

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷
C22C 29/02

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98808561.5

[45]授权公告日 2002 年 11 月 13 日 [11]授权公告号 CN 1094155C

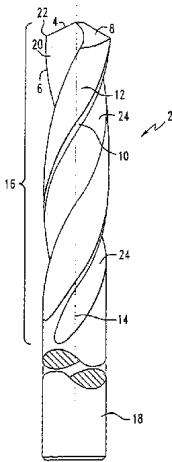
[22] 申请日 1998.8.20 [21] 申请号 98808561.5
[30] 优先权
[32]1997.8.27 [33]US [31]08/921,996
[86] 国际申请 PCT/IB98/01297 1998.8.20
[87] 国际公布 WO99/10550 英 1999.3.4
[85] 进入国家阶段日期 2000.2.25
[73] 专利权人 钴碳化钨硬质合金公司
地址 美国宾夕法尼亚
[72] 发明人 H-W·海恩里克 M·沃尔夫
D·施米德特 U·施勒因克夫
审查员 王怀东

[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 段承恩

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 包括含钴 - 镍 - 铁粘结剂的金属陶瓷的
细长旋转工具

[57] 摘要
本文公开一种细长的旋转工具,该工具包含至少一个在加工零件材料时可使用的切削刃(4、6)。该细长旋转工具包括一种金属陶瓷,该金属陶瓷包括至少一种硬质组元和约 0.2 重量% ~ 19 重量% 的 Co - Ni - Fe 粘结剂。该 Co - Ni - Fe 粘结剂的独特之处在于即使经受塑性变形,粘结剂仍能基本上保持其面心立方(fcc)晶体结构,且可避免应力和/或应变诱发的转变。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种用于切削材料的细长旋转工具，该旋转工具包括：在第一端的细长刀体；在第二和相反一端的刀柄，该细长刀体和刀柄共有一个公共的轴线；在细长刀体上与刀柄方向相反的一端的至少一个前刀面，其中该至少一个前刀面确定了一个对应的排屑槽，该排屑槽沿着细长刀体向刀柄延伸；在细长刀体一端与刀柄方向相反的一端的至少一个后刀面；在所述至少一个前刀面和所述至少一个后刀面的连接处的一条切削刃；以及一种金属陶瓷，该金属陶瓷包含至少一种硬质组元和 0.2 重量%-19 重量%的 Co-Ni-Fe 粘结剂，该硬质组元选自硼化物、碳化物、氮化物、碳氮化物、氧化物、硅化物，它们的混合物、它们的固溶体和上述的组合，该粘结剂包含 40 重量%-85 重量%的钴，该粘结剂其余部分由镍和铁以及任选的附带的杂质组成，其中镍量为 4 重量%-36 重量%，铁量为 4 重量%-36 重量%，Ni:Fe 比值为 1.5:1-1:1.5，其中该 Co-Ni-Fe 粘结剂包含一种面心立方(fcc)结构，当经受塑性变形时，该粘结剂能基本上保持其面心立方结构不变，不发生应力和应变诱发的转变。

2. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述金属陶瓷包含 5 重量%-16 重量%的粘结剂。

3. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述金属陶瓷包含 8 重量%-12 重量%的粘结剂。

4. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 46 重量%-57 重量%的钴。

5. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 40 重量%-85 重量%的钴，且 Ni:Fe 比值为 1:1。

6. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含钴：镍：铁比为 1.8:1:1。

7. 根据权利要求 1 的细长旋转工具，其中所述至少一种硬质组元具有 0.1 微米(μm)-12 μm 的粒度。

8. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中所述至少一种硬质组元具有 $8\mu\text{m}$ 和更小的粒度。

9. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中所述至少一种硬质组元具有 $6\mu\text{m}$ 和更小的粒径。

10. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中所述金属陶瓷包括碳化物金属陶瓷。

11. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中所述金属陶瓷包括碳氮化物金属陶瓷。

12. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中, 所述金属陶瓷包含碳化钨和 0.2 重量%-19 重量%的 Co-Ni-Fe 粘结剂, 该粘结剂包含 40 重量%-85 重量%的钴, 该粘结剂其余部分由镍和铁以及任选的附带的杂质组成, 其中镍量为 4 重量%-36 重量%, 铁量为 4 重量%-36 重量%, Ni:Fe 比值为 1.5:1-1:1.5, 其中该 Co-Ni-Fe 粘结剂包含一种面心立方(fcc)结构, 当经受塑性变形时, 该粘结剂能基本上保持其面心立方结构不变, 不发生应力和应变诱发的转变。

13. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 WC-金属陶瓷包含 5 重量%-16 重量%的粘结剂。

14. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 WC-金属陶瓷包含 8 重量%-12 重量%的粘结剂。

15. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 46 重量%-57 重量%的钴。

16. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 40 重量%-85 重量%的钴, 且 Ni:Fe 比值为 1:1。

17. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含钴:镍:铁比为 1.8:1:1。

18. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述碳化钨具有 $0.1\mu\text{m}$ - $12\mu\text{m}$ 的粒度。

19. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述碳化钨具有 $8\mu\text{m}$ 和更小的粒度。

20. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述碳化钨具有 $6\mu\text{m}$ 和更小的粒度。

21. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 WC-金属陶瓷还包括碳化物, 氮化物和它们的固溶体中至少一种。

22. 根据权利要求 12 的细长旋转工具, 其中所述 WC-金属陶瓷还包括 TaC, NbC, TiC, VC, Mo₂C, Cr₃C₂ 和它们的固溶体中至少一种。

23. 根据权利要求 1 的细长旋转工具, 其中, 所述金属陶瓷包含碳氮化钛和 0.2 重量%-19 重量%的 Co-Ni-Fe 粘结剂, 该粘结剂包含 40 重量%-90 重量%的钴, 该粘合剂其余部分由镍和铁以及任选的附带的杂质组成, 其中镍量为 4 重量%-36 重量%, 铁量为 4 重量%-36 重量%, Ni:Fe 比值为 1.5:1-1:1.5, 其中该 Co-Ni-Fe 粘结剂包含一种面心立方(fcc)结构, 当经受塑性变形时, 该粘结剂能基本上保持其面心立方结构不变, 不发生应力和应变诱发的转变。

24. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述 TiCN-金属陶瓷包含 5 重量%-16 重量%的粘结剂。

25. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述 TiCN-金属陶瓷包含 8 重量%-12 重量%的粘结剂。

26. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 46 重量%-57 重量%的钴。

27. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 40 重量%-85 重量%的钴, 且 Ni:Fe 比值为 1:1。

28. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述 Co-Ni-Fe 粘结剂包含钴: 镍: 铁比为 1.8:1:1。

29. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述碳氮化钛具有 $0.1\mu\text{m}$ - $12\mu\text{m}$ 的粒度。

30. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述碳氮化钛具有 $8\mu\text{m}$ 和更小的粒度。

31. 根据权利要求 23 的细长旋转工具, 其中所述碳氮化钛具有 $6\mu\text{m}$ 和更小的粒度。

32. 根据权利要求 23 的细长旋转工具，其中所述 TiCN-金属陶瓷还包括碳化物，氮化物和它们的固溶体中至少一种。

33. 根据权利要求 23 的细长旋转工具，其中所述 WC-金属陶瓷还包括 TaC, NbC, TiC, VC, Mo₂C, Cr₃C₂和它们的固溶体中至少一种。

包括含钴-镍-铁粘结剂的金属陶瓷的细长旋转工具

背景

本发明涉及例如钻头、立铣刀、丝锥、三角凿、锥口钻、滚铣刀或铰刀之类的细长旋转工具，此类工具在一端包含一个用以同机床固定（例如：通过卡盘）的刀柄，在另一端包含一个细长的刀体，刀体选择性地开有凹槽。该细长刀体可包含多个切削刃，例如在第一个后刀面与前刀面连接处的第一切削刃，它有时形式并过渡到容屑槽的至少一部分，和在第二后刀面与前刀面的连接处的第二切削刃，它从第一个切削刃经它们共有的棱延伸而成。该细长的旋转工具用于对工件材料进行机械加工。例如，对于钻头这样的细长旋转工具，其典型用途是在工件材料上钻通孔和盲孔，例如对于立铣刀这样的细长旋转工具，其典型用途是铣削工件材料。

大多数情况下当工具由金属陶瓷制成时，细长旋转工具包含碳化钨金属陶瓷（WC-金属陶瓷），也称作钴结碳化钨硬质合金或 WC-Co，此处，钴粘结剂（Co-粘结剂）将碳化钨颗粒粘合在一起。尽管 WC-金属陶瓷作为细长旋转工具已取得良好的效果，但仍存在一些不足之处。

一个不足之处是高达约 45% 的世界主要钴产量来自于政治不稳定地区（如过去十年中经历过武装革命或和平革命以及仍将会经受进一步革命的政治地区）。每年世界主要钴市场的约 15% 用于制造包括 WC-金属陶瓷在内的硬质材料，每年世界主要钴市场的约 26% 用于制造开发先进飞行器涡轮发动机用超级合金，这就是钴被称作战略材料的原因之一。以上因素不仅使得钴的价格昂贵，也使得钴的价格处于不稳定的波动之中。因此，钴价较贵，进而提高了 WC-金属陶瓷细长旋转工具的成本。细长旋转工具成本的这种升高是在细长旋转工具中使用 Co-粘结剂所造成的不令人满意的结果。所以，有必要降低金属陶瓷的粘结剂中的钴含量。

另外，由于上述主要产地的钴储藏量最大，因此，有可能因任一原因造成钴的供应中断。当然，钴的这种不可得到性是不希望发生的。

细长旋转工具可能会在腐蚀性环境中工作，虽然含 Co-粘结剂的 WC-金属陶瓷足以应付这种腐蚀环境，仍存在着开发出这样一种细长旋转工具的需要：它能在不损失任何切削性能的同时，具有更好的耐蚀性。

尽管含 Co-粘结剂的 WC-金属陶瓷用于细长旋转工具已取得成功的应用，但仍然需要提供一种不存在诸如成本高且可能中断供应等缺点的细长旋转工具，而正如上文所述，这些缺点是与钴的使用密不可分的。也需要开发出一种在腐蚀性环境中使用的细长旋转工具，它能在不损失任何含 Co-粘结剂的 WC-金属陶瓷的切削性能的同时，具有更好的耐蚀性。

简述

已发现一种改进的金属陶瓷，它包含一种钴-镍-铁粘结剂 (Co-Ni-Fe 粘结剂)，该粘结剂具有意想不到的、超过现有技术的机械性能和物理性能。该发现是令人惊奇的，因为该 Co-Ni-Fe 粘结剂所包含的成分与现有技术的说法相反。更具体地说，本发明的用于细长旋转工具的金属陶瓷包含约 0.2 重量%~约 19 重量%的 Co-Ni-Fe 粘结剂 (更典型的范围包含约 5 重量%~约 16 重量%，更窄的典型范围包含约 8 重量%~约 12 重量%) 和约 81 重量%~约 99.8 重量%的硬质组元。该硬质组元包含至少一种硼化物、碳化物、氮化物、碳氮化物、氧化物、硅化物，它们的混合物、它们的固溶体和上述的组合。优选地，该硬质组元包含碳化物和碳氮化物中至少一种，例如，碳化钨和/或碳氮化钛之类，任选地还有其它的碳化物 (如 TaC, NbC, TiC, VC, Mo₂C, Cr₃C₂) 以简单的碳化物和/或以固溶体形式存在。

细长旋转工具由上述成分组成，它用于切削加工材料，比如木材、金属、聚合物、陶瓷制品以及包含一种或多种金属、聚合物和陶瓷的复合材料。按照本发明的细长旋转工具包括前刀面以及选择性的一个在切削加工过程中形成的切屑可流出的排屑槽。在前刀面与第一个后

刀面的连接处形成第一个切削刃，而在前刀面与第二个后刀面的连接处形成第二个切削刃。当工具的细长刀体旋转着接触工件材料时，上述第一个和第二个切削刃用于切入工件材料。随细长旋转工具种类的不同（例如，钻头与立铣刀），第一切削刃可能完成材料切削的大部分任务，而第二切削刃则完成较少量的材料切削，反

即使缺少任何未在本文中具体公开的环节、步骤、组元或成分，本文中描述的本发明也可得以适当的实施。

附图简述

参考下列描述、附后的权利要求以及附图，可更好地理解本发明的这些和其它特点、方面及优点。附图中：

图 1 是一个钻头（细长旋转工具的一个特定实施方案）的侧视图。

图 2 是图 1 所示钻头的顶视图。

图 3 是一个立铣刀（细长旋转工具的一个特定实施方案）的侧视图。

图 4 是图 3 所示立铣刀的顶视图。

描述

按照本发明，图 1，2，3 和 4 示意了由含 Co-Ni-Fe 粘结剂的金属陶瓷组成的细长旋转工具的实施方案。此类细长旋转工具可用于对包括木材、金属、聚合物、陶瓷材料以及它们的复合材料在内的工件材料进行机械加工（例如：钻、铣、铰和攻丝）。本发明优选用于金属类工件材料的机械加工，对那些要求高韧性和高耐磨性工件材料的钻削和/或铣削特别有效。

如图 1 和 2 所示，当细长旋转工具包括钻头 2 时，该钻头在一端是细长的刀体 16，在另一端是刀柄 18。细长刀体 16 和刀柄 18 共有一个公共的轴线 14。刀柄 18 用以固定在机床上，如固定在卡盘里。细长刀体 16 有一个前刀面 20，在工件材料钻孔过程中形成的切屑经过它流出。前刀面 20 可形成或过渡成一条凹沟或排屑槽 24，该槽用以将切屑从工件材料的前刀面输送出去。同前刀面 20 相连的是第一后刀面 8 和第二后刀面 10。前刀面 20 与第一后刀面 8 的连接处是用以切

入工件材料的第一切削刃 4。前刀面 20 与第二后刀面 10 的连接处是第二切削刃 6，也用以切入工件材料。第二后刀面 10 选择性地连着一个开槽的表面 12。第一切削刃 4 在棱 22 过渡成第二切削刃 6。第二切削刃 6 可呈螺旋状，并沿细长刀体 16 的长度方向延伸至预先定好的长度。对于钻头，第一切削刃 4 完成切入工件材料的大部分任务。

如图 3 和 4 所示，当细长旋转工具包括立铣刀 32 时，它在一端是细长的刀体 46，另一端是刀柄 48。细长刀体 46 和刀柄 48 共有一个公共的轴线 44。刀柄 48 用以固定在机床上，例如固定在卡盘里。细长刀体 46 有一个前刀面 50，在工件材料铣削过程中形成的切屑经过它流出。前刀面 50 可形成或过渡成一条凹沟或排屑槽 54 和 54'，用以将切屑从工件材料的前刀面输送出去。同前刀面 50 相连的是第一后刀面 38 和第二后刀面 40。前刀面 50 与第一后刀面 38 的连接处是用以切入工件材料的第一切削刃 34。第一后刀面 38 选择性地连接着附加的开槽表面 56 和 62。在前刀面 50 和/或凹沟或排屑槽 54 与第二后刀面 40 的连接处是第二切削刃 36，也用以切入工件材料。第二后刀面 40 选择性地连着开槽的表面 42 和 60。第一切削刃 34 在棱 52 过渡成第二切削刃。第二切削刃 36 可呈螺旋状，并沿细长刀体 46 的长度方向延伸至预先定好的长度。对于立铣刀 32，第一切削刃 34 和/或第二切削刃 36 均完成切入工件材料的大部分任务。

细长旋转工具可以是在工业中使用的任何型式或尺寸的钻头、立铣刀、丝锥、三角凿、锥口钻、滚铣刀和铰刀。例如，如果细长旋转工具包括钻头，它可制成标准形状和尺寸（如不具有或具有冷却剂通道的双排屑槽型式的钻头）。双排屑槽带冷却剂通道型式钻头可加工的工件材料的典型类型包括碳钢、合金钢、铸钢、高合金钢、可锻铸铁、灰口铸铁、球墨铸铁、黄铜和铜合金。

也需要理解的是各种型式的钻头和立铣刀均包含在本发明的范围之内。在这方面，其它型式的钻头包括但不限于，三排屑槽型式和两排屑槽型式的有或无冷却剂通道的钻头。钻头的三排屑槽型式典型地用于加工灰口铸铁、球墨铸铁、钛及钛合金、铜合金、镁合金、锻铝

合金、硅含量超过 10 重量%的铝合金及硅含量小于 10 重量%的铝合金。钻头的双排屑槽不带冷却剂通道型式典型地用于加工碳钢、合金钢、铸钢、高合金钢、可锻铸铁、灰口铸铁、球墨铸铁、黄铜及铜合金。除以上已指出的金属材料之外，钻头、立铣刀、滚铣刀和铰刀可用来切削其它金属材料、聚合物材料和陶瓷材料，包括但不限于其组合的材料（如层压材料、宏观复合材料和与此类似的材料）在内的以及其复合材料如金属基复合材料，聚合物基复合材料和陶瓷基复合材料。

制造图 1, 2, 3 和 4 的细长旋转工具所用的金属陶瓷包含一种 Co-Ni-Fe 粘结剂和至少一种硬质组元。该 Co-Ni-Fe 粘结剂的独特之处在于即使经受塑性变形，粘结剂仍能保持其面心立方 (fcc) 晶体结构并可避免应力和/或应变诱发的转变。本申请者已对含 Co-Ni-Fe 粘结剂金属陶瓷的强度和疲劳性能进行了测定，结果是其弯曲强度高达约 2400 兆帕 (MPa)，循环疲劳（在约室温下弯曲 200000 个循环）强度高达约 1550MPa。本申请人认为，在上述的应力和/或应变水平下，Co-Ni-Fe 粘结剂中基本无应力和/或应变诱发的相变，这表明它具有优良的使用性能。

依据本发明，Co-Ni-Fe 粘结剂包含至少约 40 重量%的钴，但钴量不超过约 90 重量%，余下部分由镍、铁和任选的附带的杂质组成，其中镍量至少约 4 重量%，铁含量至少约 4 重量%。本申请人认为，应优选包含不超过约 36 重量%Ni 和不超过约 36 重量%Fe 的 Co-Ni-Fe 粘结剂。优选的 Co-Ni-Fe 粘结剂应包含约 40 重量%~90 重量%的 Co，其余部分由镍、铁和任选的附带的杂质组成，其中 Ni 量为约 4 重量%~36 重量%，Fe 量为约 4 重量%~36 重量%，且 Ni:Fe 比为约 1.5:1~1:1.5。更优选的 Co-Ni-Fe 粘结剂包含约 40 重量%~90 重量%的 Co，且 Ni:Fe 比为约 1:1。另一更优选的 Co-Ni-Fe 粘结剂包含 Co:Ni:Fe 比为约 1.8:1:1。

在金属陶瓷中 Co-Ni-Fe 粘结剂的含量范围包括约 0.2 重量%~约 19 重量%。在金属陶瓷中 Co-Ni-Fe 粘结剂的优选范围包括约 5%~约 16 重量%。在金属陶瓷中 Co-Ni-Fe 粘结剂的更优选范围包括约 8 重量

%~约 12 重量%。

本发明金属陶瓷的硬质组元可包括硼化物、碳化物、氮化物、氧化物、硅化物、它们的混合、它们的固溶体（如：碳氮化物、硼碳化物、氧氮化物、硼碳氮化物……等等）或上述的任一组合。上述硬质组元中的金属元素可包括国际理论和应用化学联合会（IUPAC）周期表的 2, 3（包括镧系元素和锕系元素）、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 和 14 族中的一种或多种金属元素。优选地，硬质组元包括一种或多种碳化物、氮化物、碳氮化物、它们的混合物、它们的固溶体或上述的任一组合。碳化物、氮化物和碳氮化物中的金属元素可包括一种或多种 IUPAC 的 3（包括镧系元素和锕系元素）、4、5 和 6 族中的金属元素；优选 Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo 和 W 中的一种或多种；更优选 Ti、Ta、Nb 和 W 中的一种或多种。

本文中，本发明的金属陶瓷可用构成大多数硬质组元的成分来表示，例如，如果大多数硬质组元包括碳化物，这种金属陶瓷就被称为碳化物-金属陶瓷。如果大多数硬质组元包含碳化钨(WC)，该金属陶瓷就被称为碳化钨金属陶瓷或 WC-金属陶瓷。同样的方式，当大多数硬质组元包含碳氮化物时，该金属陶瓷就被称为碳氮化物-金属陶瓷。例如，当大多数硬质组元包含碳氮化钛时，该金属陶瓷就被称为碳氮化钛-金属陶瓷或 TiCN-金属陶瓷。

硬质组元粒度的最广范围包括约 0.1 微米(μm)~12 μm 。硬质组元粒度的居中范围包括约 8 μm 及更小。另一个硬质组元粒度的居中范围包括约 6 μm 及更小。硬质组元粒度的更窄范围包括约 1 μm 及更小。本申请人认为以上硬质组元粒度的范围特别适合于含 Co-Ni-Fe 粘结剂的 WC-金属陶瓷。

本申请人的意图是，本文所公开的，例如粘结剂含量、粘结剂成分、Ni:Fe 比值、硬质组元粒度、硬质组元含量等范围的两边界点间的每一个增量均已包括在本文中，如同对每个增量进行了具体说明一样。例如，约 0.2 重量%~19 重量%的粘结剂含量范围包括约 1 重量%的增量，因此其具体应包括约 0.2 重量%、1 重量%、2 重量%、3 重量%……

17 重量%, 18 重量%和 19 重量%的粘结剂。而例如, 对于粘结剂的成分而言, 约 40 重量%~90 重量%的钴含量范围包括约 1 重量%的增量, 因此其具体应包含 40 重量%, 41 重量%, 42 重量%……88 重量%, 89 重量%和 90 重量%, 而约 4 重量%~36 重量%的镍和铁的含量范围均包括约 1 重量%的增量, 因此, 其具体应包含 4 重量%, 5 重量%, 6 重量%, ……34 重量%, 35 重量%和 36 重量%。另外, 如约 1.5:1~1:1.5 的 Ni:Fe 比范围包括约 0.1 的增量, 因此, 其具体应包含 1.5:1, 1.4:1, ……1:1, ……1:1.4 和 1:1.5。再者, 例如, 约 0.1 μm ~约 12 μm 的硬质组元的粒度范围包括约 1 μm 的增量, 因此, 其具体应包含约 0.1 μm , 1 μm , 2 μm , 3 μm , ……10 μm , 11 μm 和 12 μm 。

本发明的金属陶瓷细长旋转工具可带有或不带涂层进行使用。如果细长旋转工具带有涂层, 那么涂敷在细长旋转工具上的涂层应具有合适的性能, 如: 润滑性, 耐磨性, 同金属陶瓷良好的附着力, 在材料切削温度相对工件材料具有化学稳定性, 及同金属陶瓷热膨胀系数相匹配的热膨胀系数(即一致的热-物理特性)。涂层可通过化学气相沉积和/或物理气相沉积技术进行涂敷。

涂层材料可包括一种或多种不同组元的一层或多层, 其实例可选自下述材料, 但并不意味着所有包括的材料均列于此: 氧化铝, 氧化锆, 氧氮化铝, 氧氮化硅, SiAlON, IUPAC 中 4、5 和 6 族元素的硼化物, 包括碳氮化钛在内的 IUPAC 中 4、5 和 6 族元素的碳氮化物, 包括氮化钛在内的 IUPAC 中 4、5 和 6 族元素的氮化物, 包括碳化钛在内的 IUPAC 中 4、5、6 族元素的碳化物, 立方氮化硼、氮化硅、氮化碳、氮化铝、金刚石、类金刚石碳及氮化钛铝。

下例是用来进一步表明本发明的显著优点, 它们纯粹是用来说明本发明。

如表 1 所示, 它概括了用传统粉末技术生产的含有本发明 Co-Ni-Fe 粘结剂的 WC-金属陶瓷和作为对照的含有 Co-粘结剂的传统 WC-金属陶瓷, 该粉末技术见, 如 Kenneth J. A. Brookes 的“世界硬质合金和硬质材料目录及手册”, 第六版, 世界硬质合金数据(1996);

George Schneider 的“碳化钨工艺原理”，第二版，硬质合金及工具工程学会(1989)；Hertel AG, Werkzeuge+Hartstoffe, Fuerth, Bavaria 的“金属陶瓷手册”，德国(1993)；和 P. Schwarzkopf 和 R. Kieffer 的“烧结硬质合金”，Macmillan 公司(1960) - 以上的主题在本文中作为整体引为参考。特别地，表 1 简要列出了本发明的 WC-金属陶瓷中以及作为对照的现有技术的含 Co-粘结剂的金属陶瓷中粘结剂的名义含量（以重量%形式）、粘结剂名义成分以及硬质组元的成分和含量（重量%）。也就是说，按表 1 所述的本发明的成分及常规成分各自从市场上购买配料，然后分别在含有己烷的碾磨机中混合，均匀混合时间为约 12 小时。在由各种配料均匀混合组成的混合物经适当的干燥后，压制成生坯，生坯在约 1420℃ 加压烧结（也称作 HIP 烧结）约 1.5 小时以进行致密化处理（在约 1420℃ 保温的最后 10 分钟期间，炉压升至约 4MPa）。

表 1：本发明 WC-金属陶瓷及作为对照的传统 WC-金属陶瓷的名义成分							
样品	粘结剂名义含量(重量%)	粘结剂名义成分(重量%)			硬质组元成分及含量(重量%)		
		Co	Ni	Fe	TiCN	Ta(Nb)C	WC
本发明	11.0	5.4	2.8	2.8	4	8	77
传统的	11.0	11	0.0	0.0	4	8	77

如表 2 所示，它概括了用传统粉末技术生产的含有本发明 Co-Ni-Fe 粘结剂的 TiCN-金属陶瓷和作为对照的含有 Co-粘结剂的传统 TiCN-金属陶瓷，该粉末技术见，如“世界硬质合金和硬质材料目录及手册”；“碳化钨工艺原理”，第二版；和“烧结硬质合金”。特别地，表 2 简要列出了本发明的金属陶瓷中以及作为对比的现有技术的含 Co-粘结剂的 TiCN-金属陶瓷中粘结剂的名义含量（以重量%形式）、粘结剂名义成分以及硬质组元的成分和含量（重量%）。也就是说，按表 2 所述的本发明的成分及常规成分各自从市场上购买配料，然后分别在含有己烷的碾磨机中混合，均匀混合时间为约 14 小时。在由各种配料均匀混合组成的混合物经适当的干燥后，压制成生坯，生坯在

约 1440℃ 加压烧结（也称作 HIP 烧结）约 1.5 小时以进行致密化处理（在约 1440℃ 保温的最后 10 分钟期间，炉压升至约 4MPa）。

表 2：本发明 TiCN-金属陶瓷及作为对照的传统 TiCN-金属陶瓷的名义成分

样品	粘结剂名义 含量(重量 %)	粘结剂名义成分(重量%)			硬质组元成分及含量(重量%)		
		Co	Ni	Fe	TiCN	Ta(Nb)C	WC+Mo ₂ C
本发明	16	7.6	4.2	4.2	43	14	27
传统的	16	10	6.0	0.0	43	14	27

本文所指出的专利及其它文件，包括名为“一种含具有改善塑性的粘结剂的金属陶瓷”的美国专利申请，其申请人为 Hans-Wilm Heinrich, Manfred Wolf, Dieter Schmidt 和 Uwe Schleinkofer（也是本专利申请的申请人），该专利申请与本专利申请在同一日期提交，其受让人是 Kennametal 有限公司（同样也是本专利申请的受让人）。在此引入作为参考。

从本文公开的本发明的说明书和实施过程角度考虑，本发明的其它实施方案对于本领域内熟练的技术人员是显而易见的。意思是说，本说明书和实施例只起说明性作用，本发明的真正范围和精髓由附后的权利要求书确定。

