



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1978192 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200610153134. 2

B23Q 15/08 (2006. 01)

(22) 申请日 2006. 12. 08

B23Q 15/013 (2006. 01)

B23C 5/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

0502694-3 2005. 12. 08 SE

(56) 对比文件

US 6326093 B1, 2001. 12. 04,

(73) 专利权人 山特维克知识产权股份有限公司

地址 瑞典桑德维肯

审查员 王晓燕

(72) 发明人 谢尔·努德勒夫

玛丽亚·阿斯特兰德

托里尔·米尔特韦特

安德斯·伦德奎斯特

马茨·阿尔格伦

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 梁晓广 陆锦华

(51) Int. Cl.

B32B 33/00 (2006. 01)

C22C 29/02 (2006. 01)

C23C 30/00 (2006. 01)

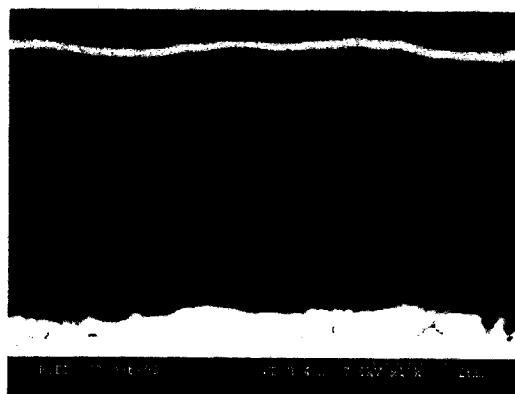
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于铣削钢的刀片

(57) 摘要

本发明涉及一种切削工具,如硬质合金刀片、整体硬质合金钻头或者铣刀或者硬质合金刀头,特别用于铣削钢、不锈钢、HRSA、钛或者该组中任何的合金材料,包括硬质合金基底和非周期多层涂层,硬质合金基底具有 10% Co, 0.39% Cr 和余量碳化钨,涂层本质上是由 A+B+A+B+... 层组成的非周期多层涂层,其中子层 A 和 B 分别由 $Al_xTi_{1-x}N$ 和 $Ti_yAl_{1-y}N$ 组成。每个 A+B 序列的一般平均厚度为 30-300nm,涂层的总厚度为 0.5-20nm。在整个涂层上平均的总化学成分由 $Ti_zAl_{1-z}N$ 组成,其中 z 的范围为 0.40-0.70。



1. 一种切削刀片,包括硬质合金基底和涂层,其特征在于,
基底含有 WC,8-11wt % Co 和 0.1-0.5wt % Cr,矫顽力范围在 18-22kA/m, CW 比为 0.78-0.90,
涂层含有片状的 A+B+A+B+... 多层结构,其中 A 和 B 层分别由多晶 $Al_xTi_{1-x}N$ 和 $Ti_yAl_{1-y}N$ 以非重复的形式组成, x 为 0.4-0.7, y 为 0.6-1, 一个 A+B 子层的平均厚度在 30-300nm 范围内,实际上可以任意变化,多层涂层的总厚度为 0.5 μm -15 μm 。
2. 如权利要求 1 所述的切削刀片,其特征在于外部 $Ti_bAl_{1-b}N$ 层, $b = 0.8-0.9$, 具有足够的厚度以显示出可见的、同质的古铜色外观,厚度为 0.1-1 μm 。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的切削刀片,其特征在于,在全部涂层上平均的总化学成分表达式为 $Ti_zAl_{1-z}N$, $z = 0.4-0.7$ 。
4. 如权利要求 1 所述的切削刀片,其特征在于,基底含有 9.5-10.5wt % Co 和 0.38-0.40wt % Cr,矫顽力范围在 19-21kA/m, CW 比为 0.80-0.89,并且
对于涂层, x 为 0.5-0.67, y 为 0.75-1, 且 $x < y$, 一个 A+B 子层的平均厚度在 60-120nm 范围内,且多层涂层的总厚度为 1 μm -10 μm 。
5. 如权利要求 1 所述的切削刀片,其特征在于,基底含有 9.9-10.1wt % Co,矫顽力范围在 19.8-20.2kA/m, CW 比为 0.83-0.87,并且
多层涂层的总厚度在斜面上为 1 μm -5 μm ,在侧面上为 2 μm -8 μm 。
6. 一种含有硬质合金基底和涂层的切削刀片的制备方法,其特征在于,提供含有 WC, 8-11wt % Cr 和 0.1-0.5wt % Cr,矫顽力 18-22kA/m 和 CW 比为 0.78-0.90 的基底,和在 N_2 或 N_2+Ar 混合气体气氛中,使用两或三对由纯 Ti 和 / 或 TiAl 合金组成的电弧光源,利用阴极电弧蒸发沉积含有 A+B+A+B+... 的薄片状多层结构的涂层,其中 A 和 B 层分别由多晶 $Al_xTi_{1-x}N$ 和 $Ti_yAl_{1-y}N$ 以非重复的形式组成, x 为 0.4-0.7, y 为 0.6-1, A+B 子层的平均厚度在 30-300nm 范围内,实际上可以任意变化,多层涂层的总厚度为 0.5 μm -15 μm 。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,沉积外部 $Ti_bAl_{1-b}N$ 层, $b = 0.8-0.9$, 具有足够的厚度以提供可见的同质古铜色外观,厚度为 0.1-1 μm 。
8. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,基底含有 9.5-10.5wt % Co,并且
对于涂层, x 为 0.5-0.67, y 为 0.75-1, 一个 A+B 子层的平均厚度在 60-120nm 范围内,且多层涂层的总厚度为 1 μm -10 μm 。
9. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,多层涂层的总厚度在斜面上为 1 μm -5 μm ,在侧面上为 2 μm -8 μm 。
10. 如权利要求 1-5 的切削刀片在合金钢和不锈钢的金属铣削中的应用,干燥条件,并且切削速度和进料速度如下:
 $V_c = 25-350m/min$ 和 $f_z : 0.04-0.4mm/$ 齿的条件下以 90° 角铣削,或者,
 $V_c : 25-350m/min$ 和 $f_z : 0.05-0.7mm/$ 齿的条件下铣面在 $45^\circ \sim 75^\circ$ 进入角,或者,
 $V_c : 25-350m/min$ 和 $f_z : 0.30-3.0mm/$ 齿的条件下,应用高速进料铣削。

用于铣削钢的刀片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于加工钢或不锈钢的涂层硬质合金刀片，具有所要求的高耐磨性和高的边缘韧性。

背景技术

[0002] 在一般的铣削加工中，刀片上的热负荷将随着时间而发生变化，这经常会诱发热应力并且随后可在涂层中产生热致裂缝。在热变化比干式加工更明显的冷 / 湿式加工中，这尤其是个值得关注的问题。

[0003] 铣削中常见的磨损机理是裂化，然后碎屑或切削刃的碎片从基底剩余部分松散开。因此，提高边缘韧性对延长刀具的使用期限是非常重要的。一种可能降低热裂以及其它原因导致的裂化的方法是使用多层涂层。希望多层涂层作为开裂抑制剂，当沿着涂层向下出现初始裂隙时，可在任何子层界面处将其重新定向。当在硬耐磨层之间插入较软的子层时，希望可以显现出多层涂层的另一个优点。较软层可以吸收冲击，因此可抑止裂隙贯穿全部涂层。

[0004] W098/48072 涉及一种切削工具，其含有烧结硬质合金、陶瓷或高速钢的本体，在本体上，至少在本体表面起作用的部分上涂覆一层薄的、粘附的、硬耐磨层。该涂层包括层状多晶难熔化合物的多层结构，非重复地形成 MX+NX+MX+NX...，其中交替层 MX 和 NX 由金属氮化物或金属碳化物组成。单层厚度的排序在整个多层机构中基本上是非周期的。

发明内容

[0005] 本发明的一个目的是提供一种切削工具刀片，其能够承受间歇加工（如，铣削钢）中常见的磨损机理。

[0006] 已经发现，具有高含量铝的 (Ti, Al)N 耐磨层与具有高含量钛的较软 (Ti, Al)N 薄层交错形成的薄多层结构赋予涂层在间歇操作中更高的耐裂性。

附图说明

[0007] 图 1 显示的是具有所有单个多层的涂层的扫描电子显微镜 (SEM) 照片。图 2 显示的是涂层详细情况的 SEM 照片，其中测试了各单个涂层并且层状结构基本非周期的性质是明显的。

具体实施方式

[0008] 根据本发明，提供了一种硬质合金本体的涂敷切削工具刀片，其成分为 8-11wt% 的 Co，优选地 9.5-10.5wt% 的 Co，最优选地 9.9-10.1wt% 的 Co，0.1-0.5wt% 的 Cr，优选地 0.38-0.40wt% 的 Cr 和余量的 WC。该硬质合金本体还可含有较少量的其它元素，其含量与工艺杂质 (technical impurity) 含量相当。矫顽力为 18-22KA/m，优选地 19-21KA/m，最优选地 19.8-20.2KA/m。将钴粘结相与一定量的 W 和 Cr 熔成合金，赋予本发明硬质合金切削

刀片要求的性能。粘结相中的 W 和 Cr 影响了钴的磁性,因此与 CW 比有关,将其定义为

[0009] $CW \text{ 比} = \text{磁性} \% \text{ Co} / \text{wt} \% \text{ Co}$

[0010] 其中磁性% Co 是本体中磁性材料的测定重量百分数,wt% Co 是本体中 Co 的重量百分数。

[0011] CW 比在 1 和约 0.75 之间变化,这取决于粘结相的合金化程度。较低的 CW 比对应于较高的 W 和 Cr 含量,CW 比=1 相当于在粘结相中实际上没有 W 和 Cr。

[0012] 根据本发明现在已经发现,如果硬质合金本体的 CW 比为 0.78-0.90,优选地为 0.80-0.89,和最优选地为 0.83-0.87,就会获得提高的切割性能。该硬质合金还可含有少量,<1 体积%的 η 相 (M_6C),而不会带来任何不利影响。根据本发明,从指定的 CW 比 (<1),还要求硬质合金本体中不能有任何游离石墨。

[0013] 根据本发明的刀片,具有由二元 A+B+A+B+... 结构组成的多层非周期 TiAlN,薄的交替子层 A 和 B 在整个涂层中反复。将 A+B 子层的一个序列在这里表示为薄片。由于涂层的非周期性,每组薄片的厚度不同,但薄片的平均厚度在 30-300nm 之内,优选地在 60-120nm。子层 A 包括 $Al_xTi_{1-x}N$,其中 x 为 0.40-0.7,优选地 0.5-0.67。层 B 包括 $Ti_yAl_{1-y}N$,其中 y 为 0.6-1,优选地 0.75-1。对于全部涂层的化学计量,通过例如微探针或 EDS 测量,在 $Ti_zAl_{1-z}N$ 范围内,z:0.40-0.7,优选地 0.45-0.6。多层涂层的总厚度在斜面 (rake side) 上为 0.5 μm -15 μm ,优选地 1 μm -10 μm ,更优选地 1-5 μm ,在侧面 (flank side) 上为 2-8 μm 。在一个优选的实施方案中,具有外部 $Ti_bAl_{1-b}N$ 层, $b = 0.8-0.9$,优选地 0.82-0.85,其具有足够的厚度以提供一种可见的、同质的古铜色外观,优选厚度为 0.1-1 μm 。

[0014] 本发明还涉及一种含有硬质合金基底和涂层的切削刀片的制备方法。根据该方法,含有 WC,8-11wt% 的 Co,优选 9.5-10.5wt% 的 Co 和 0.1-0.5wt% Cr 的基底,矫顽力为 18-22kA/m,优选 19-21kA/m,最优选 19.8-20.2kA/m,CW 比在 0.78-0.90,优选地在 0.80-0.89,和最优选地在 0.83-0.87 范围内。在该基底上沉淀的涂层含有 A+B+A+B+... 的层状多层结构,其中层 A 和 B 分别由多晶 $Al_xTi_{1-x}N$ 和 $Ti_yAl_{1-y}N$ 以非重复形式构成, $x = 0.40-0.70$,优选地 0.50-0.67,和 $y = 0.60-1.00$,优选地 0.75-1.00,一个 A+B 子层的平均厚度在 30-300nm 范围之内,优选地 60-120nm,基本上可任意变化。多层涂层在斜面上的总厚度为 0.5 μm -15 μm ,优选地 1 μm -10 μm ,更优选地 1-5 μm ,在侧面上的厚度 2-8 μm 。在 N_2 或 N_2+Ar 混合气体气氛中,用两对或三对由纯净 Ti 和 / 或 TiAl 合金组成的弧光源,使用阴极电弧蒸发法沉积涂层。在优选的实施方案中,沉积外部 $Ti_bAl_{1-b}N$ 层, $b = 0.8-0.9$,优选地 0.82-0.85,其厚度足够提供一种可见的、同质的古铜色外观,厚度优选为 0.1-1 μm 。

[0015] 本发明还涉及上述切削工具刀片在铣削合金钢和不锈钢中的应用,优选在干燥条件下进行,切削速度和进料速度如下表:

[0016] 铣削进入角为 90 度:

[0017] $\rightarrow V_c: 25-350\text{m/min}$,优选 50-250m/min 和 $f_z: 0.04-0.4\text{mm/齿}$ 铣面 (45-75 度进入角):

[0018] $\rightarrow V_c: 25-350\text{m/min}$,优选 50-250m/min 和 $f_z: 0.05-0.7\text{mm/齿}$ 高速进料铣削方案:

[0019] $\rightarrow V_c: 25-350\text{m/min}$,和 $f_z: 0.30-3.0\text{mm/齿}$,优选 0.3-1.8mm/齿。

[0020] 实施例 1

[0021] 通过阴极电弧蒸发法在硬质合金铣削刀片上用 10wt% Co,0.4wt% Cr 和余量 WC

的组合物沉积非周期的多层,用 Foerster 仪器公司的 FÖRSTER KOERZIMAT CS 1.096 测量的矫顽力为 20.2kA/m, CW 比为 0.85。将一对 $\text{Ti}_{84}\text{Al}_{16}$ 靶和两对 $\text{Ti}_{33}\text{Al}_{67}$ 靶与刀片安装在三折 (fold) 旋转基底工作台上,沉积多层获得非周期结构。在 N_2 气氛中进行电弧蒸发。涂层的总厚度为 2-9 μm , 因不同的批次、刀片而有所差异,并且在整个刀片表面上不同。涂层由二元的 A+B+A+B+... 非周期多层组成,即由具有非重复厚度的层组成,但层 A+B 平均厚度为 60-120nm。最外层用 $\text{Ti}_{84}\text{Al}_{16}\text{N}$ 涂覆刀片,使其呈现出青铜色。

[0022] 在图 1 和 2 中可以看到涂层横截面的 SEM 照片。非周期的性质可以从图 2 中看出。子层中的弯曲至少在一定程度上是由基底的粗糙度造成的。

[0023] 涂层具有在两个子层 A 和 B 成分之间的平均成分 $\text{Ti}_z\text{Al}_{1-z}\text{N}$ 。在侧面的中心用微探针测得这种平均组成。获得的成分相当于 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$ 。

[0024] 对实施例 2-7 的说明:

[0025] 以下是在金属切削中常用的符号 / 术语,并在下表中解释:

[0026] $V_c(\text{m/min})$: 切削速度,米 / 分钟

[0027] $f_z(\text{mm/tooth})$: 进料速度,毫米 / 齿

[0028] $z(\text{number})$: 刀具的齿数

[0029] $a_e(\text{mm})$: 径向切割深度,毫米

[0030] $a_p(\text{mm})$: 轴向切割深度,毫米

[0031] $D(\text{mm})$: 刀具直径,毫米

[0032] 实施例 2

[0033] 测试实施例 1 的刀片并与参照例 A 相比较,参照例 A 含有同样的基底,具有相同厚度的同质 $\text{Ti}_{33}\text{Al}_{67}\text{N}$ 层。两个刀片的几何形状都是 R390-11T0308M-PM。在低合金钢中以 $V_c = 150\text{m/min}$, $f_z = 0.15\text{mm/齿}$, $a_e = 25\text{mm}$, $a_p = 3\text{mm}$, $z = 3$, $D = 25\text{mm}$ 的条件下对它们测试。冷却剂为乳剂。实施例 1 的刀片在使用中维持了 56 分钟,而参考例 A 仅维持了 29 分钟。在磨损类型中增加工具寿命决定性的差异在于在边缘线中含有较少的碎屑。

[0034] 实施例 3

[0035] 测试实施例 1 的刀片并与参考例 A (同质 $\text{Ti}_{33}\text{Al}_{67}\text{N}$ 层) 以及参考例 B (TiN 多层与 TiCN 形成夹层,和顶部为较厚的 TiCN 层) 相比较。各种情况下的几何形状都是 N331A-145008 H-WL。加工材料是非合金钢。干燥条件。切削条件是 $V_c = 466\text{m/min}$, $f_z = 0.22\text{mm/齿}$ 。参照例 B 持续了 2.3 分钟,参照例 A 持续了 9 分钟。9 分钟后,实施例 1 的多层刀片依然可以使用,只有很少的磨损迹象,而其它两个刀片由于遭到严重破坏已经不能使用。在磨损类型中增加工具寿命决定性的差异在于在边缘线中含有较少的碎屑。

[0036] 实施例 4

[0037] 对具有 R300-1648M-PH 几何形状,与实施例 1 具有相同基底成分和相同涂层的刀片进行测试,并与在刀片上与同批基底沉积相同厚度的同质 $\text{Ti}_{33}\text{Al}_{67}\text{N}$ 层的参考例 A 比较。本例中采用的加工材料是硬度为 48HRC 的工具钢。切削数据是: $V_c = 35\text{m/min}$, $f_z = 0.5\text{mm/齿}$, $z = 6$, $a_p = 1.5\text{mm}$, $D = 63\text{mm}$, $a_e = 30-64\text{mm}$ 。冷却剂: 空气吹冷。在本测试中,工具的寿命是 17 分钟,与参考例 A 的仅仅 12 分钟相比增加了 42%。在增加工具寿命的磨损类型中的决定性差异在于具有较高的槽口耐磨性。

[0038] 实施例 5

[0039] 测试实施例 1 中的刀片并与参考例 A 以及参考例 B 比较。全部情形下的几何形状都是 R390-11 T0308M-PM。加工材料是硬度为 220HB 的合金钢。切削条件是 $V_c = 94\text{m/min}$, $f_z = 0.055\text{mm/齿}$ 。干燥条件。参考例 B 可以加工 16 个零件,参考例 A 可以加工 24 个,而实施例 1 中的刀片可以加工 40 个零件。在磨损类型中增加工具寿命决定性的差异在于在边缘线中含有较少的碎屑。

[0040] 实施例 6

[0041] 测试实施例 1 中的刀片并与参考例 A 以及参考例 B 比较。全部情形下的几何形状都是 CM245-12T3 E-PL。加工材料是奥氏体不锈钢。切削数据: $V_c = 250\text{m/min}$, $f_z = 0.09\text{mm/齿}$, $a_p = 2\text{mm}$, $a_e = 50\text{mm}$, $z = 1$ 。干燥条件。在这个测试中,实施例 1 中的刀片维持了 6 米,参考例 A 维持了 3.5 米,参考例 B 维持了 3 米。实施例 1 中的多层刀片的工作性能明显优于其它变形体。增加工具寿命的磨损类型中的决定性差异在于较高的边缘线韧性(无裂缝,无边缘断裂)。

[0042] 实施例 7

[0043] 按照专利申请 W001/16389 实施例 1 中的方法测试实施例 1 中的刀片并与参考例 C 比较。在各种情形下的几何形状是 R210-140512M-PM。本例中采用的加工材料是硬度为 45HRC 的工具钢。切削数据: $V_c = 90\text{m/min}$, $f_z = 0.58\text{mm/齿}$, $a_p = 1\text{mm}$, $a_e = 38.6\text{mm}$, $z = 1$, $D = 66\text{mm}$ 。干燥条件。在这个测试中,实施例 1 的刀片维持 34 分钟,而参考例 C 最高达到 14 分钟。增加工具寿命的磨损类型中的决定性差异在于具有较高的槽口耐磨性。

[0044] 总之,本发明的刀片能够优于其它测试刀片承受各种磨损环境,这表明在不稳定的条件下,其边缘线行为具有更高可预见性和更高的可靠性。允许改善切削数据。

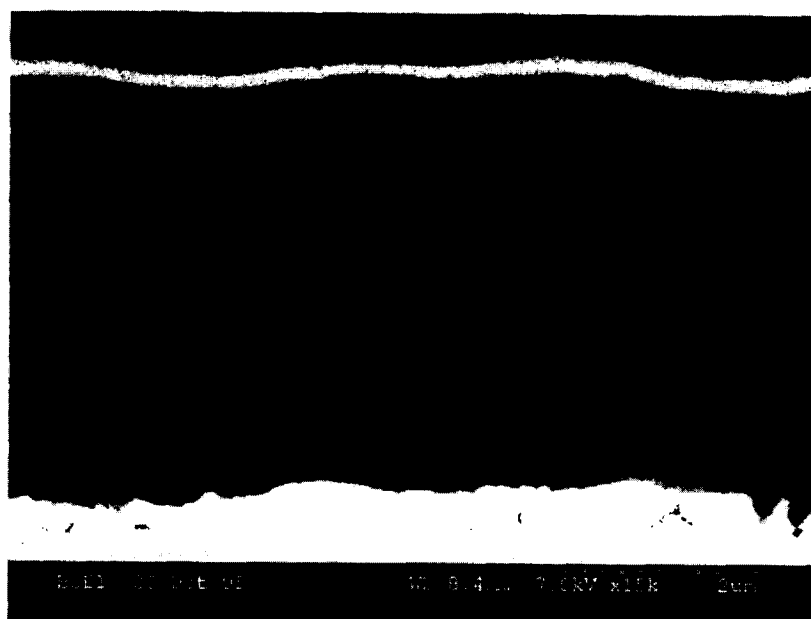


图 1

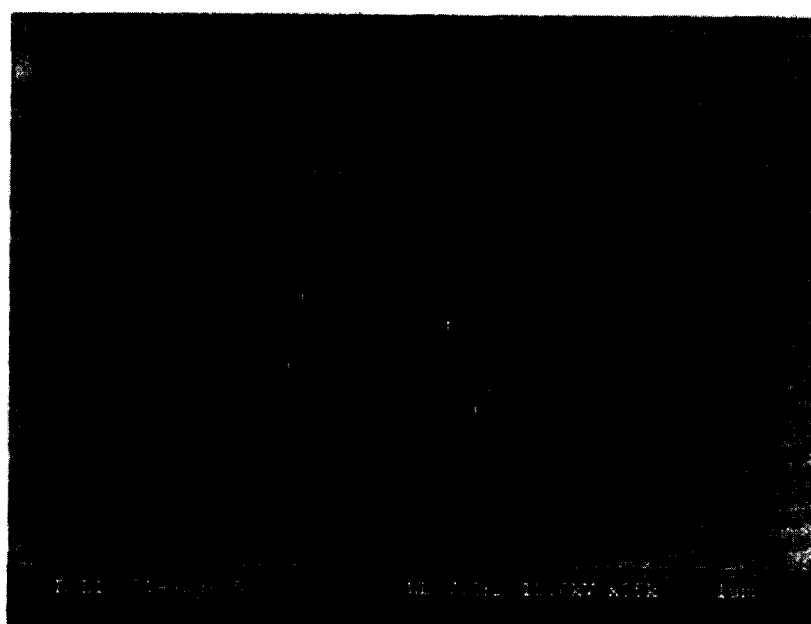


图 2