



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103237621 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201180043470. 0

(22) 申请日 2011. 09. 05

(30) 优先权数据

1014966. 4 2010. 09. 08 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 03. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2011/001304 2011. 09. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/032286 EN 2012. 03. 15

(73) 专利权人 山特维克知识产权股份有限公司

地址 瑞典桑德维肯

(72) 发明人 杰米·格林 大卫·高尔博尔内

(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 蔡石蒙 车文

(51) Int. Cl.

B23B 51/02(2006. 01)

B23C 5/10(2006. 01)

B23D 77/00(2006. 01)

B23G 5/06(2006. 01)

B23B 27/14(2006. 01)

(56) 对比文件

FR 2801234 A1, 2001. 05. 25,

FR 2801234 A1, 2001. 05. 25,

CN 101125371 A, 2008. 02. 20,

DE 10208633 A1, 2003. 09. 11,

DE 19648971 A1, 1998. 05. 28,

EP 0787820 A2, 1997. 08. 06,

US 5935323 A, 1999. 08. 10,

US 6524036 B1, 2003. 02. 25,

审查员 袁媛

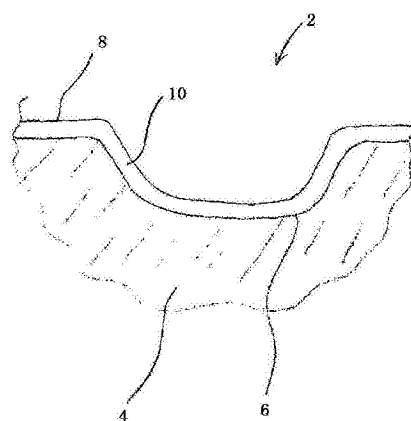
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

孔切削刀具与制造该孔切削刀具的方法

(57) 摘要

一种具体地用于切削金属工件的孔切削刀具(2), 该孔切削刀具包括刀具基底(4) 和在该刀具基底的表面上的刀具涂层(8), 其中该孔切削刀具包括在该刀具基底的所述表面中的多个凹坑(6), 并且其中该刀具涂层延伸过这些凹坑, 使得凹坑表面包括该刀具涂层。以这种方式, 凹坑尺寸在延长的道具寿命期间可以被保持, 并且这些凹坑连同它们涂层的表面在保持润滑剂方面是特别有效的, 使得润滑膜的厚度与未涂层的凹坑的刀具相比可以增加。在实施例, 通过激光蚀刻形成这些凹坑, 并且这些凹坑仅存在于柱形刃带上。平均的凹坑深度适当地在 $8\text{ }\mu\text{m}$ 至 $25\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内, 从 $40\text{ }\mu\text{m}$ 至 $250\text{ }\mu\text{m}$ 独立地选择平均的凹坑宽度和凹坑长度, 并且平均的凹坑密度是 20 至 30 个凹坑/ mm^2 。



1. 一种孔切削刀具,包括:
刀具基底 (4);以及
在所述刀具基底 (4) 的表面的上的刀具涂层 (8),
其特征在于,所述孔切削刀具包括在所述刀具基底 (4) 的所述表面中的多个凹坑 (6),
并且所述刀具涂层 (8) 跟着每个所述多个凹坑 (6) 的轮廓。
2. 根据权利要求 1 所述的孔切削刀具,其中平均的凹坑 (6) 深度是至少 $8\text{ }\mu\text{m}$ 。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的孔切削刀具,其中平均的凹坑 (6) 截面积在 0.005mm^2 至 1mm^2 的范围内。
4. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中所述多个凹坑 (6) 是凹坑 (6) 阵列。
5. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中所述多个凹坑 (6) 仅存在于所述孔切削刀具的至少一个表面上,所述至少一个表面在使用中与工件摩擦接触。
6. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中所述孔切削刀具是具有柱形刃带的麻花钻,并且所述多个凹坑 (6) 仅存在于所述柱形刃带上。
7. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中所述刀具涂层 (8) 具有在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $5\text{ }\mu\text{m}$ 范围内的平均厚度。
8. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中所述刀具涂层 (8) 包括 TiAlN 。
9. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的孔切削刀具,其中在形成所述刀具涂层 (8) 之前,通过对刀具基底 (4) 进行激光蚀刻或电子束蚀刻形成所述凹坑 (6)。
10. 根据权利要求 2 所述的孔切削刀具,其中平均的凹坑 (6) 深度在 $8\text{ }\mu\text{m}$ 至 $25\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内。
11. 一种制造孔切削刀具的方法,所述孔切削刀具在所述孔切削刀具的表面上具有多个凹坑 (6),所述方法包括如下步骤:在刀具基底 (4) 的所述表面中形成多个凹坑 (6);以及对所述刀具基底 (4) 的带凹坑的所述表面进行涂层以形成刀具涂层 (8),其特征在于,所述刀具涂层 (8) 跟着每个所述多个凹坑 (6) 的轮廓。
12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中形成在所述刀具基底 (4) 中的所述凹坑 (6) 的平均深度是至少 $8\text{ }\mu\text{m}$ 。
13. 根据权利要求 11 或 12 所述的方法,其中形成在所述刀具基底 (4) 中的凹坑 (6) 的平均截面积在 0.005mm^2 至 1mm^2 的范围内。
14. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法,其中所述多个凹坑 (6) 是凹坑 (6) 阵列。
15. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法,其中所述孔切削刀具是麻花钻,其具有柱形刃带,并且所述多个凹坑 (6) 仅存在于所述柱形刃带上。
16. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法,其中所述刀具涂层 (8) 具有在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $5\text{ }\mu\text{m}$ 范围内的平均厚度。
17. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法,其中所述刀具涂层 (8) 包括 TiAlN 。
18. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法,其中通过对所述刀具基底 (4) 进行激光蚀刻或电子束蚀刻来形成所述凹坑 (6)。

19. 根据权利要求 11 至 12 中的任一项所述的方法, 其中形成所述多个凹坑 (6) 的步骤包括: 在刀具坯件中形成凹坑 (6); 以及对所述坯件进行加工以形成所述刀具基底 (4)。

20. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中形成在所述刀具基底 (4) 中的所述凹坑 (6) 的平均深度在 $8\ \mu\text{m}$ 至 $25\ \mu\text{m}$ 的范围内。

孔切削刀具与制造该孔切削刀具的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及孔切削刀具和制造这类孔切削刀具的方法，具体地用于金属工件的这类孔切削刀具，并且具体地是麻花钻。

背景技术

[0002] 当对金属进行加工时，在刀具寿命中的主要影响之一是所应用的润滑剂(也被称为冷却剂)。如果加工工艺“干”(无润滑剂)进行，则当与具有润滑剂存在的加工工艺相比时刀具寿命显著缩短。

[0003] 这是因为润滑剂减小了接触表面之间的，即刀具与工件之间的‘ μ ’值(摩擦系数)。减小 μ 值导致可接触表面之间的摩擦的减小，这因此导致刀具磨损和产生热的减小。

[0004] 存在润滑的四个基本形式：液体动力润滑，其中两个滑动表面由液体膜隔开，该液体膜由局部压力保持在该两个滑动表面之间；弹性流体动力润滑，其中两个滑动表面由非常薄的流体膜隔开，该流体膜由较高形式(higher forms)局部压力保持在该两个滑动表面之间；混合润滑，其中两个表面部分地由液体膜隔开并且部分地彼此相接触；以及边界润滑，其中即使存在流体，两个表面也大部分彼此相接触。在边界润滑中，认为在两个表面之间的膜厚度在 0.001 至 0.05 μm 范围内(Dwyer-Joyce, R. S(1995) Tribology Group Institution of Mechanical Engineers, 'Tribological Design Data Part2:Lubrication', 2, 10)。

[0005] 应理解，在利用孔切削工具进行诸如钻进的金属加工期间，存在的润滑类型是边界润滑，其中两个表面在几乎无润滑液体的情况下大部分相接触。

[0006] 由效率低的润滑引起的加速的刀具磨损可以导致降低的刀具性能，例如，不良的孔再现性。

[0007] 理想地，为了减小刀具磨损，两个表面之间的，例如柱形刃带(land)与工件之间的膜厚度需要被增加。理论上，这将减小在两个表面之间的接触点处的 μ 值。然而，膜厚度的增加难以实现。

发明内容

[0008] 本发明的实施例解决上文讨论的缺点。本发明人已经惊奇地发现，在提高润滑效果的同时，现有水平的润滑剂用量可以被保持。也就是说，不必增加在切削过程期间使用的润滑剂的量，就可以实现刀具磨损上的改善。

[0009] 在本发明最一般的方面，本发明提出，孔切削刀具设有在孔切削刀具的表面中的多个凹坑，其中涂层被涂敷在这些凹坑上，用于在使用期间将润滑剂保持在表面处。

[0010] 在第一方面中，本发明提供了孔切削刀具，该孔切削刀具包括：

[0011] 刀具基底；以及

[0012] 在该刀具基底的表面上的刀具涂层，

[0013] 其中该孔切削刀具包括在该刀具基底的表面中的多个凹坑，并且其中该刀具涂层

延伸过这些凹坑,使得凹坑表面包括刀具涂层。

[0014] 本发明人已经发现,优良的性能可以通过提供被形成在刀具基底中然后被涂层的凹坑来实现,而非提供形成在涂层中的凹坑。实际上,在实验中,本发明人发现,在涂层之后例如通过激光蚀刻到涂层中而形成的凹坑,对凹坑周围的区域上的涂层造成损害。例如,在离凹坑一定的距离处观察到涂层的显著开裂。这可能导致过早的刀具破损。此外,产生不均匀且不一致的凹坑尺寸。

[0015] 本发明的实施例的涂层的凹坑结构的进一步优势是,关于刀具的位于这些凹坑之间的表面,保持了涂层的性质,其中上述表面一直到凹坑的外围。此外,涂层的有利的性质同样被提供给凹坑本身,这是因为涂层跟着(follow)这些凹坑的轮廓。图 1 以截面图示出典型的凹坑,示出了涂层延伸过凹坑表面,从而将涂层提供作为凹坑表面。

[0016] 关于这些凹坑的涂层,本发明人已经发现:在这些凹坑中以及这些凹坑的周围,可以观察到涂层厚度的一些变化(该变化也许可归因于已知的与涂层到钻头几何构造上的沉积相关联的角部及边缘效应),这些凹坑有效地设有涂层,使得这些凹坑的表面(即,这些凹坑的内侧表面)包括涂层材料。在实施例中,这种情况在延长的刀具寿命期间有助于保持凹坑尺寸。

[0017] 进一步的优势是,凭借涂敷到凹坑的涂层,可以实现相当光滑的凹坑表面。

[0018] 本发明人已经发现,这些凹坑连同它们的涂层的表面在保持润滑剂方面,例如在充当润滑剂的存储器方面是特别有效的。

[0019] 在本发明的实施例中,与不具有这些凹坑的孔切削刀具相比,润滑膜的厚度可以被增加。

[0020] 适当地,这产生液力润滑的区域,其中,随着刀具表面与工件相接触,流体被迫进入到这些凹坑中。

[0021] 优选地,平均的凹坑深度是至少 $5\text{ }\mu\text{m}$,更优选地,至少 $8\text{ }\mu\text{m}$ 。适当地,平均的凹坑深度不超过 $50\text{ }\mu\text{m}$,优选地不超过 $25\text{ }\mu\text{m}$,并且最优选地不超过 $15\text{ }\mu\text{m}$ 。特别优选的平均凹坑深度在 $8\text{ }\mu\text{m}$ 至 $25\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内。可以使用如本文中讨论的白光干涉测量法来测量平均凹坑深度。

[0022] 适当地,从 $20\text{ }\mu\text{m}$ 至 $400\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地从 $40\text{ }\mu\text{m}$ 至 $250\text{ }\mu\text{m}$ 独立地选择平均凹坑宽度和平均凹坑长度。在圆形凹坑的情况下,直径当然是宽度和长度。可以使用白光干涉测量法来测量平均凹坑宽度和平均凹坑长度。

[0023] 适当地,平均的凹坑截面积是在 0.005mm^2 至 1mm^2 的范围内。同样,可以使用白光干涉测量法来测量平均凹坑截面积。

[0024] 适当地,平均节距(中心到中心的间距)在 $50\text{ }\mu\text{m}$ 至 $350\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内,优选地在 $50\text{ }\mu\text{m}$ 至 $250\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内,更优选地在 $50\text{ }\mu\text{m}$ 至 $150\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内。同样,可以使用白光干涉测量法或 SEM 来测量平均节距。

[0025] 适当地,这些凹坑的平均密度是在 5 至 50 个凹坑/ mm^2 的范围内,优选地在 20 至 30 个凹坑/ mm^2 的范围内,且大约 24 个凹坑/ mm^2 是优选的。

[0026] 这些凹坑可以是任意适当的形状,例如细长形(例如,端部圆化的矩形或圆角矩形)、圆形、三角形或矩形。优选地,这些凹坑是端部圆化的矩形或圆角矩形,在本文中也被称为槽形凹坑或槽。

[0027] 适当地,所述多个凹坑是凹坑阵列。也就是说,所述多个凹坑以非随机图案被适当地布置。适当地,相邻的凹坑之间的间距对于阵列中的至少大多数凹坑、优选地对大致所有凹坑是相同的。优选地,这些凹坑被适当地布置为多排凹坑,适当地在这些排之间具有大致相等的间距。栅格图案是特别优选的。

[0028] 适当地,所述多个凹坑仅存在孔切削刀具的至少一个表面上,该至少一个表面在使用中与工件摩擦接触。如本文所解释的,优选的孔切削刀具是麻花钻,并且在麻花钻实施例中,麻花钻具有柱形刃带,并且所述多个凹坑仅存在于柱形刃带上。适当地,柱形刃带的至少 50% 设有凹坑,优选地大致全部的柱形刃带设有凹坑。本发明人已经发现,通过在麻花钻的柱形刃带上设置凹坑,可以实现刀具性能上的相当大的改善,如在本文中的示例中讨论的那样。

[0029] 优选地,刀具涂层具有至少 $0.5\text{ }\mu\text{m}$,更优选地,至少 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的平均厚度。适当地,平均厚度的上限是 $10\text{ }\mu\text{m}$,优选地 $5\text{ }\mu\text{m}$ 。优选的涂层厚度在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内。

[0030] 孔切削刀具可以部分地或全部被涂层。优选地,涂层是耐磨涂层,适当地具有比未涂层的刀具低的摩擦系数。

[0031] 适当的涂层包括金属氮化物基的涂层(例如 TiN、 $\text{Al}_x\text{Ti}_y\text{N}$ 等)、金属氧化物基的涂层(例如 Al_xO 、 $\text{Al}_x\text{Cr}_y\text{O}$ 等)、碳基涂层(例如 DLC、金刚石涂层等)及其组合。优选地,刀具涂层包括氮化物涂层,适当地是金属氮化物基的涂层,更优选地是 TiAlN。

[0032] 适当的涂层方法包括气相沉积,例如物理气相沉积(PVD),或其它真空沉积技术,以及化学气相沉积(CVD)。

[0033] 可以通过激光或电子束适当地产生这些凹坑。为了方便,在本文中讨论了优选使用激光,但是这应被理解为也是对使用电子束的参考。适当地,这些凹坑通过在形成刀具涂层之前对刀具基底进行激光蚀刻而形成。例如,用于对金属部件进行标记的激光蚀刻系统可以被应用到孔切削刀具,以产生期望的多个凹坑。

[0034] 期望的阵列图案被编程到激光控制器中,并且然后操作激光,以根据该图案为切削刀具提供这些凹坑。

[0035] 通常,使激光相对于刀具(或坯件)移动。适当地,使刀具或坯件旋转。可选地或此外,使激光源在刀具的表面上移动。

[0036] 优选地,孔切削刀具是圆刀具。适当地,从麻花钻、端铣刀、铰孔刀和丝锥选择孔切削刀具。优选地,孔切削刀具是麻花钻。适当地,麻花钻是金属加工麻花钻。

[0037] 虽然孔切削刀具(例如麻花钻)一般用于切削金属工件,但是它也可以适合于诸如复合材料和陶瓷的其它工件材料。

[0038] 优选地,刀具基底由碳化物制成。优选的碳化物是碳化钨。替代材料包括高速钢(HSS)、HSSCo 和 HSSCoXP、氮化硅和 PCD(多晶金刚石),或其组合(例如,安装在金属体上的 PCD)。

[0039] 在进一步的方面中,本发明提供了一种制造孔切削刀具的方法,孔切削刀具在该孔切削刀具的表面上具有多个凹坑,该方法包括在刀具基底的表面中形成多个凹坑的步骤,以及对刀具基底的带凹坑的表面进行涂层以形成刀具涂层的步骤。

[0040] 上文相对于第一方面讨论的优选的凹坑尺寸、凹坑几何结构和凹坑的图案也适用于作为形成凹坑的方法步骤的方面。

- [0041] 类似地,优选地,该方法是制造麻花钻的方法。
- [0042] 适当地,形成凹坑的步骤的是通过对刀具基底的激光蚀刻而形成形成凹坑的步骤。
- [0043] 适当地,形成多个凹坑的步骤包括:在刀具坯件中形成凹坑以及对坯件进行加工以形成刀具基底。
- [0044] 适当地,该方法包括:对形成有凹坑的表面进行清洁的步骤,例如除去焊瘤(flash)。优选地,清洁步骤包括外径研磨。
- [0045] 在进一步的方面中,本发明提供了一种制造孔切削刀具的方法,孔切削刀具在该孔切削刀具的表面中具有多个凹坑,该方法包括在孔切削刀具坯件的表面中形成多个凹坑以及对坯件以进行加工以形成孔切削刀具的步骤。
- [0046] 上文相对于第一方面讨论的优选的凹坑尺寸、凹坑几何结构和凹坑的图案也适用于作为形成凹坑的方法步骤的方面。
- [0047] 适当地,该方法包括:对形成有凹坑的表面进行清洁的步骤,例如除去焊瘤。优选地,清洁步骤包括外径研磨。
- [0048] 适当地,该方法包括对孔切削刀具进行涂层以形成刀具涂层的步骤。
- [0049] 适当地,孔切削刀具是麻花钻,并且对坯件进行加工的步骤包括加工出至少一个出屑槽。适当地,孔切削刀具是具有柱形刃带的麻花钻,并且对坯件进行加工的步骤包括对坯件进行加工,从而提供柱形刃带,该柱形刃带包括多个凹坑。
- [0050] 就先前的方面而言,优选的是通过激光蚀刻形成这些凹坑。
- [0051] 用于形成涂层的孔切削刀的特别优选的方法如下,其中孔切削刀具在刀具的表面中包括凹坑:
- [0052] (1) 将刀具杆(例如,碳化物杆)研磨至所需的刀具(例如,钻)坯件几何结构;
- [0053] (2) 将所需的凹坑图案(例如,使用激光)应用于坯件;
- [0054] (3) 除去在步骤(2)中产生的焊瘤;
- [0055] (4) 将图案化的坯件研磨到所需的刀具几何结构,同时确保期望的图案化区域保持存在;以及
- [0056] (5) (例如,通过气相沉积)为刀具涂上所需的涂层。
- [0057] 在进一步的方面中,本发明提供了一种制造孔切削刀具的方法,孔切削刀具在该孔切削刀具的表面中具有多个凹坑,该方法包括使用激光形成该多个凹坑的步骤。
- [0058] 上文相对于第一方面讨论的优选的凹坑尺寸、凹坑几何结构和凹坑的图案也适用于作为形成凹坑的方法步骤的方面。
- [0059] 适当地,该方法包括:对有凹坑的表面进行清洁的步骤,例如除去焊瘤。优选地,清洁步骤包括外径研磨。
- [0060] 在进一步的方面中,本发明提供了一种制造孔切削刀具的方法,孔切削刀具在该孔切削刀具的表面中具有多个凹坑,该方法包括在该孔切削刀具的表面中形成凹坑阵列的步骤。
- [0061] 在实施例中,凹坑的规则图案(阵列)而非随机图案可以使得较小的区域能够包含更多冷却剂存储器,因此产生增大的液力润滑区域。在实施例中,这可以减小在接触时的表面的平均 μ , 因此减小刀具经受的磨损,这带来延长的刀具寿命和改善的孔质量。

[0062] 上文相对于第一方面讨论的优选的凹坑尺寸、凹坑几何结构和凹坑的图案也适用于作为形成凹坑的方法步骤的方面。

[0063] 适当地,形成凹坑的步骤包括使用激光形成凹坑。

[0064] 适当地,该方法包括:对有凹坑的表面进行清洁的步骤,例如除去焊瘤。优选地,清洁步骤包括外径研磨。

[0065] 优选地,凹坑阵列包括多排规则地间隔开的凹坑。

[0066] 在进一步的方面中,本发明提供了一种孔切削刀具,在该孔切削刀具的表面中包括凹坑阵列。

[0067] 上文相对于第一方面讨论的优选的凹坑尺寸、凹坑几何结构和凹坑的图案也适用于作为形成凹坑的方法步骤的方面。

[0068] 适当地,凹坑阵列包括多排规则地间隔开的凹坑。

[0069] 在进一步的方面中,本发明提供了激光的使用以在孔切削刀具中形成多个凹坑。

[0070] 在进一步的方面中,本发明提供了对孔切削刀具进行涂层的方法,其中孔切削刀具包括在孔切削刀具的表面中的多个凹坑,使得涂层被涂敷到带凹坑表面。

[0071] 在进一步的方面中,本发明提供了使用如本文所描述的孔切削刀具切削工件的方法。

[0072] 优选地,工件是金属工件,优选地是钛或钛合金工件,例如 AMG4.3 (Ti-6Al-4V)。

[0073] 优选地,孔切削刀具是麻花钻,并且该方法是钻进工件的方法。

[0074] 优选地,该方法包括应用润滑剂,适当地是最小量的润滑剂(MQL)。本发明人已经发现,当通过最佳化所使用的相当小量的润滑剂来使用 MQL 时,如本文所描述的应用多个凹坑到孔切削刀具可以带来特别的益处。

[0075] 在进一步的方面中,本发明提供了由本文所公开的方法中的任一种制成的孔切削刀具。

[0076] 可以将本发明的方面中的任一个与其它方面中的任一个或多个组合。此外,这些方面中的一个的可选或优选特征中的一个可以适用于其它方面中的任一个。

[0077] 具体地,与方法或用途相关的可选特征可以适用于产品,并且反之亦然。

附图说明

[0078] 现在将参照随附的附图描述本发明的实施例,在附图中:

[0079] 图 1 示出包括涂层表面的凹坑的截面;

[0080] 图 2 示出刀具坯件(麻花钻坯件),凹坑阵列被应用于该刀具坯件的阴影区域中;

[0081] 图 3 示出被应用于刀具坯件的凹坑的图案,这些凹坑具有细长“槽”形状;

[0082] 图 4 示出包括凹坑阵列的麻花钻的柱形刃带的 SEM 图像;

[0083] 图 5 示出以宽度方向(凹坑的短轴)上的截面或轮廓呈现出来的凹坑的白光分析(使用 Wyko 白光干涉计)结果;

[0084] 图 6 示出在用 TiAlN 进行涂层之后的凹坑的 SEM 图像;以及

[0085] 图 7 示出以宽度方向(凹坑的短轴)上的轮廓或截面呈现出来的凹坑的白光分析(使用 Wyko 白光干涉计)结果。

具体实施方式

[0086] 为避免疑义,如本文中使用的术语“凹坑”表示闭端式的孔或盲孔。本文中描述了优选的凹坑尺寸。

[0087] 为避免疑义,如本文中使用的术语“孔切削刀具”表示适合于切削工件从而形成孔的切削刀具,这包括再成形孔或修整现有的孔(刀具还能否进行工件材料的其它类型的切削或移除)。优选种类的孔切削刀具是圆的刀具。优选的圆刀具包括麻花钻、端铣刀、铰孔刀和丝锥。麻花钻是特别优选的。虽然可以使用任意麻花钻几何结构,但是 90° 至 180° 的尖角是优选的。

[0088] 为避免疑义,如本文中使用的术语“凹坑阵列”表示以有序的、有规则的或非随机图案布置的多个凹坑。凹坑阵列的示例是多排凹坑,且相邻的凹坑之间以及相应的排之间大致等间距。

[0089] 图 1 图示出在根据本发明的孔切削刀具 2 的表面部分截取的截面。刀具基底 4 设有例如由激光蚀刻的凹坑 6。刀具涂层 8 然后被涂敷到带凹坑的刀具基底。刀具涂层跟着凹坑的轮廓,使得凹坑 10 的表面包括刀具涂层。最终凹坑具有相当光滑且均质的表面。存在从刀具的大致平坦主表面和凹坑的“内侧”表面的光滑过渡。当孔切削刀具设有多个这类凹坑时,刀具适于通过将润滑剂保持在凹坑中而利用润滑剂(例如, MQL)有效地工作。

[0090] 示例和测试

[0091] 示例 1

[0092] 对碳化钨杆进行加工,从而产生具有 12mm 的直径的麻花钻坯件。坯件在坯件的对应于钻头体的表面中通过激光蚀刻而设有有序的凹坑图案(阵列)。图 2 中示出图案被应用到的区域。图 3 中示出被应用到坯件的图案。图案包括“槽”形状的细长凹坑,这些细长凹坑被布置成使得它们的长轴平行于钻头的纵向主轴线(垂直于钻头旋转的方向)。凹坑密度被编程为约 24 个凹坑 / mm^2 。

[0093] SEM 分析表明,毛刺或焊瘤环绕凹坑的外围存在。因此,坯件是使用外径研磨以除去焊瘤而进行清洁的表面。在图 4 中示出在刀具坯件表面中的最终凹坑,图 4 图示出大致无焊瘤残留。

[0094] 焊瘤的不存在通过使用 Wyko 白光分析仪的白光干涉测量法来证实。白光分析允许对刀具的 3D 表面进行成像。根据获取的数据,可以观察凹坑的截面或轮廓,可以进行凹坑深度(在最深点处)、宽度(在最宽点处)和长度(在最长点处)以及截面积(在表面处)的测量。在图 4 中示出跨凹坑的短轴线(宽度)的凹坑轮廓的示例。

[0095] 然后,对刀具坯件进行加工,从而产生对应于 Dormer 刀具' CDXR553 商业产品的钻头几何结构。

[0096] 柱形刃带是麻花钻的保持凹坑的图案的唯一部分。刀具坯件的表面的其余部分在加工步骤期间被移除。

[0097] 根据 SEM 和白光分析,获得下列凹坑尺寸:

[0098] 平均凹坑宽度 = $60\ \mu\text{m}$

[0099] 平均凹坑深度 = $11\ \mu\text{m}$

[0100] 平均凹坑长度 = $230\ \mu\text{m}$

[0101] 平均焊瘤高度 = $0\ \mu\text{m}$

[0102] 凹坑间距通过对激光装置的适当编程来选择：近似 $320\text{ }\mu\text{m}$ (在长度方向上，中心到中心) 和近似 $130\text{ }\mu\text{m}$ (在宽度方向上，中心到中心)。其它的中心到中心的间距是可能的，例如 $100\text{ }\mu\text{m}$ 至 $200\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0103] 然后，使用标准沉积技术将麻花钻涂上 TiAlN。TiAlN 涂层在刀具基底上的深度是约 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。涂层被涂敷到整个麻花钻，包括柱形刃带。涂层延伸过这些凹坑，使得，在截面中，刀具包括在刀具基底中的凹坑，且 TiAlN 层跟着凹坑的轮廓 (例如，如图 1 中图示的那样)。其它涂层可以采用以代替 TiAlN。

[0104] 在图 5 中示出涂层的凹坑。在图 6 中示出在涂层之后的凹坑的白光分析宽度轮廓。

[0105] 根据在涂层之后的 SEM 和白光分析，获得下列凹坑尺寸：

[0106] 平均凹坑宽度 = $60\text{ }\mu\text{m}$

[0107] 平均凹坑深度 = $9\text{ }\mu\text{m}$

[0108] 平均凹坑长度 = $230\text{ }\mu\text{m}$

[0109] 平均焊瘤高度 = $0\text{ }\mu\text{m}$

[0110] 示例 2

[0111] 接着，进行与示例 1 相同的程序，差别在于激光驻留时间在激光结构化处理步骤期间略微更长。

[0112] 在涂层之后，平均凹坑宽度被测量为 $50\text{ }\mu\text{m}$ ，平均凹坑长度被测量为 $220\text{ }\mu\text{m}$ ，并且平均凹坑深度被测量为 $11\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0113] 对照示例 1

[0114] 无凹坑的麻花钻以与示例 1 相同的方式制成，差别在于不应用激光结构化处理。

[0115] 试验

[0116] 示例 1 和示例 2 以及对照示例 1 使用两种工件材料进行试验：AMG1.5 (合金钢) 和 AMG4.3 (钛合金)。AMG4.3 是具体地要求的，因为已知对 Ti 工件的钻进产生高温并且甚至能够导致 Ti 的燃烧。

[0117] 在试验 1 中使用下列条件和设置：

[0118] 机器：DMU-60

[0119] 材料：AMG1.5 (W No. 1.2312)

[0120] 钻头几何结构：R553

[0121] 直径： 12.00mm

[0122] 钻头长度：5 倍直径

[0123] 钻头深度： 36mm 盲孔

[0124] 涂层：TiAlN

[0125] 冷却剂：MQL

[0126] 孔数：每个刀具每次试验 10 个孔

[0127] 监测设备：analySIS 软件和显微镜、以及 Kistler 测力计 (9123C1011，具有 DynoWear 软件)，以监测切削推力和扭矩。

[0128] 表面速度： 48mm/分钟

[0129] 进给： 0.15mm/转

[0130] 心轴转速： 1273rpm

[0131] 钻入速度 :190mm/ 分钟

[0132] 一旦这些孔被完成,则在 10mm 和 30mm 深度处使用 Renishaw 探针 (MP7000MP70) 测量这些孔。

[0133] 推力和扭矩的测量结果表明,包括在柱形刃带上的凹坑阵列的麻花钻经受容许水平的推力和扭矩。

[0134] 孔大小的测量结果(使用 Renishaw 探针)表明,与对照示例 1 相比,示例 1 和示例 2 产生“更紧的”孔。实际上,两个示例都实现了 H7 的平均孔公差,而对照示例 1 实现了仅 H9 (ISO286 “极限与配合(Limits and fits)”)。

[0135] 此外,还实现了良好的孔大小可重现性。

[0136] 在试验 2 中使用了下列条件和设置:

[0137] 机器 :DMU-60

[0138] 材料 :AMG4.3 (Ti-6Al-4V) /ASTM B265

[0139] 钻头几何结构 :R553

[0140] 直径 :12.00mm

[0141] 钻头长度 :5 倍直径

[0142] 钻头深度 :14mm 贯通孔

[0143] 涂层 :TiAlN

[0144] 冷却剂 :MQL

[0145] 孔数 :每个刀具每次试验 3 个孔

[0146] 监测设备 :analySIS 和显微镜,以及 Kistler 测力计(用以监测切削推力和扭矩)

[0147] 表面速度 :25mm/ 分钟

[0148] 进给 :0.135mm/ 转

[0149] 轴转速 :663rpm

[0150] 钻入速度 :90mm/ 分钟

[0151] 一旦这些孔被完成,则在 5mm 和 10mm 深度处使用 Renishaw 探针测量这些孔。

[0152] 推力和扭矩的测量结果表明,包括在柱形刃带上的凹坑阵列的麻花钻在 Ti 工件中经受容许水平的推力和扭矩。实际上,与对照示例 1 相比,对于示例 1 和示例 2,在 Ti 中经受的扭矩水平显著较低。

[0153] 孔大小的测量结果(使用 Renishaw 探针)表明,与对照示例 1 相比,示例 1 和示例 2 产生“更紧的”孔。此外,特别地是,与对照示例 1 相比,在 5mm 的深度处,对于示例 1 和示例 2,孔大小的扩展(spread)较小。

[0154] 由激光结构化处理的刀具实现的一致的孔尺寸表明,激光结构化处理的刀具减小了刀具的摩擦性质。具体地,在 5mm 处的优良的孔大小扩展表明,工件材料开始冷却并且恢复其原始形状,因此最小化“抓取(snatching)”的可能性。具体地,热产生的减小能够减小工件材料的膨胀程度,因此降低了孔作用在刀具上的“包围”作用,该“包围”效果可以导致刀具的“抓取”或“抓握”。

[0155] 试验结果证明,可以实现优良的孔质量,特别是地在 Ti 工件的情况下也是如此。

[0156] 此外,尤其是在具有挑战性的 Ti 工件的情况下,经受了减小的扭矩值。这表明,刀具受到减小的应力的作用,潜在地带来增加的刀具寿命,且伴随刀具生产力上的提高。扭矩

的减小也可以允许减少的能量消耗,因此产生机器开支的节省并且当然对环境有益。

[0157] 此外,结果表明,激光结构化处理的刀具可以特别适合于与最小数量润滑剂(MQL)一起使用,因为它们最优化了以 MQL 而被应用于刀具和工件的相当小量的润滑剂的使用。这允许润滑剂的处理或回收的成本的减小,以及由于减少浪费润滑剂,这允许在环境影响上的减小。

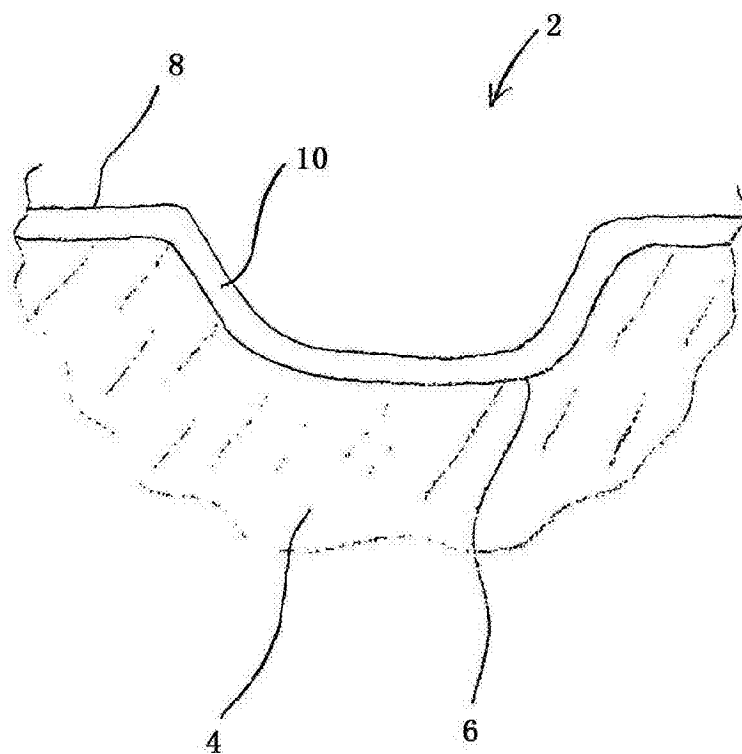


图 1

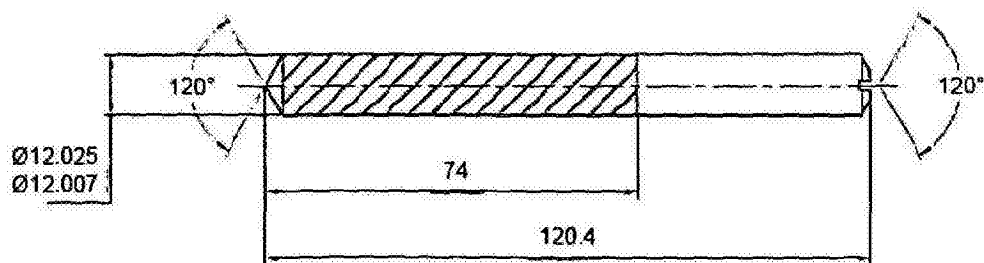


图 2

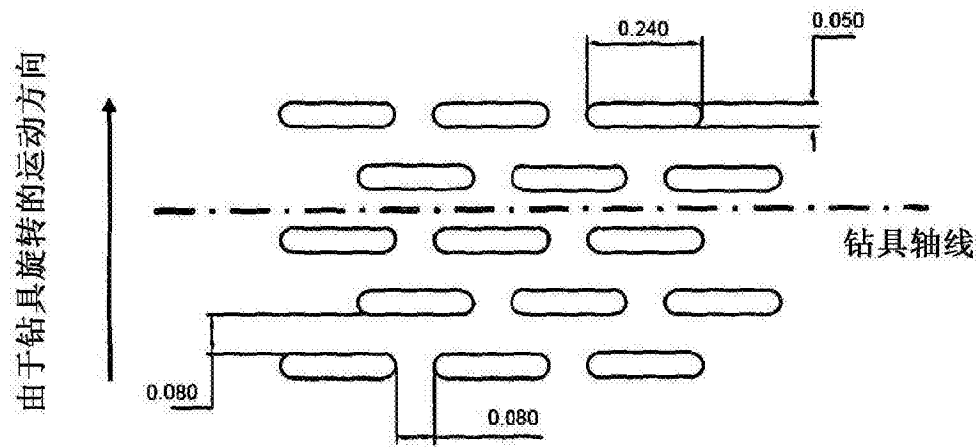


图 3

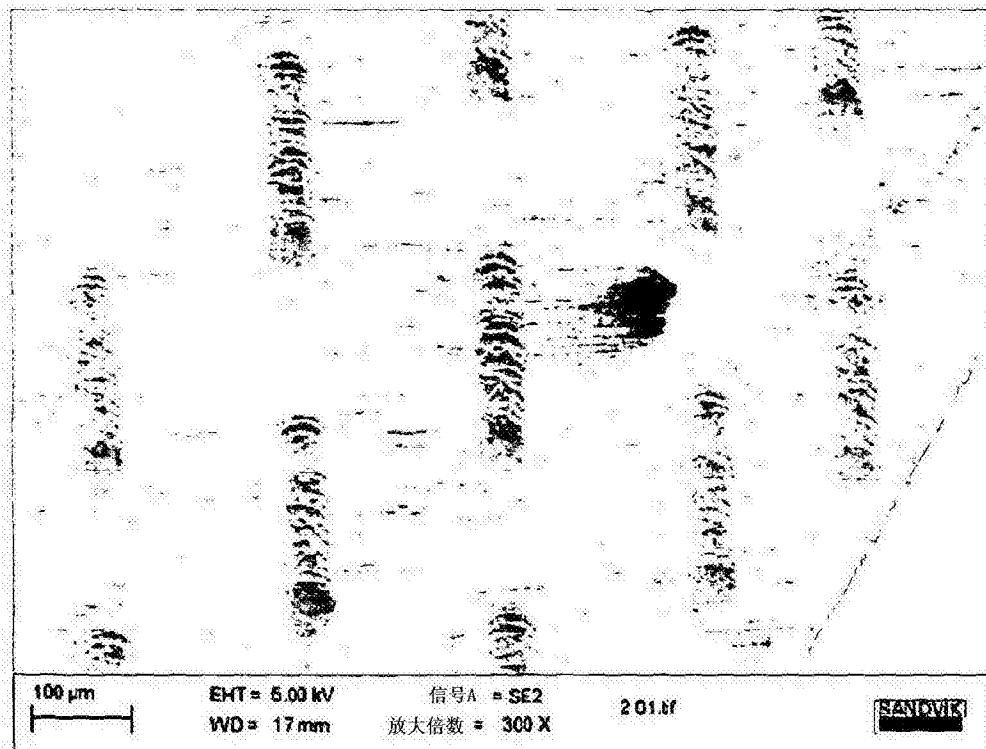


图 4

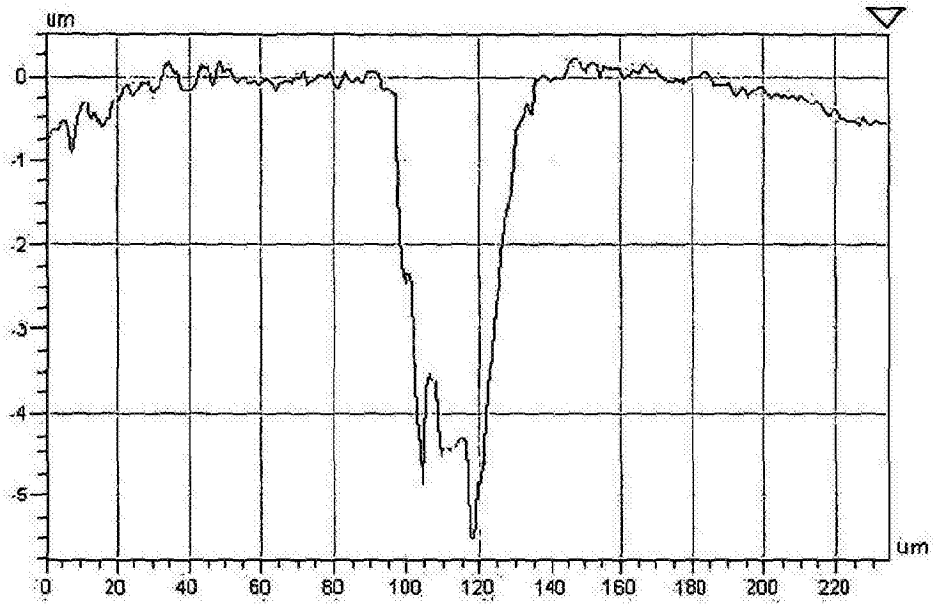


图 5

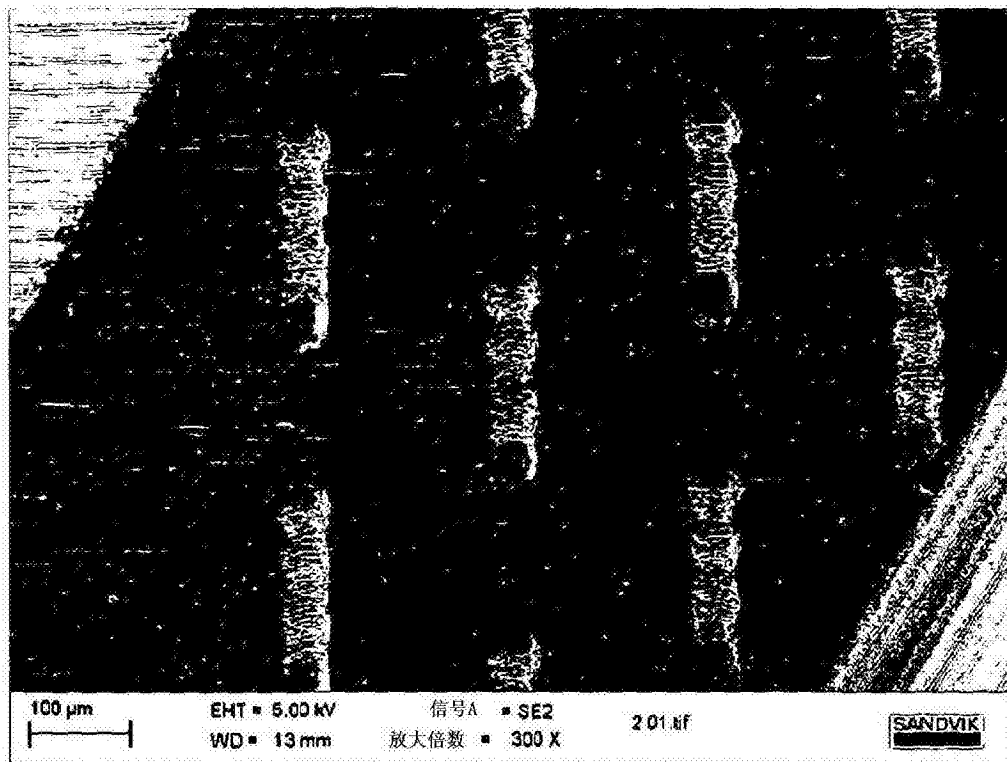


图 6

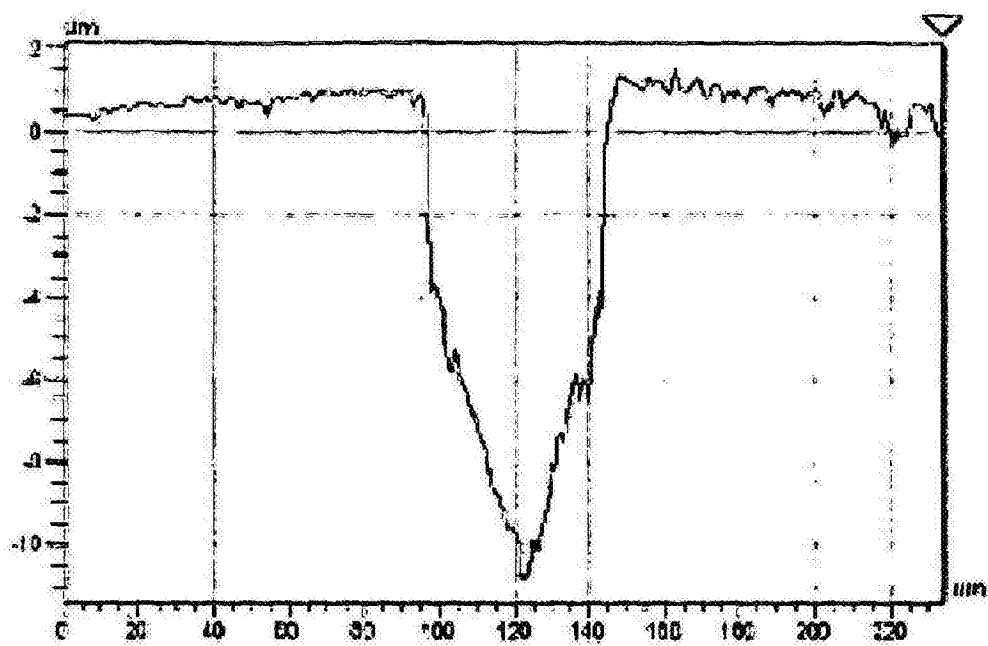


图 7