[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
B23B 27/14

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93121032.1

[45]授权公告日 2000 年 4 月 12 日

[11]授权公告号 CN 1051263C

[22]申请日 1993.12.18 [24]颁证日 2000.1.15
[21]申请号 93121032.1
[30]优先权
[32]1992.12.18 [33]SE [31]9203852-0
[73]专利权人 桑德维克公司
地址 瑞典桑德维肯
[72]发明人 B·伦博格 A·林纳德
[56]参考文献

US3736107	1973. 5.29	B22F7/00
US5071696	1991.10.10	B32B9/00

审查员 22 52

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 徐汝巽

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 0 页

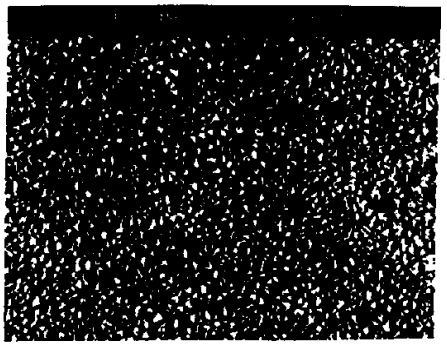
[54]发明名称 氧化物涂层切削刀具

[57]摘要

本发明提供了一种涂有难熔的单一或多层涂层的刀体，其中特定的层具有可控 的显微结构和相组成，其结晶平面是在对涂层刀体表面较佳的方向上生成的。

所述涂层包含一个或多个难熔层，其中至少一层为 $\alpha-Al_2O_3$ 的密致细 晶粒层，最好是在(012)方向上形成结构组织。

本发明的涂层刀具在加工钢，铸铁，特别是球墨铸铁时表面光洁度极好，耐磨 性和韧性也大大地改善。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1.至少部分地涂有一层或多层难熔层的刀体，其中至少有一层为氧化铝，所述氧化铝层厚度为 d=0.5 ~ 25μm，并由单一相的α－结构组成，其晶粒尺寸（S）为：

0.5μm<S<1μm（对于 0.5μm<d<2.5μm）和

0.5μm<S<3μm（对于 2.5μm<d<25μm），

其特征在于：对于等晶平面的（012）生长方向，所述氧化铝层的组织系数大于 1.3，它定义如下：

$$TC(012) = \frac{I(012)}{I_o(012)} \left\{ \frac{1}{n} \sum \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \right\}^{-1}$$

式中

I(hkl)－－测得的(hkl)反射强度；

Io(hkl)－－ASTM 标准粉末晶格衍射数据的标准强度；

n －－计算中所用的反射数目

所采用的(hkl)反射为：（012），（104），（110），（113），（024），（116）。

2.根据权利要求 1 的刀体，其特征在于：难熔涂层的 表面粗糙度(Ra)在测量长度 0.25mm 上小于 0.3μm。

3.根据权利要求 1 或 2 的刀体，其特征在于，所述氧化铝的组织系数大于 1.5。

4.根据权利要求 1 的刀体，其特征在于，刀体中所述氧化铝层

为最外层。

5.根据权利要求 1 的刀体，其特征在于，刀体中所述氧化铝层与 TiCxNyOz 层接触。

6.根据权利要求 5 的刀体，其特征在于：刀体中所述 TiCxNyOz 层为涂层的最内层。

7.根据权利要求 1 的刀体，其特征在于：所述刀体为硬质合金，钛基碳氮化物或陶瓷切削刀具刀片。

说　明　书

氧化物涂层切削刀具

本发明涉及切削成形加工的涂层切削刀具。

在工业生产实践中，在切削刀具上采用化学气相沉积（CVD）氧化铝的方法已有15年多的历史了。在文献中已广泛讨论了Al_2O_3以及其他难熔材料的磨损性质。

CVD一技术也已用于制备其他金属的氧化物、碳化物和氮化物的涂层，这些金属一般是从周期表的IVB，VB和VIB，族的过渡金属中选择的。这些化合物中有许多已经作为耐磨或保护涂层获得了实际应用，但是很少有象TiC，TiN和Al_2O_3这样获得如此多的注意。

涂敷各种形式的Al_2O_3涂层，例如纯的K—Al_2O_3，k—和α—Al_2O_3混合物以及晶粒很粗的α—Al_2O_3的硬质合金切削刀具工业上已经应用多年了。当用于加工球墨铸铁时，这些氧化物涂层产品没有一种具有理想的切削性能。球墨铸铁是一种难加工的工件材料，因为它粘附在刀具的切削刃上，使得切削刃上的涂层连续不断地和迅速地被去除，从而缩短了切削刀片的刀具寿命。

Al_2O_3结晶有几种不同的相：α，κ，γ，β，θ等。在耐磨Al_2O_3涂层的化学气相沉积（CVD）中最常遇到的两个相是热动力学上稳定的六方晶系α—相和亚稳的κ—相。一般，κ—相是细晶粒的，其晶粒尺寸在0.5～2.0μm范围内的通常有柱状的涂层形状。此外，κ—Al_2O_3涂层没有结晶缺陷，没有微孔或空洞。

α—Al_2O_3晶粒通常较粗，根据沉积条件的不同，其晶粒尺寸

为1—6μm。在这种情况下，通常更易出现气孔和结晶缺陷。

沉积在切削刀具上的CVD氧化铝涂层中常是α—和κ—两种相并存。在工业切削刀具中，Al_2O_3通常是加在TiC涂覆碳化物或陶瓷基片上的（例外，参见美国专利 No. 3,837,896，现再颁美国专利No.29,420），因此TiC表面与氧化铝涂层之间的界面化学反应就特别重要。在这个意义上，TiC层也理解为包括具有分子式TiCxNyOz的层，其中TiC中的碳是完全地或部分地被氧和/或氮取代。

利用氧化物涂覆硬质合金切削刀具，以进一步增加其耐磨性的工作也是众所周知的，如美国重颁专利 No. 29,420和美国专利No. 4399168, 4018631, 4490191和4463033中所述。这些专利公开了氧化物涂层刀体和不同的预处理（如涂TiC的硬质合金）如何提高相继沉积的氧化物的粘附性的。虽然，所述方法结果使氧化铝层能紧密地与硬质合金刀体或难熔层（例如邻接硬质合金的TiC）结合，但它们不可能如本发明中所述那样，产生特殊的Al_2O_3 α—多晶型物。

氧化铝涂层刀体在美国专利 No 3736,107和欧洲专利 No 040 3461和0408535中也已公开，其中Al_2O_3层包含有α，κ和α/κ多种组合。然而，这些专利没有说明α—多晶型物的理想显微结构和结晶组织，这正是本发明的目的。

因此，本发明的目的是，采用适当的成核作用和生长条件，在硬基片或最好是上述的TiCxNyOz涂层上提供具有理想的显微结构和

结晶组织的α－多晶型体的至少一个单一相的Al_2O_3层，从而使Al_2O_3层的上述性质能够稳定。

本发明的进一步目的是要提供一种氧化铝涂层切削刀具刀片，它在切削钢、不锈钢、铸铁、特别是球墨铸铁方面有改进的切削性能。

图1表示根据本发明的典型的Al_2O_3涂层的2000倍放大的扫描电子显微境（SEM）的显微照片的顶视图。

本发明提供了一种切削刀具，它包含一个硬合金刀体，其上镀上一层耐磨涂层。涂层包括一个或几个难熔层，其中至少有一层为密致的、细晶粒的和最好是α－多晶型物构造的Al_2O_3层。

本发明的涂层切削刀具，当用于加工钢或铸铁，特别是假如其表面进一步经过加工喷砂平整后，与先有技术的刀具相比，显示了改进的抗磨性和韧性。

更具体地说，涂层刀具包括一个烧结的硬质合金刀体或最好在金属粘接剂相中至少有一个金属碳化物的金属陶瓷或陶瓷刀体基片。涂层结构的各单独层可为TiC或有关金属的碳化物，氮化物，碳氮化物，氧化碳化物和氧化碳氮化物，该金属选自周期表的ⅣB、ⅤB和ⅥB族金属、B、Al和Si及／或它们的混合物。至少所述各层中有一层与基片接触。然而，在涂层结构的各层中，至少有一层包含有细晶粒的，最好是单一相的α－Al_2O_3组织层，其厚度d＝0.5～25μm，晶粒尺寸为：

$0.5\mu m < S < 1\mu m$（对于$0.5\mu m < d < 2.5\mu m$）和

$0.5\mu m < 3\mu m$（对于$2.5\mu m < d < 25\mu m$）。

细晶粒的显微结构晶粒尺寸分布狭窄。最常见的是，80% 的Al_2O_3晶粒的晶粒尺寸为平均晶粒尺寸的±50%。

Al_2O_3涂层的晶粒尺寸是由5000倍放大下的SEM显微照片的顶视图决定的。在任意方向画三根直线，沿直线方向晶粒边界之间的平均距离取作晶粒尺寸的量度。

本发明的Al_2O_3层在（012）方向上具有优选的晶粒生长指向，这是由χ－射线衍射（XRD）测量决定的。组织系数TC（Texture Coefficient）可如下定义：

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \right\}^{-1}$$

式中　I（hkl）——（hkl）反射的测量强度；

Io（hkl）——ASTM标准粉末晶格衍射数据的标准强度；

n——计算中所用的反射数，所用的（hkl）反射为：（012），（104），（110），（113），（024），（116）。

根据本发明，对于（012）晶体平面组，TC大于1.3，最好是大于1.5。

根据本发明，涂层体的特征还可以进一步用在0.25mm测量长度上的小于0.3μm的难熔涂层的表面粗糙度（Ra）来表征。最好，Al_2O_3层为最外层。

本发明的组织Al_2O_3涂层是在Al_2O_3成核晶作用之前，仔细控制氢载体气体的氧化电位得到的，最好是低于20ppm的水，特别是低于5ppm。Al_2O_3的成核作用是按下列次序加入反应气体而开始的：CO_2，CO和Al_2O_3。在成核作用过程中，温度最好在1000℃左右。但是，精确的条件在一定程度上取决于所用的设备的设计。决定是否获得了要求的组织和根据本发明说明书去改进沉积的条件，需要时，去达到组织的量，都是本领域技术熟练者的范围。

本发明的α－Al_2O_3涂层是密致的，没有微孔和结晶缺陷。这是与以前的有关α－Al_2O_3涂层的报告相反的。

实例1

A）组成为5.5% Co、8.5% 立方体碳化物和其余部分为WC的硬质合金切削刀片用5μm厚的TiCN层涂敷，在相同的涂敷循环过程中，在依次的加工步骤内，沉积了细晶粒（1～2μm）的，7μm厚的α－Al_2O_3层。在Al_2O_3成核作用之前及其过程中，氢载体气体的氧化电位（即水蒸汽浓度）明显地设置在较低的水平10ppm，（见美国专利 No. 5071696）。

包括CO_2，CO和Al_2O_3的反应气体按给定的次序依次加入氢载体气体中。

在Al_2O_3沉积步骤中，气体混合物和其他工艺条件包括：

1		2	
CO_2：	4%	CO_2：	4%
Al_2O_3：	4%	CO_2：	4%
CO：	2%	H_2S：	0.2%
H_2：	剩余部分	H_2：	剩余部分
过程		过程	
压力：	65mbar	压力：	65mbar
温度：	1000℃	温度：	1030℃
持续时间：	1小时	持续时间：	5.5小时

XRD（X射线衍射）分析显示Al_2O_3涂层的单一α相中（012）平面的组织系数TC（012）为2.1。Al_2O_3涂层在0.25mm长度上的表面粗糙度为0.2μm。

B） A）中的硬质合金基片用TiCN（5μm）和Al_2O_3（7μm）涂敷，如A）中所作一样，只有一点例外，即Al_2O_3过程按照先有技术的方法进行，结果在涂层中形成粗的α－和细的κ－Al_2O_3晶粒的混合物。

C）具有和A）相同的基片和涂层组成及涂层厚度的刀具刀片，只有一点例外，即根据先有技术的含单一的相κ－多晶型物Al_2O_3涂层。

为了平整涂层表面，由A），B）和C）得到的涂层刀具刀片全部用150目的Al_2O_3粉末进行湿沫喷砂处理

然后，切削刀片在球墨铸铁（AISI60－40－18，DIN GGG 40）的平面加工工序中，对刃边和前斜面的剥落进行试验。被加工工件的形状应使在每一转过程中切削刃断续二次。

切削数据：

速度＝150m／min，

切削深度＝2.0mm及

进给量＝0.1mm／转

刀片在工件表面上切削一次。

结果用下表表示，表中表示已经剥落的切削刀刃边和剥落的前斜面面积对前斜面与工件切削之间的总接触面积之比的百分数。

		剥落（%）	
		刃　边	前斜面
A）	单一相／有结构组织的 $\alpha-Al_2O_3$（根据本发明）	0	0
B）	α／κ　Al_2O_3	40	5
C）	$\kappa-Al_2O_3$	15	45

实例2

实例1　A）的涂层刀片在有外表面粗加工和断续切削的加工工序中进行试验。试验是在切削刀具的最后一个使用者处理进行的，被加工工件为用球墨铸铁（AISI　60－40－18　　DIN　GGG 40）制的差速轮毂。

切削数据：

速度＝270～290m／min

切削深度＝2mm及

进给量＝0.4～0.55mm／转

具有和实例1中A）相同的碳化物组成并且进一步包含有2μmTiC和8μm Al_2O_3涂层的工业硬质合金切削刀具在切削试验中用作参考。根据先有技术的方法沉积Al_2O_3层，结果在涂层中形成粗α－和细κ－Al_2O_3晶粒的混合物。

所述工业刀具刀片频繁用于加工球墨铸铁。

在上述加工差速轮毂的试验中所使用的所有刀片都用150目Al_2O_3粉末进行了湿法喷砂处理。

加工了20个工件后，具有α／κ涂层的工业刀具刀片剥落严重，70%以上的切削刃边上的涂层有损失。本发明的实例1中A）的涂层刀片，在加工了40个工件后，只有不到10%的切削刃边出现剥落。

实例3

D）组成为6.5%、CO 8.8%立方体碳化物和其余为WC的硬度合金刀片如实例1 A）进行涂敷。得到了细晶粒的，在（012）方向被形成组织的密致的α－Al_2O_3涂层。

E） D）的硬度质合金基片按实例1中B）方法涂敷。得到了含有粗α和细κ－Al_2O_3晶粒混合物的氧化铝涂层。

为了平整涂层表面，D）和E） 的涂层刀具刀片全部用150目的

Al_2O_3粉末进行湿法喷砂处理。

然后，切削刀片在合金钢（AISI 1518, W—no. 10580）平面加工工序中进行刃边剥落试验。加工工件形状使得在每一转中，切剥刀刃断续三次。

切削数据：

速度＝130～220m／min

切削深度＝2mm和

进给量＝0.2mm／转

刀片在工件表面上作一次切削。

下面的结果是用剥落的切削刃边的百分数表示的。

	刃边剥落（%）
D) 单一相／有结构组织的$\alpha-Al_2O_3$（根据本发明）	0
E) α／κAl_2O_3	40

实例4

F）组成为6.5% CO、8.5%立方体碳化物及其余为WC的硬质合金刀片如例1中A）一样被涂层处理。得到了在（012）方向上被构造的6μm的细晶粒密致的$\alpha-Al_2O_3$涂层。

G） F）的硬质合金基片按实例1中B）方法涂敷。得到了含有粗α-和细$\kappa-Al_2O_3$晶粒混合物的氧化铝涂层。

为了平整涂层表面，F）和G） 的涂层刀具刀片全部用150目的Al_2O_3粉末进行湿法喷砂处理。

然后，切削刀片在奥氏体不锈钢（AISI 304L, W—no. 14306）的平面加工工序中进行前斜面剥落试验。加工工件的形状为管状，刀片在工件表面上切削二次。

切削数据：

速度＝140 m／min，

切削深度＝0～3mm和

进给量＝0.36 mm／转。

下面的结果是用在前斜面上剥落的面积与切屑和刀片前斜面之间的总接触面积之比的百分数表示的。

		前斜面剥落(%)
F）	单一相／有结构组织的$\alpha-Al_2O_3$（根据本发明）	25
G）	$\alpha/\kappa Al_2O_3$	65

实例5

H）组成为6.5%、CO、8.5%立方体碳化物，其余为WC的硬度合金刀片按实例4 F）进行涂敷。得到了在（012） 方向上有结构组织的6μm厚、细晶粒的密致$\alpha-Al_2O_3$涂层。

K） H）的硬质合金基片按实例4中G）进行涂敷。得到

了含有粗α－和细的κ－Al_2O_3晶粒混合物的氧化铝涂层。

为了平整涂层表面，H）和K） 的涂层刀具刀片全部用150目的Al_2O_3粉末进行湿法喷砂处理。

然后，切削刀片在冷锻钢（AISI 5015，W－no，17015）的平面加工工序中进行刃边剥落试验。被加工工件为一齿轮，刀片在工件表面上切削16次。

切削数据：

速度＝180 m／min，

切削深度＝1.5mm和

进给量＝0.25mm／转。

根据先有技术实例，下面的结果用剥落的切削刃边的百分数表示。

	刃边剥落（%）
H） 单一相／有结构组织的α－Al_2O_3（根据本发明）	0
K） α／κ Al_2O_3	55

说　明　书　附　图

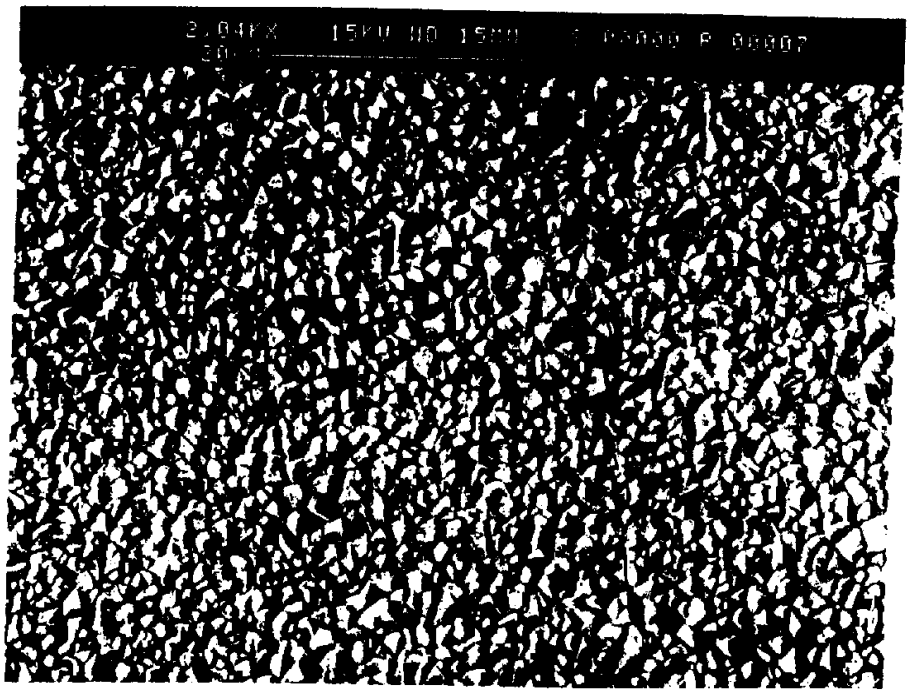


图 1