

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C23C 14/06 (2006.01)

B23C 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03107347.6

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1301341C

[22] 申请日 2003.3.20 [21] 申请号 03107347.6

[30] 优先权

[32] 2002.3.20 [33] SE [31] 0200871-2

[73] 专利权人 塞科机床公司

地址 瑞典法格什塔

[72] 发明人 安奈特·苏林 安德烈亚斯·拉松
雅各布·舍林

[56] 参考文献

US5984593A 1999.11.16

US6299992B1 2001.10.9

US5861210A 1999.1.19

CN1194015A 1998.9.23

JP4128362A 1992.4.28

审查员 李丹丹

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 张 浩

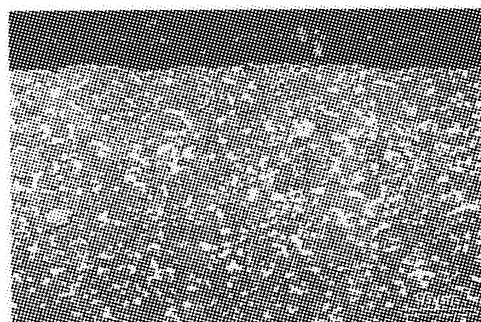
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称

PVD 涂覆的切削刀片

[57] 摘要

本发明涉及一种带有涂层、尤其是用于高速铣削合金钢、工具刚和铣削淬火钢的硬质合金刀片(切削刀具)。该刀具的特征是,其由 WC-Co 硬质合金组成,所述合金包括 NbC、TaC、W 合金粘结相和涂层,所述涂层包括柱状晶粒 Ti_xAl_yN 内层,其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$, $0.25 \leq x/y \leq 1.45$ 。



1.一种切削刀片，包括有硬质合金体和涂层，该刀片特别适用于对合金钢、工具钢的高速铣削和对淬火钢的铣削，其特征在于：所述硬质合金体包含有如下组分：7.9-8.6wt%的Co；0.5-2.1wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物，以及平均截取长度为0.4-0.9微米的余量WC，与W合金的粘结相的对应S值为0.81-0.95，Ta和Nb的重量浓度比为6，而所述涂层有一层柱状晶粒的 Ti_xAl_yN ，其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$ ，和 $0.25 \leq x/y \leq 1.45$ ，厚度为 $3.4 \mu m$ 。

2.根据权利要求1所述的切削刀片，其特征在于，所述硬质合金体包含有如下组分：8.0-8.5wt%的Co；0.7-1.8wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物，以及平均截取长度为0.5-0.8微米的余量WC，与W合金的粘结相的对应S值为0.82-0.94，其中 $0.33 \leq x/y \leq 1.1$ 。

3.根据权利要求1或2所述的切削刀片，其特征在于，所述涂层由一层柱状晶粒 Ti_xAl_yN 组成，其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$ ，和 $0.42 \leq x/y \leq 0.79$ 。

4.根据权利要求1或2所述的切削刀片，其特征在与，还包括一厚0.1-2微米的TiN外层。

5.根据权利要求4所述的切削刀片，其特征在与，所述TiN外层厚度为0.1-1.5微米。

6.一种制造切削刀片的方法，该切削刀片包括硬质合金体和涂层且特别适用于对低和中合金钢的高速铣削和对淬火钢的铣削，其特征在于，所沉积的所述硬质合金体包含有如下组分：7.9-8.6wt%的Co；0.5-2.1wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物，以及平均截取长度为0.4-0.9微米的余量WC，熔合W的粘结相所对应的S值为0.81-0.95，Ta和Nb的重量浓度比为6；所沉积的涂层有一层通过PVD工艺制成的柱状晶粒 Ti_xAl_yN 层，其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$ ，且 $0.25 \leq x/y \leq 1.45$ ，厚度为 $3.4 \mu m$ 。

7.根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所沉积的所述硬质合金体包含有如下组分：8.0-8.5wt%的Co；0.7-1.8wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物，以及平均截取长度为0.5-0.8微米的余量WC，熔合W的粘结

相所对应的 S 值为 0.82-0.94；所述 PVD 工艺为电弧蒸汽工艺，其中 $0.33 \leq x/y \leq 1.1$ 。

8.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，用已知的 PVD 工艺沉积所述柱状晶粒 Ti_xAl_yN 层，其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$ ，且 $0.42 \leq x/y \leq 0.79$ 。

9.如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，用已知的 PVD 工艺沉积 TiN 外层，该 TiN 外层厚 0.1-2 微米。

10.如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，该 TiN 外层厚为 0.1-1.5 微米。

11.一种如权利要求 1 所述的切削刀片的用途，根据切削速度和刀片的几何形状，所述切削刀片用于以平均切削厚度为 0.03-0.18mm 对合金钢、工具钢进行高速干铣削加工、以及对淬火钢以切削速度为 50-350m/min 进行干铣削加工。

PVD涂覆的切削刀片

技术领域

本发明涉及一种带有涂层的硬质合金刀片（切削刀具），尤其是用于高速铣削合金钢、工具钢和铣削淬火钢的硬质合金刀片（切削刀具）。

背景技术

在用带涂层的硬质合金刀具对钢、不锈钢和铸铁进行机加工时，切削刃随磨损机理的不同而有不同程度的磨损，如化学磨损（腐蚀），磨耗和磨损。在高切削速度下，在切削区将产生大量的热，并且切削刃也可能产生塑性变形，随后又会由于其他机理而产生更大程度的磨损。在铣削合金钢时，常产生很明显的磨损，并且经常由于保护涂层的剥落和破裂而产生刀刃开裂。

在特定的磨损形式下，能单独改善刀具的切削性能。然而，这常常会给其他的磨损性能带来消极效果。结果，好的刀具复合材料必须通过细致优化多种性能来设计实现。在铣削合金钢工具钢时，经常在淬硬状态下，在切削刃的塑性变形阻力和刀刃开裂阻力之间存在一个重要的平衡。增大塑性变形阻力和磨损阻力的一个简单方法就是降低粘结相的含量。然而，这将减少切削刀片的刚度，在振动或其铸造或锻造表面对这种性能存在要求的操作中，尤其会降低刀具的使用寿命。一个可选择的增加变形阻力的方法是添加象 TiC，TaC，和/或 NbC 的立方碳化物。然而，这种添加将对刀口缺口趋向以及梳状裂纹形状产生负面影响。在刀具性能中，应用抗磨损表面涂敷结构是一关键因素。通过化学气相沉积（CVD）方法，常常用来涂敷较厚和较多的抗磨损涂层。这些涂敷层常常也提高塑性变形阻力，但是也能在较大程度上减小刀刃的刚度。通过物理气相沉积（PVD）所形成的涂层，通常较薄，不能提供较好的抗热和塑性变形能力，但是产生了完整的优良刀刃，结果显示能很好地保护不产生刀刃开裂。

显而易见，同时改善刀具的所有性能非常困难，必须考虑硬质合金基

体、保护涂层及其组合的各种性能。经济的硬质合金等级常常根据一或几种上面提及的磨损形式来进行优化。这也意味着为特定的应用领域进行这些优化。

US6062776 公开了一种带涂层的切削刀片,尤其是用于磨削带有粗糙表面的低合金钢和中合金钢以及不锈钢,象铸造表面,锻造表面,热或冷轧辊表面或在不稳定状态下的预加工表面。该切削刀片的特征在于:包括一个 WC-Co 硬质合金和涂层,所述该合金具有低含量的立方碳化物和添加有相当少量 W 的粘结相,所述涂层包括有柱状颗粒 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 构成的最内层, TiN 最外层和 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的内层。

美国专利 US6117178 公开了一种带涂层的铣削刀片,尤其是用于在干或湿条件下铣削带有或不带有粗糙表面的低合金钢和中合金钢。该切削刀片的特征在于:包括一个 WC-Co 硬质合金和涂层,所述该合金具有低含量的立方碳化物和添加有高含量 W 的粘结相,所述涂层包括有柱状颗粒 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 构成的内层, $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的内层,最好还有 TiN 的最外层。

US6250855 披露了一种带有涂层的切削刀具,该刀具用于对不锈钢的高速干或湿的铣削。该刀片有一硬质合金体,所述合金体包括不添加立方碳化物的 WC-Co 组成的基体,所述涂层包括一层非常薄的 TiN 层,一个 Ti/Al 比率周期变化的 (Ti, Al) N 最内层和一个 TiN 最外层。

WO01/16389 披露了一种带有涂层的切削刀具,该刀具特别适用于在湿或干条件下对带或不带原始表面区的低和中等合金钢进行高速铣削,和对淬火钢进行高速铣削。该刀具的特征在于:包括一个 WC-Co 硬质合金和涂层,所述该合金具有低含量的立方碳化物和熔合相当少量 W 的粘结相,所述涂层包括有柱状颗粒 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 构成的最内层, TiN 最外层和 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的内层。

EP1103635 披露了一种切削刀具,该刀具特别适用于对低和中合金钢、不锈钢的干或湿的铣削,也可对不锈钢进行车削。所述切削刀具由一个其上带有多层耐热层的钴结碳化硬质合金基体组成。所述基体由 9.0-10.9% (重量) 的钴和 1.0-2.0% (重量) 的 TaC/NbC 组成,所述涂层由一个 MTCVD $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 层和一个由 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 组成的多层涂

敷层组成。

现已发现通过将许多不同特征组合,可获得具有优异切削性能的切削刀具。在对合金钢、工具钢进行高速切削和对淬火钢进行铣削时,优选的用于铣削的切削刀具具有优异的切削性能。在这些切削条件下,就上述的许多磨损形式而言,根据本发明所述的切削刀具显示出了改善的性能。

发明内容

本发明目的是为了克服上述现有技术的缺陷。

一方面,本发明提供一种切削刀片,包括有硬质合金体和涂层,该刀具特别适用于对合金钢、工具钢的高速铣削和对淬火钢的铣削,其特征在于:所述硬质合金体包含有如下组分:7.9-8.6wt%的Co;0.5-2.1wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物,以及平均截取长度为0.4-0.9微米的余量WC,与W合金的粘结相的对应S值为0.81-0.95,Ta和Nb的重量浓度比为6,而所述涂层有一层柱状晶粒的 Ti_xAl_yN ,其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$,和 $0.25 \leq x/y \leq 1.45$,厚度为 $3.4 \mu m$ 。

另一方面,本发明提供一种制造切削刀片的方法,该切削刀片包括硬质合金体和涂层且特别适用于对低和中合金钢的高速铣削和对淬火钢的铣削,其特征在于,所沉积的所述硬质合金体包含有如下组分:7.9-8.6wt%的Co;0.5-2.1wt%的金属Ta和Nb的立方碳化物,以及平均截取长度为0.4-0.9微米的余量WC,熔合W的粘结相所对应的S值为0.81-0.95,Ta和Nb的重量浓度比为6;所沉积的涂层有一层通过PVD工艺制成的柱状晶粒 Ti_xAl_yN 层,其中 $0.8 \leq x+y \leq 1.2$,且 $0.25 \leq x/y \leq 1.45$,厚度为 $3.4 \mu m$ 。

此外,本发明还涉及上述切削刀片的用途,根据切削速度和刀具的几何形状,切削刀片用于以平均切削厚度为0.03-0.18mm对合金钢、工具钢进行高速干铣削加工以及对淬火钢以切削速度为50-350m/min进行干铣削加工。

附图描述

图1所示的是在放大2500X倍下,本发明所记述的带有涂层的硬质合金基体,其中

1. 硬质合金基体。
2. 最内层 Ti_xAl_yN 。
3. 最外层 TiN 。

具体实施方式

根据本发明所述的切削刀片包括一个硬质合金基体，该基体由一个相对较低含量的立方碳化物，一个结合从中等到高含量W的粘结相和一个细到中等尺寸晶粒的WC。基体还包括有一个抗磨涂层，所述涂层包括一个 Ti_xAl_yN 层和最外层 TiN 。

根据本发明，提供了一种带涂层的切削刀片，该刀片包括由硬质合金体，所述合金体包含有如下组分：7.9-8.6%（重量）的Co，优选8.0-8.5%（重量）的Co，最佳8.1-8.4%（重量）的Co；0.5-2.1%（重量），最佳0.7-1.8%（重量），优选0.9-1.5%（重量）的金属Ti、Nb和Ta的立方碳化物，以及余量WC。另外金属Ti、Ta和Nb还可以用元素周期表第IVb，Vb，VIb组的其它元素的碳化物代替。Ti的含量优选与工艺杂质相当。在优选实施例中，Ta和Nb的重量浓度比在1.0-12.0内，最佳为1.5-11.4，优选3.0-10.5。

钴粘结相与W中等到高度合金化，在粘结相中，W的含量表达为 S 值= $\sigma/16.1$ ，式中 σ 为所测的粘结相在 μTm^3Kg^{-1} 下测点的磁矩。 S 值取决于在粘结相中钨的含量，其值随W含量的减少而增大。因此，对于纯钴来讲，或者硬质合金与钴饱和粘结的粘结相而言， $S=1$ ，而对于含有数量与 η 相形式时的边界数量相对应的W的粘结相， $S=0.78$ 。

根据本发明，现已发现如果硬质合金体的 S 值为0.81-0.95，优选为0.82-0.94，最佳0.85-0.92的话，取得了改善的切削性能。

进一步，在光滑的典型横截面测量的碳化钨相的平均截取长度为0.4-0.9 μm ，优选0.5-0.8 μm 。通过在放大倍数为10000x的显微镜下进行图像分析所测的截取长度，并以大约1000个截取长度的平均值来计算截取长度。

优选实施例的涂层包括：

至少有一层柱状晶粒的 Ti_xAl_yN ，其中 $0.8 < x+y < 1.2$ ，和 $0.25 \leq x/y \leq$

1.45, 优选 $0.33 \leq x/y \leq 1.1$, 最佳 $0.42 \leq x/y \leq 0.79$; 厚度为 $0.5-7\mu\text{m}$, 优选 $1-6\mu\text{m}$, 最佳 $2-5\mu\text{m}$ 。

紧跟着最外层 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{N}$ 的是厚度为 $0.1-2\mu\text{m}$, 优选 $0.1-1.5\mu\text{m}$, 最佳 $0.2-1\mu\text{m}$ 的 TiN 层, 但是 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{N}$ 也能为最外层。

本发明还涉及一种制造上述切削刀具的方法, 所述切削刀具包含有如下组分: $7.9-8.6\%$ (重量) 的 Co, 优选 $8.0-8.5\%$ (重量) 的 Co, 最佳 $8.1-8.4\%$ (重量) 的 Co; $0.5-2.1\%$ (重量), 优选 $0.7-1.8\%$ (重量), 最佳 $0.9-1.5\%$ (重量) 的金属 Ti、Nb 和 Ta 的立方碳化物, 以及余量 WC。另外金属 Ti、Ta 和/或 Nb 还可以用元素周期表第 IVb, Vb, VIb 组的另外元素的碳化物代替。Ti 的含量优选与工艺杂质质量相当。在优选实施例中, Ta 和 Nb 的重量浓度比在 $1.0-12.0$ 内, 优选为 $1.5-11.4$, 最佳 $3.0-10.5$ 。

理想平均截取长度取决于起始粉末的颗粒尺寸和铣削和烧结条件, 还必须决定于实验条件。理想的 S 值取决于起始粉末和烧结条件, 也还必须决定于实验条件。

用 PVD 工艺进行涂层沉积, 优选电弧蒸发 (Arc Evaporation), 用合金或 Ti-Al 复合金属目标体。

本发明还涉及一种应用上述切削刀具的方法, 以平均切屑厚度为 $0.03-0.18\text{mm}$ 的条件对合金钢、工具钢进行高速干铣和对淬火钢以 $50-350\text{m/min}$ 的速度干铣时, 其决定于切削速度和刀具的几何形状。

例 1.

等级 A: 根据本发明, 硬质合金基体包括有如下组分: 8.2% (重量) 的 Co, 1.2% (重量) 的 TaC, 0.2% (重量) 的 NbC 和余量 WC, 与 W 合金的粘结对应于 S 值 $=0.87$, 其通过常规粉末铣削来制造, 压制压坯, 随后在 1430°C 烧结。通过对烧结后的微观结构的研究发现, 碳化钨相的平均截取长度为 $0.7\mu\text{m}$ 。根据本发明, 在电弧蒸汽系统对基体涂敷。在刀具涂敷之前, 在超声清洗线对其进行去脂并随地用 Ti 和 Ar 离子对其进行喷射清洗。在沉积过程中, 刀具连接在三折叠旋转固定夹具中, 所述固定夹具具有负偏差。应用 Ti 和 Ti-Al 合金目标体并在含 N_2 混合气下进行沉积。在一个小时的沉积周期中, 温度保持在 500°C , 随后的两层也在同

样的涂敷周期内沉积，厚为 $3.4\mu\text{m}$ 的 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{N}$ 层，其 $x/y=0.55$ ，接着是厚为 $0.2\mu\text{m}$ 的 TiN 层。各层的厚度用扫描电子显微镜（SEM）对刀具根部的横断面样品进行测量。 x/y 值取决于在 SEM 中所用的能量分散 X 射线能谱（EDS），如图 1。

B. 基体组分为：10%（重量）的 Co，0.5%（重量）的 Cr_3C_2 和余量 WC，与 W 合金的粘结相的对应 S 值=0.84，在 0.4 微米烧结体中的 WC 的平均截取长度与根据 A 所得的涂层的相结合（根据本发明）

操作	端面铣削
刀具直径	100mm
工件	Bar, 600mm × 80mm
材料	SS2244, 250HB
刀片型式	RPHT1204
切削速度	300m/min
进给量	0.25mm/齿
切削深度	2.5mm
切削宽度	80mm
冷却剂	无

结果	刀具寿命（分钟）
等级 A（根据本发明）	16
等级 B（根据本发明的涂层）	10

等级 A 的刀具寿命受限于其根部磨损。等级 B 的刀具寿命受限于切削刃破坏所引起的塑性变形。本实验显示，本发明中基体和涂层结合所制造的刀具的寿命比在没有添加立方碳化物时涂层与在前工艺中的基体以及 WC 相结合所制得的刀具的寿命长，上述与 WC 结合能在烧结体中产生了更好的平均截取长度。

例 2:

C:由等级 A 所制得的基体（根据本发明）。通过 CVD 工艺所得的基体有四层涂敷层，所述涂敷层都在同样的涂敷周期内沉积。首先通过使用 MTCVD 工艺沉积 0.3 微米厚的等轴晶粒的 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 层，其 $z < 1$ 和 x/y 大约：0.1；第二层是通过使用 MTCVD 工艺，用 31.1 微米厚的柱状晶粒的 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 曾在 835-850 摄氏度下涂布，产生的碳氮比为 x/y 大约等于 1.5， $z < 1$ 。第三层是大约 1000 摄氏度时沉积的 1.5 微米厚的 Al_2O_3 ，其基本相态为 κ 相。最后一层是富氮的等轴晶粒 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ ，其 $z < 0.1$ ， $y > 0.8$ ，沉积厚度为 0.3 微米。

操作	仿形铣削
刀具直径	35mm
工件	Bar, 350mm × 270mm
材料	SS2214, 40HRC
刀片型式	RPHT1204
切削速度	200m/min
进给量	0.2mm/齿
齿数	3
切削深度	2 mm
切削宽度	5-32mm
冷却剂	无

结果	刀具寿命（分钟）
等级 A（根据本发明）	40
等级 C（根据本发明的基体）	25

两种等级的刀具寿命均受限于刀口劈裂。由于受到磨损而引起涂层剥落和刀口过早劈裂，等级 C 的刀具寿命显著降低。这个实验表明，根据本发明所述的基体与涂层结合的刀具寿命长于基体与现有技术用 CVD 工

艺涂敷的较厚涂层结合的刀具寿命。

例 3:

等级 D: 由等级 A 所制得的基体 (根据本发明)。用 PVD 工艺在相同的涂敷周期内在基体上沉积两层涂层: 3.2 微米厚的 Ti_xAl_yN 层, 其 $x/y=1.63$, 接下来是 0.2 微米厚的 TiN 层。

操作	端面铣削
刀具直径	100mm
工件	Bar, 75mm × 600mm
材料	SS2244, 250HB
刀片型式	RPHT1203
切削速度	250m/min
进给量	0.25mm/齿
切削深度	2.5mm
切削宽度	75mm
冷却剂	无

结果	刀具寿命 (分钟)
等级 A (根据本发明)	21
等级 D (现有技术)	15

工具寿命受限于根部磨损。根据本发明, 抗磨损涂层越多, 等级 D 的工具寿命越长。

例 4:

等级 E: 经济的硬质合金刀具的组分如下: 9.4% (重量) 的 Co, 7.2% (重量) 的 TaC, 0.1% (重量) 的 NbC, 3.4% (重量) 的 TiC 和余量 WC。与 W 合金的粘结相的相应 S 值为 0.85, WC 的平均截取长度为 0.7 微米。刀片涂有 1.5 微米厚 (根部表面测得) 的 Ti_xAl_yN 层, 元素比为 $x/y=1.2$ 。

操作	仿形端面
刀具直径	35mm
工件	Bar, 350mm × 270mm
材料	SS2242, 38HRC
刀片型式	RPHT1204
切削速度	200m/min
进给量	0.22mm/齿
齿数	3
切削深度	2mm
切削宽度	5-32mm
冷却剂	无

结果	刀具寿命（分钟）
等级 A（根据本发明）	56
等级 E（现有技术）	41

刀具寿命受限于根部磨损和刀口断裂。等级E的较短刀具寿命表明，高含量立方碳化物对刀刃强度和断刃断裂阻刀具有副作用。

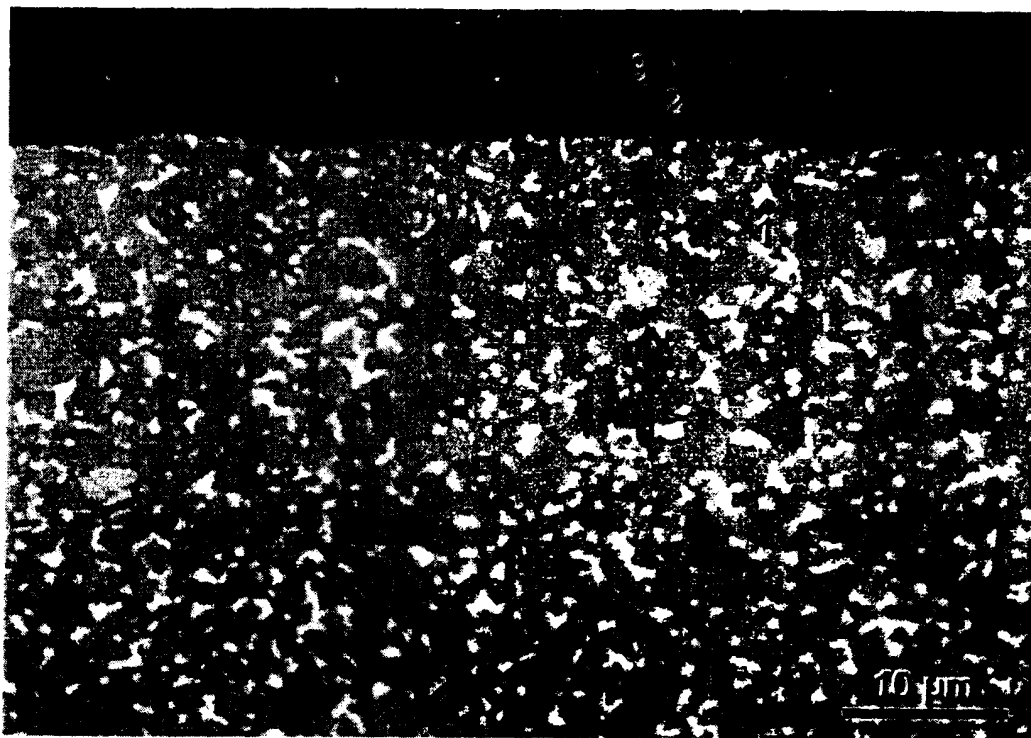


图 1