

文章编号:1673-9981(2011)01-0024-03

YG6 硬质合金表面火焰法沉积纳米复合碳涂层*

雷淑梅, 匡同春, 尹诗衡, 陈丽凤, 曾小平, 朱 斌

(华南理工大学分析测试中心, 广东 广州 510640)

摘 要:采用火焰法在抛光的 YG6 硬质合金表面沉积碳涂层, 用扫描电镜、X 射线衍射及显微激光拉曼光谱等分析手段对其形态及结构进行了表征。结果表明, 在火焰内焰长度为 50 mm、基体离火焰喷嘴距离为 30 mm、沉积温度约 850℃、沉积时间为 1 h 的工艺条件下, 可制备出纳米类球状金刚石聚晶和类金刚石的复合碳涂层。

关键词:YG6 硬质合金; 火焰法; 金刚石聚晶; 复合碳涂层

中图分类号: TB333

文献标识码: A

刀具涂层技术自问世以来, 对刀具性能的改善及加工技术的进步起着十分重要的作用, 在刀具中涂层刀具所占的比例已超过 50%。以硬质合金为基体的金刚石涂层刀具, 能有效地解决传统刀具材料硬度与韧性之间的矛盾, 其具有硬度高、抗冲击性能好、刀具寿命长、刀具形状随意及成本相对低廉等优点。金刚石薄膜涂层可以显著延长硬质合金刀具的使用寿命, 提高刀具的加工性能, 具有广阔的应用市场。此外, 随着纳米级超薄、超多层涂层及新型涂层材料的开发及应用速度的加快, 涂层技术将成为改善刀具性能的主要途径。高性能碳涂层主要有两方面的应用, 一类是作为工模具表面涂层材料, 一类是作为功能薄膜材料^[1-2]。制备工模具表面涂层材料的工艺, 其应具有沉积速率高、成本低及工艺简单可靠等优点。燃烧火焰法具有设备简单, 尤其是沉积碳涂层材料不需要真空容器, 沉积速度快, 可在大气中进行, 基底尺寸及沉积面积基本上不受限制等优点。本文采用氧乙炔火焰法, 在 YG6 硬质合金表面制备出纳米类球状金刚石聚晶和类金刚石复合碳涂层。

1 实验部分

1.1 试 样

试样以市售的型号为 C116 的 YG6 硬质合金刀

片为基体, 其成分为 WC-6Co。首先试样依次经 260 号、400 号、600 号和 1000 号金刚石磨盘研磨, 然后用 W2.5 金刚石微粉高效抛光剂、少绒毛织物抛光布抛光, 最后用无水乙醇清洗吹干备用。

1.2 方 法

将待沉积试样 YG6 硬质合金刀片置于铜制冷却台上, 用单喷嘴工业用焊炬进行喷涂, 其中喷嘴口径为 1.6 mm, 氧气和乙炔通过射吸管预混喷出, 形成具有焰芯、内焰、外焰明显的氧乙炔碳化焰, 氧气出口分压控制在 0.5 MPa, 乙炔气体出口分压控制在 0.025 MPa, 以内焰长短来调节气体的流量, 基体大约放置在内焰的中间位置。由于硬质合金耐高温, 沉积时间长, 调节内焰长度为 50 mm, 基体离喷嘴的距离为 30 mm, 沉积温度约 850℃, 沉积时间为 1 h。

用 XL30FEG 型扫描电镜和 D/Max-III A 型 X-射线衍射仪, 分别对硬质合金预处理前后的基体表面及沉积物的形貌、结构进行观察和物相分析 (XRD 分析); 用 Renishaw 2000 型显微激光拉曼光谱仪, 在以氩离子为激发光源、激发光波长为 514.5 nm、光斑大小为 2 μm、测试功率为 3.5 mW、连续扫描时间为 20 s、累计扫描次数 2 次及扫描范围 1000~2000 cm⁻¹ 的条件下, 对基体表面火焰沉积物

收稿日期: 2010-10-15

* 基金项目: 广东省科技计划项目 (2008B01060033); 国家自然科学基金 (50971062/E011002)

作者简介: 雷淑梅 (1970—), 女, 湖南衡阳人, 高级工程师。

进行拉曼(Raman)相组成分析,所收集的拉曼光谱不经平滑处理。

2 结果与分析

2.1 显微形貌

图1为YG6硬质合金基体抛光态表面及沉积产物的显微形貌图。从图1(a)可见:基体表面较平整,WC颗粒呈多边形块状且大小不一,其明显外露,部分区域有少量粒子脱落;作为粘结剂的Co相分布较均匀,呈凹陷状。从图1(b)可见,硬质合金表面沉积产物为类球状颗粒,平均直径为4~6 μm ,将类球状颗粒放大到20000倍后可清晰看到,类球状颗粒又由几十到几百纳米颗粒聚集而成。

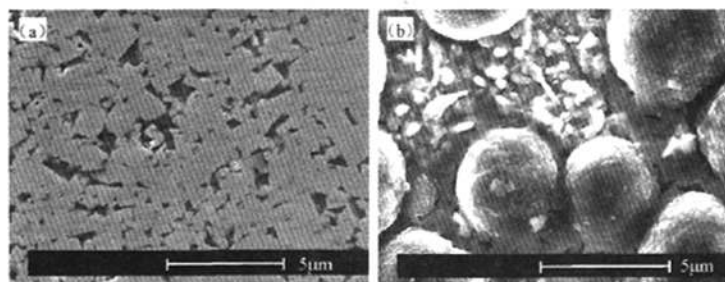


图1 YG6硬质合金基体表面及沉积产物的显微形貌图

(a)合金基体;(b)沉积产物

Fig.1 SEM images of YG6 cemented carbide substrate surface and deposited product

(a)alloy matrix;(b)deposited product

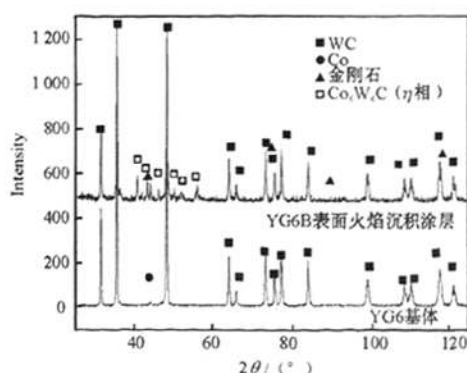


图2 YG6硬质合金基体表面及沉积产物的XRD谱图

Fig.2 XRD spectrogram of YG6 cemented carbide substrate surface and deposited product

2.2 XRD 分析

图2为抛光态YG6基体和YG6硬质合金表面火焰法沉积产物的XRD谱图。从图2可见:YG6硬质合金的主要物相为WC和Co,图中三个最强的衍射峰分别对应为WC的(001),(100)和(101)面的衍射峰,其余的衍射峰较弱且与金刚石的衍射峰接近;YG6硬质合金表面沉积产物的主要物相为WC、金刚石和少量 η 相 $\text{Co}_3\text{W}_6\text{C}$,在 44.6° 处有一个明显的金刚石(111)面的特征峰,说明火焰法沉积产物由金刚石颗粒组成,谱图中 η 相 $\text{Co}_3\text{W}_6\text{C}$ 的衍射峰也非常明显,这是由于YG6硬质合金未经化学酸蚀脱钴预处理,在火焰沉积过程中,在高温作用下硬质合金表层发生了反应,从而形成了 η 相 $\text{Co}_3\text{W}_6\text{C}$ 。

2.3 拉曼光谱分析

通常用Raman光谱分析化学气相沉积金刚石薄膜的组成及结构,这主要是因为石墨及其它具有 sp^2 杂化的无序碳的Raman散射效应非常明显,并且金刚石及其相关物也具有较强的容易被区分的Raman峰,激光拉曼光谱是表征金刚石的一种有效手段。天然金刚石或高温高压技术合成的单晶金刚石的Raman特征峰均在波数为 1332 cm^{-1} 处且为一尖锐单峰,对应的是 O_h 点群的 T_{2g} 三重简并振动模式,该峰的半高宽FWHM值一般为 $2\sim 3\text{ cm}^{-1}$,而非金刚石基体表面沉积的连续CVD金刚石膜的FWHM值一般在 $5\sim 25\text{ cm}^{-1}$ 范围内变化。

图3为YG6硬质合金火焰沉积产物的Raman谱图。从图3可见:在 1333 cm^{-1} 处明显地出现了拉

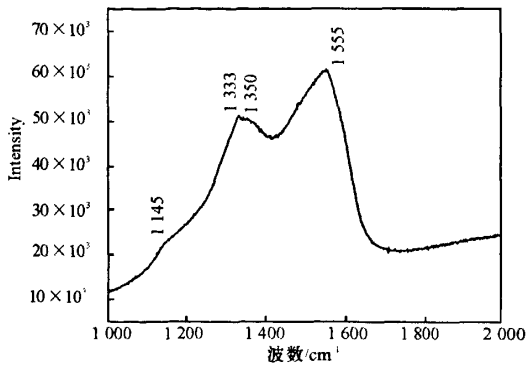


图3 沉积碳产物的 Raman 谱图

Fig.3 Raman spectrogram of deposited carbon coating

曼特征峰,此峰为金刚石特征峰,其半高宽 FWHM 值为 12 cm^{-1} 左右;在 1145 cm^{-1} 附近还出现散射峰,该峰为纳米金刚石微晶 sp^3 杂化结构的拉曼特征峰^[3-4];在 1350 cm^{-1} 和 1555 cm^{-1} 附近的展宽峰,是典型的类金刚石碳膜 DLC (Diamond like Carbon) 的拉曼谱峰,其中 1555 cm^{-1} 处的峰对应 G 带,与石墨晶体光学上的 E_{2g} 区域相关联,而在 1350 cm^{-1} 处的峰对应 D 带,是无序碳等共有的特征^[5-7]。经 Raman 光谱分析可知,在研磨抛光的 YG6 硬质合金表面沉积的灰黑色产物,主要是由金刚石和类金刚石碳复合形成的碳产物。

3 结 论

YG6 硬质合金表面经研磨抛光处理后,采用氧

乙炔预混火焰法,在火焰内焰长度为 50 mm 、基体离火焰喷嘴距离为 30 mm 、沉积温度约 $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沉积时间为 1 h 的条件下,在 YG6 硬质合金表面可制备出类球状纳米金刚石聚晶和类金刚石复合碳涂层。物相分析还证实,沉积物及硬质合金表层中有 η 相 $\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$ 存在。

参考文献:

- [1] 于启勋,张京英. 刀具涂层技术的进展和应用[J]. 航空制造技术,2007(7):1-4.
- [2] 张文毓. 硬质合金涂层刀具研究进展[J]. 稀有金属与硬质合金,2008(3):59-63.
- [3] MA Y P, SUN F H, XUE H G, et al. Deposition and characterization of nanocrystalline diamond films on Cemented tungsten carbide inserts[J]. Diamond and Related Materials, 2007, 16:481-485.
- [4] ASKARI S J, AKHTAR F, CHEN G C, et al. Synthesis and characterization of nanocrystalline CVD diamond film on pure titanium using $\text{Ar}/\text{CH}_4/\text{H}_2$ gas mixture [J]. Materials Letters, 2007, 61:2139-2142.
- [5] 梁凤,严学俭. 类金刚石薄膜的性质、应用及制备[J]. 物理学报, 1999, 48(6):1095-1098.
- [6] RAMAMURTI R, SHANOV V, SINGH R N, et al. Raman spectroscopy study of the influence of processing conditions on the structure of polycrystalline diamond films[J]. Journal of Vacuum Science & Technology, 2006, 24(2):179-189.
- [7] 满卫东,汪建华,王传新,等. 金刚石薄膜的性质、制备及应用[J]. 新型炭材料, 2002, 17(1):62-70.

Study on nano-composite carbon coating deposited on YG6 cemented carbide by combustion flame method

LEI Shu-mei, KUANG Tong-chun, YIN Shi-heng, CHEN Li-feng, ZENG Xiao-ping, ZHU Bin
(Analytical and Testing Center, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this paper, combustion flame method was used to deposit carbon coatings on polished YG6 cemented carbide surface. The morphology and structure of the coatings were represented by scanning electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD) and micro-Raman scattering spectroscopy (Raman) respectively. The results showed that nano-scale globe-like diamond microcrystalline aggregates and diamond like carbon composite coating could be formed on YG6 cemented carbide surface on the conditions that the deposit time was 1 hour at the temperature of $850\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the distance between YG6 substrate and the nozzle was 30 mm while the inner flame length was 50 mm .

Key words: YG6 cemented carbide; combustion flame method; diamond microcrystalline aggregate; carbon composite coating