



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103748256 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201280036719.X

(22)申请日 2012.09.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103748256 A

(43)申请公布日 2014.04.23

(30)优先权数据

102011053372.9 2011.09.07 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.01.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/067328 2012.09.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/034598 DE 2013.03.14

(73)专利权人 瓦尔特公开股份有限公司

地址 德国蒂宾根

(72)发明人 法伊特·席尔

沃尔夫冈·恩格哈特

(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 郁春艳 谢丽娜

(51)Int.Cl.

G23C 14/06(2006.01)

G23C 14/08(2006.01)

G23C 14/32(2006.01)

G23C 14/35(2006.01)

G23C 30/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101522950 A, 2009.09.02,

CN 1278307 A, 2000.12.27,

CN 1927513 A, 2007.03.14,

WO 2009/110831 A1, 2009.09.11,

WO 2009/003756 A1, 2009.01.08,

WO 2008/138789 A2, 2008.11.20,

审查员 汤庆新

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

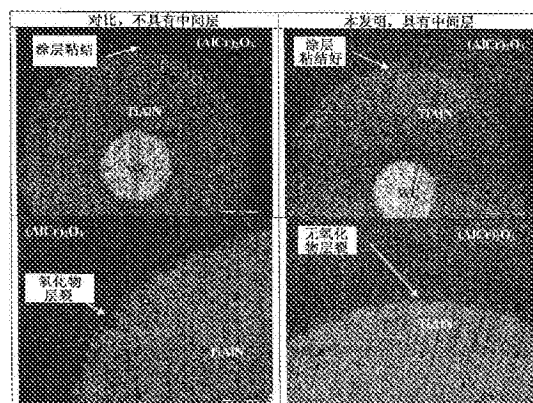
(54)发明名称

具有含铬功能层的工具

(57)摘要

本发明涉及一种具有硬质合金、金属陶瓷、钢或高速钢(HSS)基底,并在基底上通过PVD工艺沉积的多层涂层的切割工具,所述多层涂层包括由一个设置在另一个之上的一个或多个相同的或不同的至少包含铝(Al)和任选地一种或多种选自Al、Cr、Si、Y、Ru和Mo的其它金属的氮化物层或碳氮化物层组成的基体层,以及含铬的氧化功能层。为了改进含铬功能层的连结,根据本发明,在基体层和功能层之间设置金属Al、Cr、Si和/或Zr的一种或多种氧化物或氮氧化物的中间层,其中该中间层具有立方结构,并且其中该含铬功能层选自氧化铬(Cr_2O_3)、氮氧化铬,氧化铬铝(AlCr) $_2\text{O}_3$,氮氧化铬铝,或铝、铬和其它金属的混合氧化物或混合氮氧化物,氧化($\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n$) $_2$ 或氮氧化($\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n$) $_2$,其中,

$\text{Me}_1, \dots, \text{Me}_n$ 是指一种或多种选自Hf、Y、Zr和Ru的其它金属,并且其中所述功能层具有菱方结构。



1. 具有硬质金属碳化物、金属陶瓷、钢或高速钢 (HSS) 基底, 和通过PVD工艺沉积在所述基底上的多层涂层的切割工具, 所述切割工具从基底开始包括如下顺序的层:

a) 基体层, 由一个设置在另一个之上的一个或多个相同的或不同的氮化物层或碳氮化物层而组成, 所述氮化物层或碳氮化物层至少包含铝 (Al)、任选Si和任选一种或多种选自Ti、Cr、Y、Ru和Mo的另外的金属,

b) 中间层, 设置在基体层之上, 并且由Si和/或金属Al、Cr和/或Zr的一种或多种氧化物或氮氧化物组成, 该中间层具有立方结构和1nm至750nm的涂层厚度, 并且通过磁控溅射、反应磁控溅射、双靶磁控溅射、高功率脉冲磁控溅射 (HIPIMS) 或同时应用阴极雾化和电弧蒸发来沉积所述中间层,

c) 含铬功能层, 设置在中间层之上, 选自氧化铬 (Cr_2O_3)、氮氧化铬、氧化铬铝 (AlCr_2O_3)、氮氧化铬铝, 或铝、铬和其它金属的混合氧化物或混合氮氧化物, 氧化 ($\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n$)₂ 或氮氧化 ($\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n$)₂, 其中, $\text{Me}_1, \dots, \text{Me}_n$ 是指一种或多种选自Hf、Y、Zr和Ru的其它金属, 所述功能层具有菱方结构。

2. 根据权利要求1所述的切割工具, 特征在于所述中间层由立方氧化铝组成。

3. 根据权利要求1所述的切割工具, 特征在于所述中间层由立方伽马氧化铝 ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) 组成。

4. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述含铬功能层完全或至少90体积%由菱方氧化铬铝 (AlCr_2O_3) 组成。

5. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述功能层的金属元素中铬的比例至少是70原子%的Cr。

6. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述功能层的金属元素中铬的比例至少为85原子%的Cr。

7. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述功能层的金属元素中铬的比例至少为95原子%的Cr。

8. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于通过电弧蒸发、磁控溅射、反应磁控溅射、双靶磁控溅射、高功率脉冲磁控溅射 (HIPIMS) 或同时应用阴极雾化和电弧蒸发沉积所述功能层。

9. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述基体层的涂层厚度是50nm至8 μm 。

10. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述基体层的涂层厚度是500nm至5 μm 。

11. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述基体层的涂层厚度是2 μm 至4 μm 。

12. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述中间层的涂层厚度是5nm至750nm。

13. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述中间层的涂层厚度是10nm至50nm。

14. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具, 特征在于所述功能层的涂层厚度是100nm至10 μm 。

15. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述功能层的涂层厚度是500nm至5 μ m。

16. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述功能层的涂层厚度是750nm至2 μ m。

17. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述功能层在表面处的压力载荷小于2GPa。

18. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述功能层在表面处的压力载荷小于1GPa。

19. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述基体层由氮化钛铝(TiAlN)或氮化钛铝硅(TiAlSiN)组成。

20. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述中间层含有0.1至5原子%的氟。

21. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述中间层含有0.5至4原子%的氟。

22. 根据权利要求1至3中的一项所述的切割工具,特征在于所述中间层含有1.0至3原子%的氟。

具有含铬功能层的工具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种切割工具,其具有硬质金属碳化物、金属陶瓷、钢或高速钢(HSS)基底,和通过PVD工艺在基底上沉积的多层涂层,所述切割工具包括由一个设置在另一个之上的一个或多个相同的或不同的氮化物层或碳氮化物层组成的基体层,所述氮化物或碳氮化物至少包含铝(Al)和任选地一种或多种选自Al、Cr、Si、Y、Ru和Mo的另外的金属,并且所述切割工具包括含铬氧化功能层。

背景技术

[0002] 例如用于金属切削金属机械加工的切割工具,一般由如下部分组成:硬质金属碳化物、金属陶瓷、钢或高速钢的基体(基底),与抗磨损的硬质金属物质的单层或多层涂层,氧化物层,等。采用CVD(化学气相沉积)工艺和/或PVD(物理气相沉积)工艺施加这样的涂层。

[0003] 从EP1253215已知如下的多层涂层,其具有TiAlN基体层和采用PVD工艺沉积到硬质金属碳化物基底上的氧化铝或氧化铬铝功能层。此处,采用单靶磁控工艺沉积氧化铝,在该过程中主要生成伽马氧化铝。采用电弧PVD工艺沉积氧化铬铝,产生稳定的阿尔法氧化铬铝,但这与下面的TiAlN基体层的粘结较差,并且取决于工艺,形成了大量的宏观粒子,即所谓的微滴,其严重损害功能层的品质。

[0004] DE10 2010 028 558公开了一种沉积氧化铬铝混合晶体层的混合PVD工艺,其中同时使用阴极雾化和电弧蒸发PVD工艺。主要获得处于稳定阿尔法相的氧化铬铝混合晶体层,其基本上不含宏观粒子(微滴)。

[0005] 依据代表现有技术的方法,可以制备氧化铝、铬铝混合氧化物或以稳定阿尔法改性形式另外合金化元素的混合物氧化物。然而这些层的特征在于,与下面的基底例如氮化基体层的粘结性差,所述氮化基体层例如是TiAlN层。由于直接沉积到基底表面上的氧化物层通常过于易碎而不能起到抗磨损层的作用,因此期望提供这种基体层。

[0006] 发明目的

[0007] 因此,本发明的目的在于,在由基底与多层涂层组成的切割工具上,改进含铬功能层在含有氮化物或碳氮化物的硬质基底的基体层上的粘结。

发明内容

[0008] 根据本发明,通过如下的切割工具实现所述目的,所述切割工具具有硬质金属碳化物、金属陶瓷、钢或高速钢(HSS)的基底,和通过PVD工艺在基底上沉积的多层涂层,所述切割工具从基底开始包括如下顺序的层:

[0009] a) 基体层,由一个设置在另一个之上的一个或多个相同的或不同的氮化物层或碳氮化物层而组成,所述氮化物层或碳氮化物层至少包含铝(Al)和任选地一种或多种选自Ti、Cr、Si、Y、Ru和Mo的另外的金属,

[0010] b) 中间层,设置在基体层之上,并且由金属Al、Cr、Si和/或Zr的一种或多种氧化物

或氮氧化物组成,该中间层具有立方结构,

[0011] c) 含铬功能层,设置在中间层之上,选自氧化铬(Cr_2O_3)、氮氧化铬、氧化铬铝(AlCr) $_2\text{O}_3$ 、氮氧化铬铝,或铝、铬和其它金属的混合氧化物或混合氮氧化物,氧化($\text{AlCrMe}_1, \dots \text{Me}_n$) $_2$ 或氮氧化($\text{AlCrMe}_1, \dots \text{Me}_n$) $_2$,其中, $\text{Me}_1, \dots \text{Me}_n$ 是指一种或多种选自Hf、Y、Zr和Ru的其它金属,所述功能层具有菱方结构。 n 是如下的整数,其对应于在所述混合氧化物或混合氮氧化物中除铝和铬之外所存在其它金属的数量。

[0012] 在本发明的一种优选形式的实施方式中,在所述切割工具的涂层中,所述基体层由氮化钛铝(TiAlN)或氮化钛铝硅(TiAlSiN)组成,特别优选由氮化钛铝(TiAlN)组成。氮化钛铝(TiAlN)由于非常韧且硬并且具有优异的抗磨损性能,特别是在金属机械加工过程的高温下非常韧且硬并且具有优异的抗磨损性能,因此非常适于作为基体层。

[0013] 已经显示,在优选由 TiAlN 组成的本发明基体层上设置本发明的中间层,极大地改进了其上设置的含铬功能层的粘结性和粘附性。在机械加工测试中,与没有中间层的相应切割工具相比,在本发明涂层与中间层的情况下使用如下的切割工具极大地降低了工具磨损,所述切割工具由如下部分组成:硬质金属碳化物基底,根据本发明的基体层,根据本发明的中间层,和根据本发明的功能层,其中所述中间层由立方氧化物或氮氧化物组成,优选由立方伽马氧化铝组成,所述功能层具有菱方结构,例如是氧化铬铝层。

[0014] 根据本发明,所述含铬功能层具有菱方晶体结构。该功能层可以是纯氧化铬(Cr_2O_3)、氮氧化铬、氧化铬铝(AlCr) $_2\text{O}_3$ 、氮氧化铬铝或铬铝混合氧化物或具有选自Hf、Y、Zr和Ru的另外的金属的混合氮氧化物。特别优选所述含铬功能层完全或至少90体积%由具有菱方晶体结构的氧化铬铝即处于阿尔法改性形式的氧化铬铝组成。当此处提及氧化铬铝(AlCr) $_2\text{O}_3$ 时,并不一定是指元素铝和铬以相同化学计量比存在。在氧化铬铝层中铬的比例可以高于或低于铝的比例。

[0015] 在本发明的一种优选形式的实施方式中,所述功能层的金属元素中铬的比例至少是70原子%的Cr。在另外形式的实施方式中,铬的比例至少是85原子%的Cr或至少95原子%的Cr。所述功能层中高含量的铬带来的优势是促进该功能层以期望的菱方结构生长。

[0016] 直接设置在基体层之上的本发明中间层由金属Al、Cr、Si和/或Zr的氧化物或氮氧化物组成并具有立方结构。在本发明的一种优选形式的实施方式中,所述中间层由立方伽马氧化铝($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$)组成。

[0017] 根据本发明,通过设置具有立方结构的中间层,改进了基体层和功能层的粘结性和粘附性,这是令人预料不到的。目前为止,对于为什么仅这样的立方中间层以这样的方式改进功能层在基体层上的粘附性和粘结性,还没有得到证实的解释。本申请的发明人对本发明的层(基体层、中间层和功能层)进行了XPS(x射线光电子光谱)测量。对具有本发明中间层的涂层的XPS测量结果显示,与不含本发明中间层的涂层相比,在功能层面向中间层的表面上,铬金属的比例增大。在不归结于理论的情况下,发明人推测,在立方中间层和菱方功能层之间形成金属键合比例更高的过渡区域,可能促成或导致了功能层粘结的改进。

[0018] 基本上可以采用任何合适的PVD工艺沉积本发明涂层的中间层。然而优选磁控溅射,反应磁控溅射,双靶磁控溅射,高功率脉冲磁控溅射(HIPIMS)或同时应用阴极雾化(溅射沉积)和电弧蒸发(电弧PVD),这也称为混合PVD工艺。

[0019] 也可以采用任何合适的PVD工艺沉积所述功能层。优选电弧蒸发(电弧PVD),磁控溅射,反应磁控溅射,双靶磁控溅射,高功率脉冲磁控溅射(HIPIMS)或同时应用阴极雾化(溅射沉积)和电弧蒸发(PVD电弧),或混合PVD工艺。

[0020] 在本发明切割工具的一种优选形式的实施方式中,所述基体层的涂层厚度是50nm至8 μ m,优选是500nm至5 μ m,特别优选的是2 μ m至4 μ m。

[0021] 在本发明切割工具的另外形式的实施方式中,所述中间层的涂层厚度是1nm至2 μ m,优选是5nm至750nm,特别优选是10nm至50nm。

[0022] 在本发明切割工具另外的优选形式的实施方式中,所述功能层的涂层厚度是100nm至10 μ m,优选是500nm至5 μ m,特别优选是750nm至2 μ m。

[0023] 在本发明切割工具另外的优选形式的实施方式中,所述功能层在表面处的压力载荷小于2GPa,优选小于1GPa。令人预料不到的是,已经发现,当在表面处的压力载荷小于2GPa时,功能层的涂层厚度越大,则剥离的风险越小。当在表面处的压力载荷小于1GPa时,观察到进一步的改进。

[0024] 在本发明切割工具另外的优选形式的实施方式中,所述中间层含有0.1至5原子%、优选0.5至4原子%、特别优选1.0至3原子%的氩。氩的比例来自PVD沉积的反应气体,并且在少数情况下对于所述功能层和下面的中间层的粘结具有有利的效果。

具体实施方式

[0025] 现在将参照实施方式实施例和附图进一步解释本发明。

[0026] 1. 制造含有中间层的切割工具和不含中间层的切割工具

[0027] 首先,通过应用如下参数的电弧蒸发(电弧PVD),使平均粒径约1 μ m且Co含量约10重量%的硬质金属碳化物基底覆盖有4.6 μ m厚的TiAlN基体层:

[0028] 基体层

靶标(电弧PVD): TiAl(33原子%/67原子%)金属

靶标直径[mm]: 63

[0029] U_{偏压}[-V]: 40(DC)

N₂分压[Pa]: 3.2

I_{电弧PVD}[A]: 65

[0030] 为生产本发明的切割工具,通过使用如下参数的双靶磁控溅射(DMS)在其上沉积厚度为14nm的伽马氧化铝中间层:

[0031] 中间层

[0032]	靶标 (DMS) :	2×Al 金属
	靶标尺寸[mm×mm]:	160×820
	功率 (DMS) [kW]:	20
	$U_{\text{偏压}}$ [V]:	60 (单极脉冲, 70Hz)
	持续时间[分钟]:	6
	Ar 分压[Pa]:	0.5

[0033] 然后,通过使用如下参数的同时应用双靶磁控溅射 (DMS) 和电弧蒸发 (电弧PVD) 的混合PVD工艺,将厚度为1.5 μm 的菱方阿尔法氧化铬铝涂层沉积到具有本发明中间层的工具上 (本发明) 或没有中间层的工具上 (对比):

[0034] 功能层

[0035]	靶标 (DMS) :	2×Al 金属
	靶标尺寸[mm×mm]:	160×820
	功率 (DMS) [kW]:	20
	靶标 (电弧 PVD) :	8×Cr 金属
	$I_{\text{电弧 PVD}}$ [A]:	65
	$U_{\text{偏压}}$ [V]:	60 (单极脉冲, 70Hz)
[0036]	持续时间[分钟]:	6

2. 机械加工测试

[0037] 以 $v_c=235\text{m/分钟}$ 的切割速度和 $f_z=0.2\text{mm}$ 的进给速度,使用前文如1中所述制造的具有和不具有中间层的切割工具,铣削由42CrMo4制备的工件。结果描述在图1示出的图表中,其中示出了针对不同铣削距离 [mm] 的磨损 [mm]。结果显示,使用中间层制造的切割工具的磨损远小于没有中间层的切割工具的磨损。铣削距离是800mm时,对于具有中间层的本发明切割工具,完全没有发现磨损。切削距离为1600mm时,没有中间层的切割工具的磨损是具有中间层的本发明切割工具的磨损的两倍。

[0038] 所述功能层的明显改进的粘附性和粘结性显著降低了切割工具的磨损,进而导致比现有切割工具长得多的工具寿命。这意味着节省了切割工具,降低了更换切割工具的频率,并因此减少了故障和机床停产时间,提高了产率并降低了成本。

[0039] 3. 具有和不具有中间层的切割工具的光学显微镜检验

[0040] 在如1中所述制造的具有和不具有本发明中间层的切割工具的涂层中,研磨形成帽形空腔,然后使用球来制造通孔,该通孔向下延伸至中间的硬质金属碳化基底。这使得可以在光学显微镜下看到硬质金属碳化物基底、TiAlN基体层和氧化铬铝层。在光学显微镜下分辨不出少数几个纳米厚的中间层,因而不会显示为离散层。在图2中描述了研磨的切割工具的光学显微镜图象。

[0041] 在没有本发明中间层的切割工具上,TiAlN基体层和氧化铬铝功能层之间的接合处显示出清晰的所谓层裂的深色磨损中间环,表明在两层之间的涂层的粘结性差。当两层之间的接合处显示出锐边时,两层之间的粘结性好。在具有本发明立方中间层的本发明切

割工具的情况下,可以清晰地看到这样的现象。

[0042] 4.具有和不具有本发明中间层的切割工具的功能层的XPS(x射线光电子能谱)

[0043] 如1中所述制造的具有和不具有中间层的切割工具朝向基底侧上功能层的XPS光谱显示,具有本发明中间层的切割工具的功能层比不具有本发明中间层的切割工具在表面处具有更高比例的金属铬。如上所述的,发明人推测,功能层粘结性的改进归因于在立方中间体层和菱方功能层之间形成金属键比例更高的过渡区域。

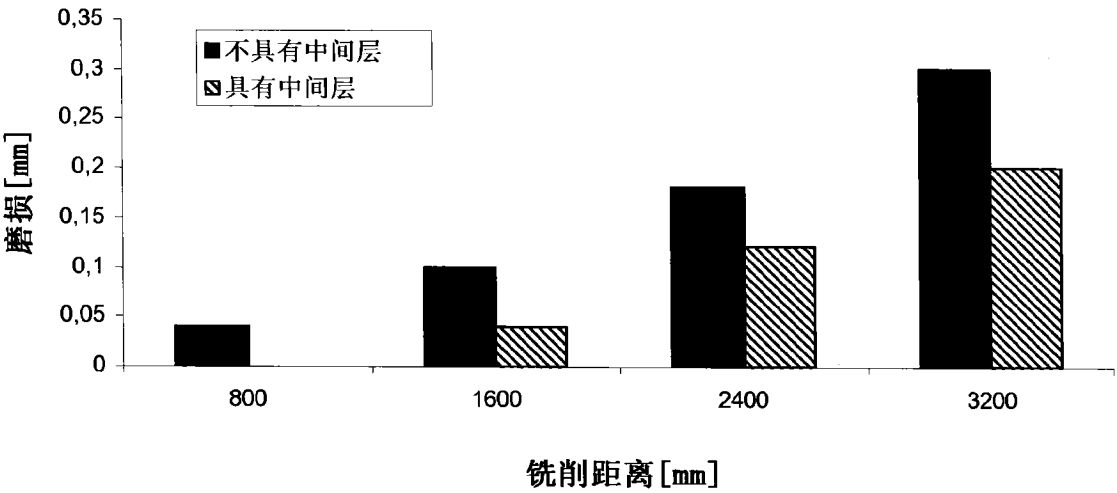


图1

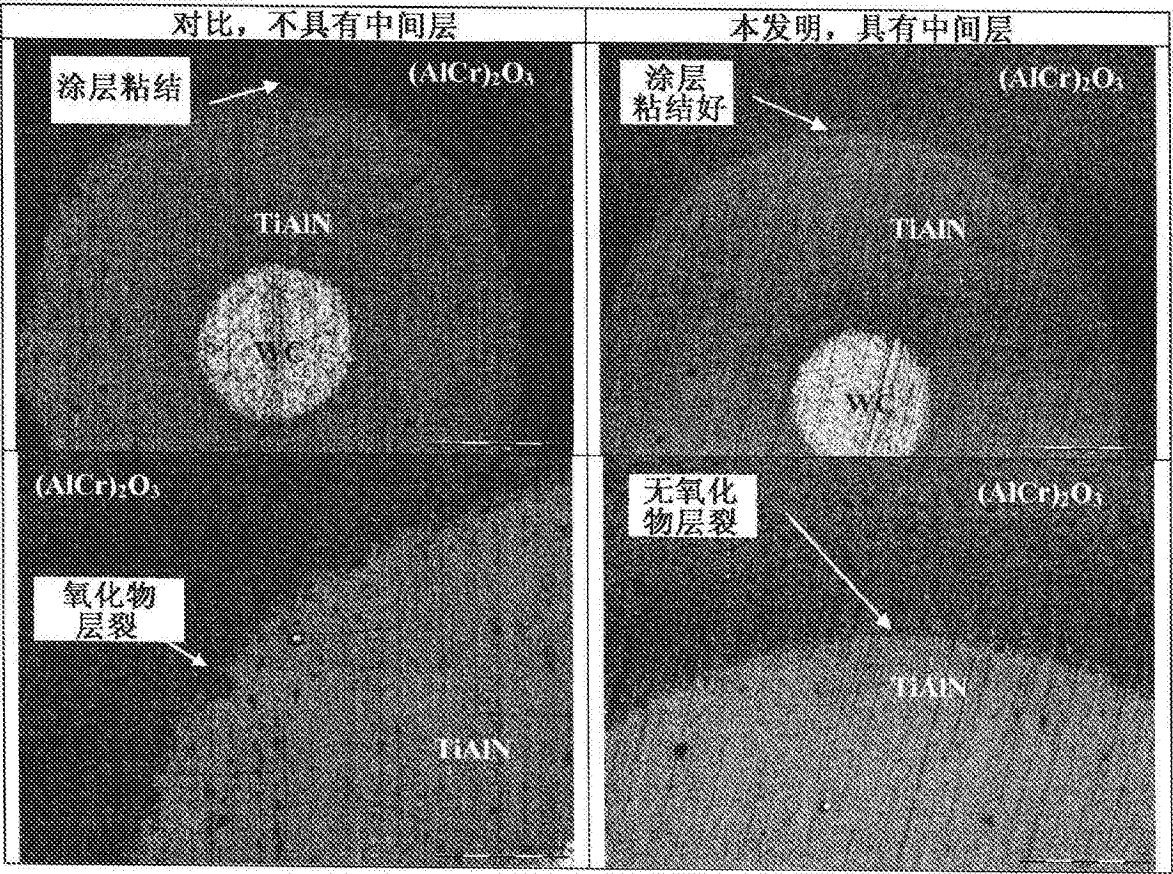


图2