及可以有效的缓解涂层材料与基体间因材料性质不同而引起的残余应力,使涂层与基体间具有更好的结合力,并提高涂层韧性。

[0049] (2) 实现了金属层(刀具基体)到氮化物层或碳化物(过渡层)再到周期性涂层的连续过渡,进一步改善了涂层与基体界面的结合与应力状况。

[0050] (3) TiN或TiC层其作为过渡层比其他涂层硬度更低。TiN或TiC涂层与基体具有较好的附着力,因此可以保证涂层与基体之间具有良好的结合力。

[0051] (4) TiC_aN_{1-a}层可实现晶粒从微米到纳米级可变。其作为中间层可以有效缓解涂层之间由于弹性模量等物理性质不匹配导致的涂层结合力不足等矛盾,同时TiC_aN_{1-a}涂层具备很高的韧性,可以提高整个涂层产品抗崩刃的能力。

[0052] (5) 采用TiC_aN_{1-a}和(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N交替的设计可以有效抵抗刀具在切削过程中产生的热裂纹,有利于提高刀具的使用寿命。

[0053] (6) 作为进一步的改进,(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层采用低压CVD方法制备,是在高铝的AlTiN涂层中掺入Si元素,使之形成非晶包裹纳米晶结构,使得涂层具有高硬度、高韧性、优异的高温稳定性和抗氧化性等特点。由于Al含量大于70%,明显高于PVD方法制备的(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N涂层(Al含量不能超过60%),其在高速加工过程中,可以有效抑制氧分子扩散至涂层,从而提高涂层高温下的稳定性。

[0054] (7) 本申请实施例一种带涂层切削刀具的制造方法,该方法简单方便,可以大批量

地快速制造带多层复合涂层的切削刀具。这种切削刀具的涂层与基面之间附着力强,不易剥落;涂层的残余应力少,韧性高,具有高硬度、优异的高温稳定性和抗氧化性的特点,可以提高刀具的耐磨性和寿命。

附图说明

- [0055] 图1为本申请实施例一种带涂层的切削刀具的涂层断面结构示意图;
[0056] 图2为本申请实施例一种带涂层的切削刀具的涂层表面扫描电镜图;
[0057] 图3为本申请实施例一种带涂层的切削刀具的涂层断口扫描电镜图;
[0058] 图4为本申请实施例一种带涂层切削刀具的制造方法的步骤示意图;
[0059] 其中,1为刀具基体,2为过渡层,3为周期性涂层,31为 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 层,32为 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 层,4为着色层。

具体实施方式

[0060] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0061] 请参阅图1和图3,本申请实施例1一种带涂层的切削刀具,包括:刀具基体1,以及在刀具基体1上形成的涂覆层;涂覆层具有多层结构,从内至外依次包括:至少一层过渡层2和至少一层周期性涂层3,涂覆层采用化学气相沉积法(CVD)或物理气相沉积法(PVD)沉积形成;过渡层2为TiN或TiC涂层;周期性涂层3由 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 层31和 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 层32交替沉积形成。

[0062] 其中,刀具基体1由烧结碳化物、硬质合金、金属陶瓷、陶瓷、钢、高速钢等材料制成。该刀具基体1是切削刀具或刀片的主要组成部分,可以为任何切削刀具或切削刀片结构,由本领域技术人员根据实际需要进行设计。

[0063] 涂覆层采用化学气相沉积法(CVD)或物理气相沉积法(PVD)在该刀具基体1的表面沉积形成。该涂覆层可以覆盖刀具基体1的全部表面,也可以选择性地覆盖部分表面,具体情况由本领域技术人员根据实际需要进行选择。

[0064] 过渡层2为至少一层含有氮化钛或碳化钛的含钛涂层。 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 层31主要为TiCN。过渡层2和 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 层31可采用化学气相沉积法(CVD)或物理气相沉积法(PVD)进行制备,优选采用化学气相沉积法(CVD)。 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 层32采用化学气相沉积法(CVD)进行制备。

[0065] 多层结构的涂覆层,可以有效的降低不同材料之间的热膨胀系数差异,降低涂层内应力,以及可以有效的缓解涂层材料与基体间因材料性质不同而引起的残余应力,使涂层与基体间具有更好的结合力,并提高涂层韧性。金属层(刀具基体1)到氮化物层或碳化物(过渡层2)再到周期性涂层3的连续过渡,进一步改善了涂层与基体界面的结合与应力状况。

[0066] 周期性涂层3由内至外呈现从 TiCaN_{1-a} 层31到 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 层32的周期性变化,周期为1-50。例如,周期为1,则周期性涂层3从内至外依次为 TiCaN_{1-a} 层31和 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 层32;周期为2,则周期性涂层3从内至外依次为 TiCaN_{1-a} 层31、

(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32、TiCaN_{1-a}层31、(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32;其它周期以此类推。由TiCaN_{1-a}层31和(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32沉积形成的周期性涂层3,形成于过渡层2上,可以有效抵抗刀具在切削过程中产生的热裂纹,有利于提高刀具的使用寿命。

[0067] 如图2及图3所示,(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32的结构为非晶态的Si₃N₄包裹AlTiN纳米晶体(如图2中的球状凸起)。(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32采用低压CVD方法制备,是在高铝的AlTiN涂层中掺入Si元素,使之形成非晶包裹纳米晶结构,使得涂层具有高硬度、高韧性、优异的高温稳定性和抗氧化性等特点。由于Al含量大于70%,明显高于PVD方法制备的(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N涂层,其在高速加工过程中,可以有效抑制氧分子扩散至涂层,从而提高涂层高温下的稳定性。

[0068] (Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32的硅含量为0.01at%-15at%,铝含量为50at%-95at%。

[0069] TiCaN_{1-a}层31中0<a≤1,(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32中x≥0.50,0<y≤0.15。

[0070] 涂覆层的总厚度为0.5μm~30μm;其中,过渡层2的单层厚度为0.05μm~1μm,TiCaN_{1-a}层31的单层厚度为0.05μm~5μm,(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32的单层厚度为0.05μm~10μm。

[0071] 或者,过渡层2的单层厚度为0.1μm~1μm,TiCaN_{1-a}层31的单层厚度为0.1μm~5μm,(Al_xSi_yTi_{1-x-y})N层32的单层厚度为0.1μm~10μm

[0072] 本申请实施例2一种带涂层的切削刀具,该实施例与实施例1基本相同,不同之处在于涂覆层还包括最外侧的着色层4,着色层4包括至少一层TiN或TiC或TiCN,着色层4的总厚度为0.1-2μm,过渡层2的总厚度为0.1-1μm,周期性涂层3的总厚度为1-6μm。

[0073] 本申请实施例3一种带涂层的切削刀具,该实施例在实施例1的基础上实施,具体包括:

[0074] 通过CVD(化学气相沉积法)技术在可转位刀片SNGX1206ANN-MM4上涂覆涂层;

[0075] 该涂层为多层复合涂层,其由AlTiSiN层、TiCN层、TiN层构成;

[0076] AlTiSiN层为最外层,TiCN层为中间层,TiN层为最里层;

[0077] AlTiSiN层和TiCN层交替沉积,构成实施例1中的周期性涂层3;TiN层则为过渡层2;

[0078] AlTiSiN层、TiCN层、TiN层的涂层厚度逐渐减小;其中AlTiSiN层的厚度为3-4μm,TiCN层的厚度为1.5-2μm,TiN层的厚度为0.2-0.5μm;

[0079] AlTiSiN层、TiCN层、TiN层的涂层基体为WC-Co硬质合金,基体硬度为HRC1300。

[0080] 其中,用于沉积AlTiSiN层、TiCN层、TiN层所用的主要气源为TiCl₄气体(≥99.95%)、CH₃CN气体(≥99.99%)、N₂气体(≥99.999%)、NH₃气体;AlTiSiN层中所需Al元素,由固态Al粒(≥99.9999%)与液态HCl在220℃-350℃下制得。

[0081] 如图4所示,本申请实施例4一种带涂层切削刀具的制造方法,用以制造实施例1-3任一项中的带涂层的切削刀具,包括以下步骤:

[0082] S100:刀具基体1预处理

[0083] 采用喷砂处理对刀具基体1表面进行除油、清除氧化物,粗化刀具基体1表面,以提高涂层与基体间结合力(膜基结合力);

[0084] S200:清洗

[0085] 将预处理后的刀具基体1进行超声波清洗并干燥;

[0086] S300:装夹

- [0087] 将清洗干燥后的刀具基体1装入CVD涂层设备;
- [0088] S400:涂层制备
- [0089] S401:TiN层的制备
- [0090] 在750℃-900℃之间的沉积温度下,压力为130-200mbar,采用TiCl₄作为钛源,N₂作为氮源,其余气体为惰性载气;
- [0091] S402:TiCN层的制备
- [0092] 在750℃-900℃之间的沉积温度下,压力为70-100mbar。采用TiCl₄作为钛源,CH₃CN作为碳源,其余气体为惰性载气;
- [0093] S403:AlTiSiN层的制备
- [0094] 在700℃-900℃之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源,AlCl₃作为铝源,其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%,AlCl₃占气体总流量的0.1%-0.8%;
- [0095] S500:涂层后处理
- [0096] 将冷却至室温的涂层切削刀具再进行喷砂处理。
- [0097] 本申请实施例5一种带涂层切削刀具的制造方法,该实施例是在实施例4的基础上,进一步的具体实施方法,包括以下步骤:
- [0098] (1) 刀具基体1表面前处理:湿喷砂机采用400目的沙子对刀具基体1表面进行除油、清除氧化物,粗化基体表面;
- [0099] (2) 清洗:将预处理后的刀具进行超声波清洗并吹干;
- [0100] (3) 刀具装夹:将清洗烘干后的刀具基材用钼杆穿好架在石墨盘上,石墨盘逐层叠放进CVD涂层炉内(在进行多个刀具涂层制备时,使用该方法);
- [0101] (4) 刀具涂层制备:(所有涂层均在CVD方法下制备)
- [0102] a) TiN层的制备:在750℃-900℃之间的沉积温度下,压力为130-160mbar;采用TiCl₄作为钛源,其流量为1-5mLPM;N₂作为氮源,其流量为10-30LPM;其余气体为惰性载气;
- [0103] b) TiCN层的制备:在750℃-900℃之间的沉积温度下,压力为70-90mbar;采用TiCl₄作为钛源,其流量为5-7mLPM;CH₃CN作为碳源,其流量为0.1-1.5mLPM;其余气体为惰性载气;
- [0104] c) AlTiSiN层的制备:在700℃-900℃之间的沉积温度下,采用硅的卤化物作为硅源,AlCl₃作为铝源;其中硅的卤化物占气体总流量的0.01%-0.3%,AlCl₃占气体总流量的0.1%-0.8%;
- [0105] (5) 涂层后处理:将冷却至室温的涂层刀片再进行喷砂处理,用于去除涂层表面的细小落尘、增加涂层表面压应力;其方法在于将涂层后的刀片摆放在料盘内,设置喷枪移动速度X轴为30毫米/秒、Y轴为95毫米/秒,料浆浓度为15%-20%,砂子目数为320,空气压力和料浆压力分别为1.5bar和1.0bar;启动程序进行喷砂。
- [0106] 本申请实施例6一种带涂层切削刀具的制造方法,该实施例是在实施例4的基础上,进一步的具体实施方法,包括以下步骤:
- [0107] (1) 基体表面的预处理:
- [0108] 为保证涂层质量,将基体放入喷砂机中进行喷砂处理,喷砂距离为85-100mm,喷枪角度40-45°,料浆浓度15-20%,喷砂压力0.2MPa,喷砂结束后,将基体进行超声波清洗10min,烘干后将基体装入CVD涂层设备;

[0109] (2) 涂层的制备:

[0110] a. TiN层的制备: 涂层炉加热至800-850℃, 炉内压力抽至160-200mbar, 通入0.03-0.04at%的TiCl₄和20-23at%的N₂, 其余的为惰性载气; 沉积时间180-200min;

[0111] b. TiCN层的制备: 炉内温度保持不变, 压力调整至90-100mbar, 向炉内通入0.06-0.1at%的TiCl₄和0.01-0.02at%的CH₃CN, 其余的为惰性载气; 沉积时间60min;

[0112] c. AlTiSiN层的制备: 炉内温度降至700℃至800℃, 开启罗茨泵把反应室压力抽到4mbar以下, 使用90.0at%至98.0at%的氢气, 0.03at%至0.10at%的TiCl₄, 0.04at%至0.10at%的SiCl₄, 0.70at%至0.95at%的NH₃, 0.3at%-0.75at%AlCl₃, 余量的惰性气体构成气体混合物; 沉积时间60-80min;

[0113] (3) 涂层后处理:

[0114] 将冷却至室温的涂层刀片再进行喷砂处理, 用于去除涂层表面的细小落尘、增加涂层表面压应力; 调整喷枪高度至120-176mm, 喷枪角度为83-90°, 采用320目铬刚玉进行喷砂处理10min。

[0115] 以下对本申请实施例中具有多层复合涂层结构的带涂层切削刀具的切削性能进行试验:

[0116] 其中, 试验条件如下:

[0117] 刀具: WC-Co硬质合金可转位铣刀(SNGX1206ANN-MM4)

[0118] 加工材料: 不锈钢316L

[0119] 切削参数:

[0120] 切削速度: VC=220m/min

[0121] 进给: fz=0.25mm/z

[0122] 切深: ap=2.0mm

[0123] 切削宽度: ae=80%刀盘直径

[0124] 切削方式: 湿切

[0125] 该实例对常规以PVD(物理气相沉积法)制备AlTiSiN涂层的(厚度与实例接近且使用的相同基体)切削刀具进行对比。

[0126] (1) 在加工参数一致, 刀具磨损量较一致时, 比较刀具使用寿命。寿命结果如表1

样品	1st	2nd	3rd	平均
PVD AlTiSiN产品	11.7	14.7	11.7	12.7
实施例	19.2	19.2	19.2	19.2

[0128] 表1

[0129] (2) 刀片磨损量测试: 选取第一组刀片, 在加工参数与时长一致时, 比较刀具磨损量, 评价刀具耐磨性;

[0130] 切削3.6分钟, 8.5分钟, 11.7分钟和19.2分钟后的磨损量VB(单位mm) 测量结果如表2

	3.6min	8.5min	11.7min	19.2min
PVD AlTiSiN产品	0.07	0.12	0.25	--
实施例	0.06	0.09	0.11	0.26

[0132] 表2

[0133] 从上述对比来看,该实例涂层在耐磨性和刀具使用寿命上具有明显优势,采用 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 和 $(\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Ti}_{1-x-y})\text{N}$ 交替的设计可以有效抵抗刀具在切削过程中产生的热裂纹,有利于提高刀具的使用寿命;采用具有多层结构的涂覆层,可以有效的降低不同材料之间的热膨胀系数差异,降低涂层内应力,以及可以有效的缓解涂层材料与基体间因材料性质不同而引起的残余应力,使涂层与基体间具有更好的结合力,并提高涂层韧性; $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 层31可实现晶粒从微米到纳米级可变。其作为中间层可以有效缓解涂层之间由于弹性模量等物理性质不匹配导致的涂层结合力不足等矛盾,同时 $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ 涂层具备很高的韧性,可以提高整个涂层产品抗崩刃的能力。

[0134] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

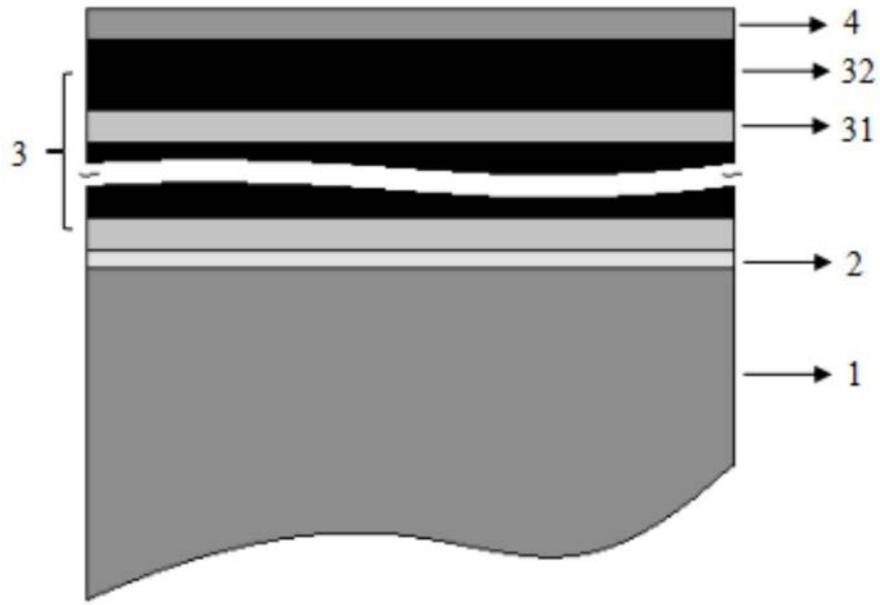


图1

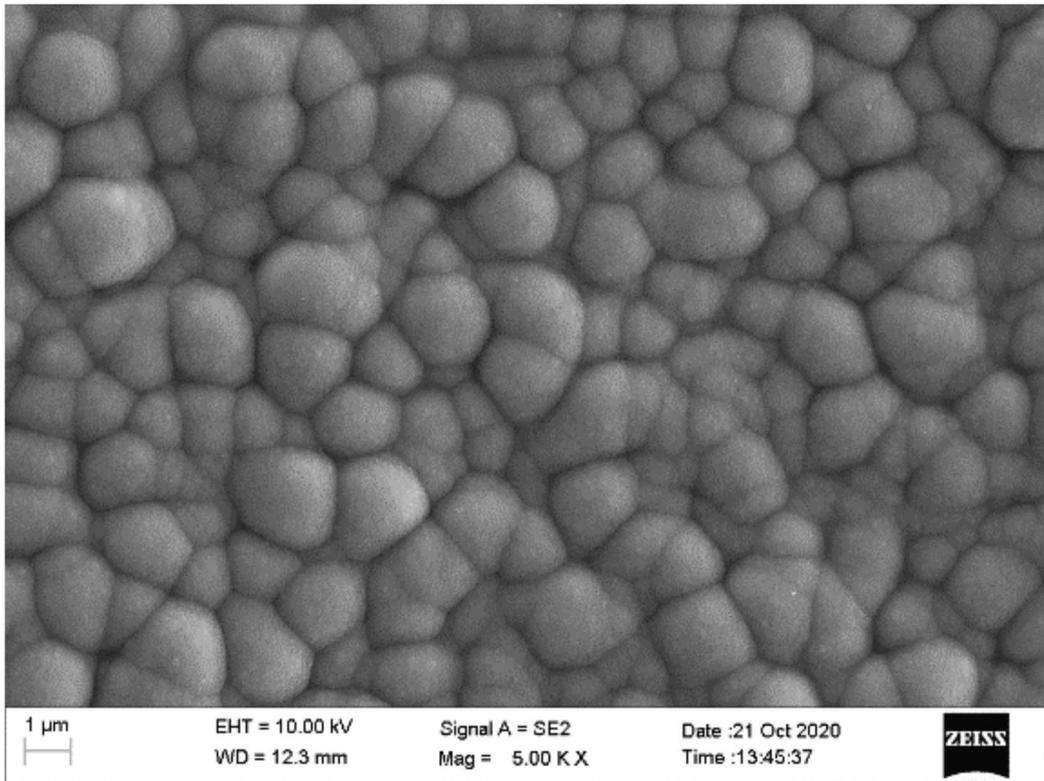


图2

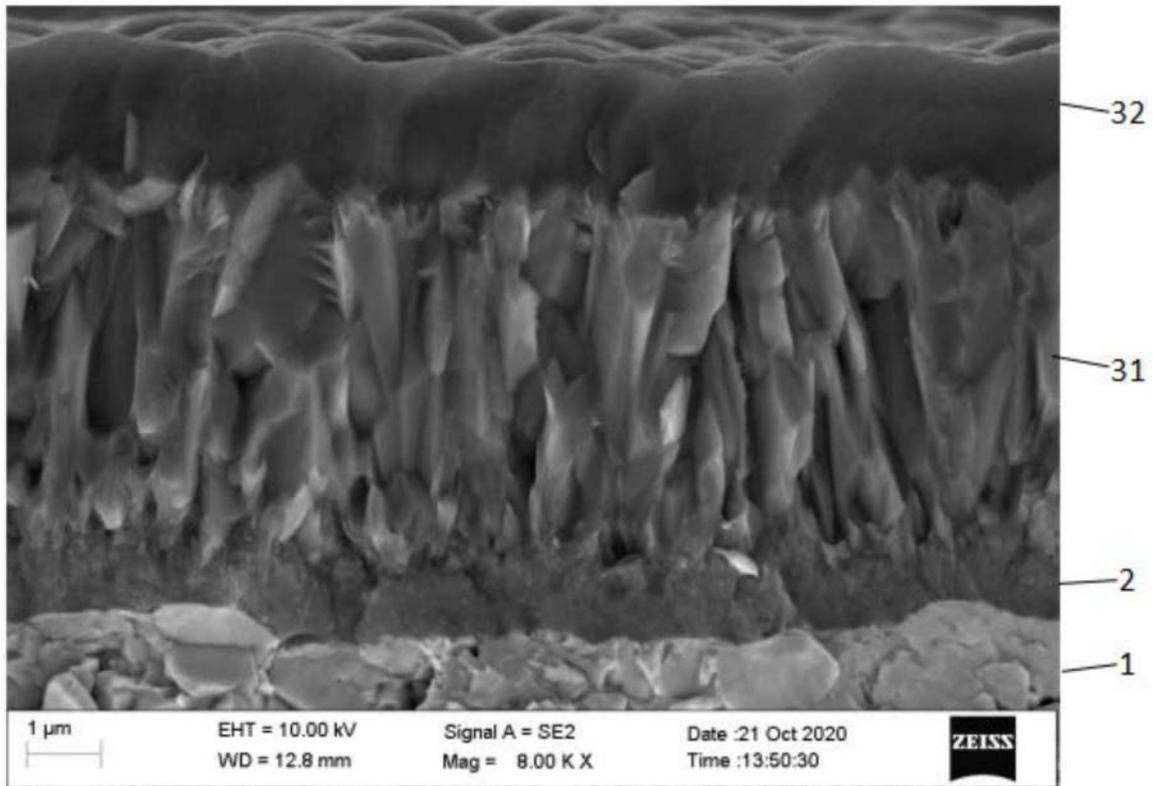


图3

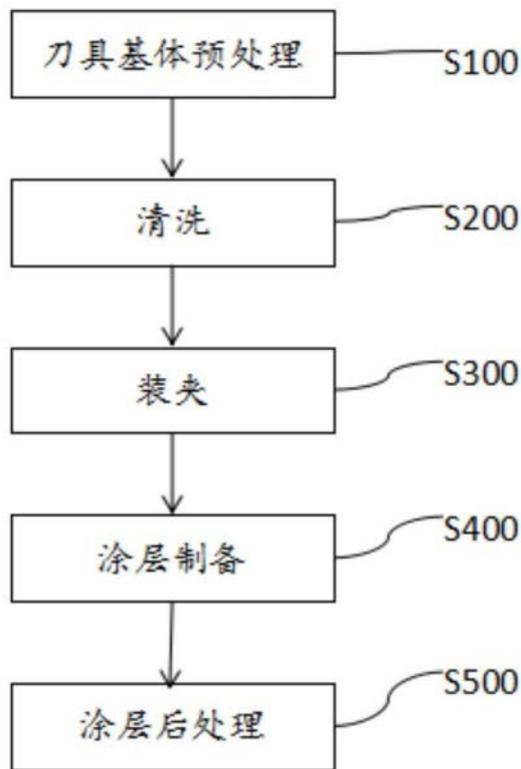


图4