



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101395335 B

(45) 授权公告日 2013.04.17

(21) 申请号 200780003770.X

(22) 申请日 2007.01.26

(30) 优先权数据

60/762,794 2006.01.26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.07.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/002180 2007.01.26

(87) PCT申请的公布数据

W02007/089590 EN 2007.08.09

(73) 专利权人 犹他大学研究基金会

地址 美国犹他州

(72) 发明人 Z·Z·方 S·C·约翰逊 H·张

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民 路小龙

(51) Int. Cl.

E21B 10/36(2006.01)

(56) 对比文件

US 6696137 B2, 2004.02.24,

US 6446740 B2, 2002.09.10,

CN 1153250 A, 1997.07.02, 全文.

审查员 王宏钧

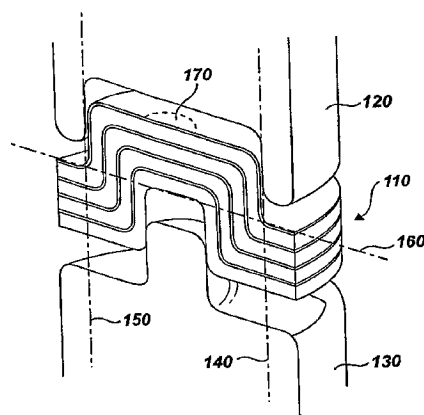
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

(54) 发明名称

多晶磨料复合切削工具

(57) 摘要

多晶磨料复合切削工具,其包括具有顶层切割表面和侧面的工具主体。连接到基材的复合切削工具构成用于 PDC 钻头、牙轮钻头插入物、或在石油钻井或其它应用中非常有用的其它工具的剪切切削工具。多晶磨料复合切削工具的主体包括多个多晶磨料层 (90) 和多个拦截层 (100)。多晶磨料层 (90) 和拦截层 (100) 被排列以在垂直于顶层切割表面 (92) 的方向和垂直于侧面 (94) 的方向交替贯穿工具主体。根据该设计,拦截层 (100) 可被定向,以便基本上抑制裂纹穿过多晶磨料材料传播。



1. 多晶磨料复合切削工具,包括具有顶层切割表面和侧面的工具主体,所述工具主体包括多个多晶磨料层和多个拦截层,以使所述多晶磨料层和所述拦截层在垂直于所述顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向交替贯穿所述工具主体,并且其中所述拦截层和所述多晶磨料层被分布在所述工具主体内,以使多个拦截层终止在所述顶层切割表面和所述侧面上。

2. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述拦截层比接触的多晶磨料层具有更高的韧度和更低的硬度。

3. 权利要求 2 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述多个拦截层的每一层具有比各自接触的多晶磨料层高 10%至 400%的韧度,以及具有比各自接触的多晶磨料层低 5%至 50%的硬度。

4. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,进一步包括连接到所述顶层切割表面的对面以形成磨料切割工具的工具基材,其中所述磨料切割工具被配置为用作剪切切削工具或用作牙轮钻头插入物。

5. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,包括 4 到 100 个拦截层和 5 到 100 个多晶磨料层。

6. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述多晶磨料层包括多晶超磨料。

7. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述多晶磨料层包含数量在 50%以上的难熔金属碳化物。

8. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述拦截层包含难熔金属碳化物和多晶超磨料。

9. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述拦截层基本上由多晶超磨料组成或基本上由难熔金属碳化物和任选的金属组成。

10. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述拦截层具有 $1\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的厚度,并且所述多晶磨料层具有 $1\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 的厚度。

11. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述拦截层厚度与所述多晶磨料层厚度的比率为 1 : 4 至 1 : 75。

12. 权利要求 1 所述的多晶磨料复合切削工具,其中所述多个拦截层是连续层,其每一个单独延伸以与顶层边缘和侧面边缘都接触。

13. 制造多晶磨料复合切削工具的方法,包括:

a) 形成具有工具主体的切削工具母体,所述工具主体具有顶面和侧面,所述切削工具母体包括多个磨料母体层和多个拦截层,以使所述磨料母体层和所述拦截层在垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向交替穿过所述工具主体;

b) 在足以形成拦截层和多晶磨料层的多晶磨料复合切削工具的压力和温度下,处理所述切削工具母体,

其中所述拦截层和所述多晶磨料层被分布在所述工具主体内,以使多个拦截层终止在所述顶层切割表面和所述侧面上。

14. 权利要求 13 所述的方法,其中所述多晶磨料是多晶超磨料或难熔金属碳化物。

15. 权利要求 13 所述的方法,其中所述形成切削工具母体的步骤包括形成交替的磨料母体层和拦截层的基本上平面形的层压板组件,所述磨料母体层包括第一主要微粒磨料,

并且所述拦截层包括第二微粒材料。

16. 权利要求 15 所述的方法,其中所述形成所述层压板组件的步骤包括延流所述磨料母体层和拦截层。

17. 权利要求 13 所述的方法,其中所述拦截层厚度与所述磨料母体层厚度的比率为 1 : 4 至 1 : 75。

18. 权利要求 15 所述的方法,其中所述磨料母体层如下形成:制备所述第一主要微粒磨料的超磨料混合物,所述超磨料混合物包括微粒超磨料、烧结助剂和有机粘合剂;然后将所述超磨料混合物轧制形成片。

19. 权利要求 15 所述的方法,其中形成所述切削工具母体的所述步骤包括使所述层压板组件以一角度成形。

20. 权利要求 19 所述的方法,其中使用挤压机或冲压机进行所述成形。

21. 权利要求 20 所述的方法,进一步包括将所述切削工具母体置于仿形互补型基材上。

22. 权利要求 13 所述的方法,进一步包括定向所述磨料母体层和所述拦截层,以使所述磨料母体层和所述拦截层的末端暴露于所述切削工具母体的至少两个不同表面上。

23. 权利要求 13 所述的方法,其中所述步骤 a) 包括三维印制。

24. 权利要求 23 所述的方法,其中所述三维印制被分部件进行,并且所述部件被装配并烧结。

多晶磨料复合切削工具

相关申请

[0001] 本申请要求早期提交的美国临时专利申请第 60/762,794 号——在 2006 年 1 月 26 日提交——的权益,其被引入本文作为参考。

发明背景

[0002] 聚晶金刚石复合片 (polycrystalline diamond compact (PDC)), 也被称为剪切切削工具, 是用于石油钻井的 PDC 钻头的重要切削元件。图 1 图解在钻井过程中切削工具如何与岩层相互作用。设计剪切切削工具, 并用聚晶金刚石覆盖在烧结碳化钨基材上制造。烧结碳化钨基材给金刚石层提供刚性支撑。在钻井期间, 金刚石层与岩层直接接触。金刚石极高的耐磨性导致切削工具和钻头优良的耐用性, 这在其它材料的情况下是不可能的。然而, 钻井技术的持续改良和对更高产率增加的需要对进一步改进切削工具技术产生强大需求。剪切切削工具经历更高的应力、更硬的岩石和更具冲击性的载荷条件。结果是, 剪切切削工具的典型损坏模式是通过边缘破裂 (edge chipping) 并最终灾难性的破损。工业面临的挑战是如何提高钻头寿命和耐久性以便能够钻更深及更硬的岩层。非常期望提高聚晶金刚石复合片剪切切削工具的抗冲击性, 而不会损害其磨料耐磨损性。

发明概述

[0003] 因此, 本发明公开了具有功能性设计的聚晶金刚石复合覆盖罩 (functionally designed polycrystalline diamond composite overlay) 的剪切切削工具, 该聚晶金刚石复合覆盖罩进一步提高了剪切切削工具的性能。本发明提供多晶磨料复合切削工具, 其包括具有顶层切割表面和侧面的工具主体。该工具主体可包括多个多晶磨料层 (a plurality of polycrystalline abrasive layers) 和多个拦截层 (a plurality of arresting layers)。所述多晶磨料层和拦截层在垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向可交替贯穿工具主体。在一个实施方式中, 切割表面和侧面 (一个或多个) 可具有多个跨过每一表面的拦截层, 以便基本上阻止穿过多晶超磨料材料的裂纹传播。在另一个实施方式中, 多个拦截层的至少一部分可被定向为基本平行于工具主体的至少一个表面。

[0004] 根据本发明, 制造多晶超磨料复合切削工具的方法可包括形成具有工具主体的切削工具母体的步骤, 所述工具主体包括顶面和侧面。切削工具母体可包括多个磨料母体层和多个拦截层, 其被配置使得所述多晶磨料层和拦截层在垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向可交替贯穿工具主体。该方法可进一步包括在足以形成具有拦截层和多晶主要层的多晶磨料复合切削工具的压力和温度条件下在处理切削工具母体。

[0005] 在一个实施方式中, 形成切削工具母体的步骤可包括形成交替的磨料母体层和拦截层的基本平面状层压板组件。该磨料母体层可包括第一主要微粒磨料, 并且拦截层可包括第二微粒材料。因此已经相当广泛地概括了本发明更重要的特征, 因此下面其详细的描述可被更好地理解, 以及因此本发明对于本领域的贡献可被更好地认识。根据下列面的本发明的详细描述连同附图和权利要求, 本发明的其它特征将变得更清楚, 或者可通过本发

明的实践了解。

附图简述

- [0006] 图 1 示出典型 PDC 切削工具当通过剪切切割岩层时的侧视图。
- [0007] 图 2 示出根据本发明一个实施方式的切割表面的层结构的截面图。
- [0008] 图 3 示出根据本发明一个实施方式的切割表面的层结构的截面图。
- [0009] 图 4 示出可被用于本发明一个实施方式的基材的截面图。
- [0010] 图 5 图解根据本发明一个实施方式在处理过程中层压材料的透视图。
- [0011] 图 6 图解根据本发明一个实施方式的工作环 (working ring) 的截面透视图。
- [0012] 图 7 图解根据一个实施方式的工作环的截面透视图。
- [0013] 图 8 图解具有根据本发明一个方面的层压材料的冲压机的截面透视图。
- [0014] 进一步结合下面的详细描述来描述附图。此外,这些附图不必按比例绘制,并仅仅作为说明,因此尺寸和几何形状可从图解的那些变化。

详细描述

[0015] 在将本发明公开和描述之前,应该理解本发明不限于本文公开的具体结构、处理步骤或材料,而是延伸到其等价物,这将是相关技术领域中的普通技术人员公认的。也应该理解本文使用的术语仅仅用作描述具体实施方式的目的,而不意图进行限定。

[0016] 必须注意,如在本说明书和所附的权利要求书中使用的,单数形式“一 (“ a”、“ an” 和 “ the”)”包括复数指示物,除非上下文另外明确指示。因此,例如对“切削工具 (cutter)”的指代包括一个或多此类切削工具,对“层 (layer)”的指代包括对一种或多种此类特征的指代,对“加热 (heating)”的指代包括对一个或多个这类步骤的指代。

定义

[0017] 在描述和要求保护本发明时,根据下面阐述的定义使用下面的术语。

[0018] 如本文使用的“磨料 (abrasive)”指具有足够硬度以从加工件摩擦物质或其它方式从加工件除去物质的任何材料。典型的磨料可包括难熔金属如 W、Mo、Nb、Ti、Ta 和其混合物或合金的难熔金属碳化物;超级磨料;氧化铝、二氧化钛、蓝宝石、二氧化硅、金属陶瓷、硼化物、氮化物、碳氮化物等。

[0019] 如本文使用的“超级磨料 (superabrasive)”指具有异常高硬度的研磨材料,如金刚石、类金刚石材料和立方氮化硼。

[0020] 如本文使用的“交替 (alternating)”指至少一些层与相邻的层不同。例如,一般交替层包括连续交替,例如超磨料材料、拦截层、超磨料材料、拦截层等。然而,其它交替排列可包括不规则或随机排列或偶然重复的层。

[0021] 如本文使用的“拦截 (arresting)”指材料的性能和 / 或作用,借此,在材料的一个区域内的裂纹或其它破坏性或损坏性事件被停止、减慢、减少和 / 或隔离。

[0022] 如本文使用的“连续 (continuous)”指单一的不中断的长度。例如,如在从一个表面延伸到另一个表面的连续层情况下使用的,一个层将在一个表面的一部分具有末端。然后,同一层连续进入工具主体,并且相反的末端将到达另一个表面。

[0023] 如本文使用的“裂纹 (cracks)”指材料的区域,其中材料本身显示破坏或损坏发生。典型地,裂纹在材料内发生,其中材料通常在表面附近发生较大分离的位置分裂。在多晶材料中的裂纹通常沿晶间晶粒边界传播;然而,裂纹可周期性穿过单晶晶粒。拦截层的存在行使中断裂纹传播以及隔离裂纹与单个PCD层的作用,因此,最小化对切削工具的损伤。

[0024] 如本文使用的“切削工具 (cutter)”通常指任何磨料工具设计,其可被用于从加工件除去物质。切削工具的非限定性实例可包括剪切切削工具、牙轮插入物 (roller-cone inserts)、钻头片段、插入物、机械加工插入物 (machining inserts) 等。

[0025] 如本文使用的“侧面 (flank surface)”指具有距离工具主体的中心轴或其附近的顶面法向向量至少 45° 的法向向量的表面。该侧面一般经历比切削工具的顶面更程度的滑动摩擦切割作用,所述顶面倾向于经历冲击或剪切切削力。

[0026] 如本文使用的“顶面 (top surface)”指位于工具主体上的工作表面的一部分,其面对正常使用过程中的移动方向。例如,尽管典型的剪切切削工具具有平面顶面,但是顶面通常在相对于加工件的取向上有偏斜角。尽管顶面可以有起伏的,但是顶面一般被定义为与切削工具/基材的背侧相对的那个部分,并且其方向通常在工具主体的中心轴周围。

[0027] 如本文使用的“硬度 (hardness)”是对缺口或表面磨损引起的变形的抗性的量度。

[0028] 如本文使用的“韧度 (toughness)”是当材料破裂时其吸收的能量量度,例如在拉伸应力-应变曲线下的总面积。在均匀磨料材料的许多情况下,硬度和韧度负相关,即当硬度增加时,韧度减小。本发明通常考虑增加韧度,而没有明显损失硬度。

[0029] 如本文使用的“多 (multiple)”指表示超过1的数字,在理论上不限定上限,但是通常在实际应用中对上限限定。

[0030] 如本文使用的“基本上 (substantial)”,当关于拦截裂纹传播使用时,指足够减弱、减慢、停止或阻止裂纹传播的方向。当其关于特定方向使用时,例如“基本上垂直”,如此表示的角度是近似的、接近或大约 90° ,或者使得可得到相同或相等期望的作用。当其关于具体几何形状使用时,“基本上”指在效果相似、相等的形状,或由该具体形状的相似方面组成的形状。例如,当提到立方体时,盒状形状 (boxed shape)——其中该盒的面是菱形状,因为它们不含有直角——仍将作为基本上立方体被包括在内。此外,“基本上所有”或类似术语是指足够提供材料或特性意欲提供的作用的量。可允许的偏差精确程度在一些情况下可取决于具体的上下文。相似地,“基本上不含”或类似术语是指在组成中缺乏确认的元素或物质。特别地,确认为“基本上不含的”的元素或者是在组成中完全不存在的,或者仅仅以足够小以便对组成没有可测量的影响的量被包括。

[0031] 如本文使用的多个项目、结构元件、组成元件和/或材料出于方便可被呈现在共同的列表中。然而,这些列表应该被理解为如同列表的每一成员被单独确认为独立的和唯一的成员。例如,钨和钼都是有用的难熔金属。然而,钨是更强的碳化物模型,因此对于具体应用,或多或少可被优选。因此,在没有相反表示的情况下,仅仅基于它们呈现在共同组,这类列表中没有一个单独成员应该不被理解为同一列表上任何其它成员的实际上的等价物。

[0032] 如本文使用的“大约 (about)”是指通常对于确认的具体性能,基于实验误差的偏差程度。术语“大约”所提供的范围将依赖于具体上下文和特定性能,并且能够容易地被本领域普通技术人员理解。术语“大约”不拟延伸或限制等价物的程度,其可另外被赋予特定值。此外,除非另有说明,术语“大约”将清楚地包括与下面关于范围和数值数据的讨论“精

确地 (exactly)”一致。

[0033] 浓度、数量和其它数值数据在本文可以以范围的形式表达或提供。应当理解应用这样的范围形式仅仅为了方便和简短,因此其应该被灵活地解释为不但包括被清楚叙述作为范围限定的数值,而且包括在该范围内包括的所有单独的数值和亚范围,如同每一数值和亚范围被明确叙述。作为实例,“大约 1 微米到大约 5 微米”的数值范围应该被解释为不但包括明确叙述的大约 1 微米到大约 5 微米的值,而且包括该所示范围内单独的值和亚范围。因此,包括在该数值范围内的为单独的值如 2、3 和 4 以及亚范围如从 1 到 3、从 2 到 4 和从 3 到 5 等。

[0034] 该相同的原理适用仅叙述一个数值的范围。而且,这样的解释应该适用,而不管描述的范围或特性的宽度如何。

本发明

[0035] 根据本发明,本文描述了:相比于传统聚晶金刚石 (polycrystalline diamond(PCD)) 材料或传统聚晶金刚石复合片 (polycrystalline diamond compact(PDC)) 剪切切削工具设计,具有良好抗剥落性 (chipping resistance) 的复合设计。在本公开提出的复合及剪切切削工具设计可具有精细控制的抗剥落性。超磨料复合切削工具和剪切切削工具设计的应用可改善切削工具的耐久性并提高效率。此外,应用本发明——特别在商业钻井作业中,可减少这些作业的总成本。

[0036] 为了便于解释,如下描述的本发明中的超磨料材料通常被称为 PCD,其为优选的材料,但是不应该认为是对全部发明的限制。具体而言,任何磨料材料可被用在主要层 (primary layer) 中,只要主要层由磨料材料形成,并且以如本文所述的交替层结构排列。同样地,WC-Co 通常被称为用于拦截层的磨料材料,但是不应该认为是对可被用于拦截层的材料的限制。此外,该解释通常是指应用多晶超磨料复合切削工具以连接到切割基材而产生超磨料切割工具,更具体而言,其被配置为剪切切削工具。此外,这不应当被认为是对本发明的限制,而相当容易解释为多晶超磨料复合切削工具可与另外的工具和应用联合使用。可从本发明应用获益的工具的非限定性实例可包括钻头切削工具、成形钻头侧面部分 (contoured drill flank segment)、钻头末端 - 磨铣端 (mill tips)、车刀和刨刀、铣具和磨具、抛光工具、修整工具 (dressing tools)、拉丝模、机械加工工具 (machining tools) 等。

[0037] 如在图 1 中阐述的,普通 PCD 复合片剪切切削工具具有主体 10,其通常由碳化钨构成。该主体通常为具有用 PCD 20 的磨料层覆盖的平顶的圆柱。在该圆柱形中,PCD 切削工具具有顶面 30 和侧面 40。在通常应用中,这类 PCD 切削工具绕连接到 PCD 切削工具上的钻头主体的钻头主体旋转轴进行旋转,并且以通常向前的方向(向左,如目前所图解的)移动。如可以看到,切削工具可具有加工表面的外层环,所述加工表面包括最靠近顶面的侧面区域和最靠近侧面的顶面的外部部分。对于圆柱形切削工具,加工表面可类似于厚垫圈 (thickwasher)。

[0038] 如先前讨论的,PCD 和类似切削工具被置于不同的工作条件,并且可经历磨料材料的裂纹和其它损伤。由于材料如 PCD 的低韧度,裂纹容易传播。因此,小的裂纹很快损伤整个切削工具。为了阻止这类裂纹传播,本发明提出具有含顶层切割表面和侧面的工具主

体的多晶磨料复合切削工具。该工具主体可包括多个多晶磨料层和多个拦截层,使得这些层在垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向可交替贯穿工具主体。通过引入拦截层,切削工具能在裂纹传播通过整个切割材料之前使其抑制。因此,切削工具可经历碎裂或裂纹,而不会危及整个切削工具。在本发明中,在切削工具切割边缘以及切削工具切割边缘附近的 PCD 组成在功能上被设计为提供更高的韧度和抗冲击性,而没有包括针对每一具体应用的标准单片 PCD 材料的耐磨性。

[0039] 垂直于顶层切割表面和垂直于侧面的这些层可考虑多种总体结构。可在沿着侧面和表面的长度或面积的不同位置处进行测量。然而,应该注意,这些层可交替贯穿垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向。垂直于表面的这些线不必垂直于所述层。在一方面,垂直于顶层切割表面的方向靠近顶层切割表面边界。在可选的方面,垂直于顶层切割表面的方向可以靠近顶层切割表面的中心或中部。在圆柱形切削工具的情况下,第一实施方式,如靠近外径和平行于侧面平面所观察。然而,第二实施方式为与圆柱轴同心的线。此外,本文中的任何变化被本发明包括(例如,垂直于顶面的线和在从顶层切割表面的外周而不在中心的距离)。同样地,垂直于侧面的方向可在沿侧面的任何位置选取。这类位置可恰好在顶层切削工具表面下,或者可远离顶层切削工具表面。侧面和顶面可以是不一致的,在许多实施方式中,侧面和顶面可基本上彼此垂直。在一个实施方式中,拦截层和多晶磨料层可分布在工具主体内,以便多个拦截层终止在顶层切割表面和侧面的每一个上。这类结构在图 2 中图解。如可以看到,顶层切割表面 32 和侧面 42 都具有暴露在每一表面上的终止多晶磨料层 50 和终止拦截层 60。应该注意图解的实施方式示出具体的结构,其中具有交替层的切割表面是环状的,即浅的中空圆柱体。此外,在所示的实施方式中,交替层每一个单独地延伸以与顶部边缘和侧边缘都接触。所图解的实施方式的另一个特征是每一拦截层在各自层的至少一部分内被定向为基本上垂直于顶层切割表面和侧面。因此,其它实施方式可包括具有不总是垂直的各种轮廓的交替层。例如,弯曲的、波状的或其它轮廓可用于在具体工具的应用。在另一个实施方式中,拦截层可定向为基本上垂直于顶层切割表面或侧面,但不会同时垂直于两者。

[0040] 此外,在本发明的另一个方面,拦截层可以是不连续的,因此在垂直于顶面方向上交替的一层或多层拦截层与在垂直于侧面方向上交替的拦截层是不同的。尽管没有阐明,在一个实施方式中——其中拦截层终止在顶层切割表面和侧面的表面上,所述层在从侧面到顶层切割表面是不连续的。在该实施方式,主要多晶材料和拦截层的交替层可以各沿顶层切割表面和侧面被定向。在该设计的一个变化中,拦截层中另外的破裂可沿圆柱形工具的外周提供,例如如拦截层沿顶面径向向外延伸。结果是,裂纹传播可沿切割表面的周围以及径向得到抑制。沿周围的连续性也不必是完整的圆(360°)。然而,切割边缘可优选基本连续的,例如,至少 1/32 的圆,优选 1/8 的圆(45°)或更大。

[0041] 在另一结构中,至少部分拦截层可定向为基本上与工具主体的至少一个表面平行。在进一步的实施方式中,拦截层可定向为基本上平行于顶层切割表面和侧面两者。具有平行于顶面 34 和侧面 44 切割表面的拦截层的一个可选的实施方式在图 3 中阐述。如前面的图,多晶磨料层 52 和拦截层 62 交替穿过工具主体。图 3 的工具主体是垫圈的形式,即环状的。在该实施方式中,当裂纹在多晶磨料层中出现时,裂纹可贯穿并沿单一外层顶层切割表面和/或侧面延伸。可构造所述层,使得拦截层能够阻止裂纹向内传播以及阻止裂纹

损坏另外的多晶磨料材料层。在使用期间,材料的最外层可磨掉,并且薄的拦截层将可能磨损,因此提供新的磨快的切割表面。

[0042] 在一些实施方式中,将超磨料切削工具连接到基材可以是有益的。对于一些设计,这可以是直接的和平面的连接。在其它设计例如在图 2 和 3 中,圆形垫圈形状可被连接到图 4 所示形式的基材。该基材可具有顶层部分 70 和底层部分 80,其中顶层部分比底层部分具有更小的直径。在一个实施方式中,构成基材的材料可以是均相的——例如顶层和底层部分是相同的材料,或者它们可以是多相的。在一个具体实施方式中,基材可包括或基本上由 WC-Co 组成。其它适合的基材材料可包括但不限于 Ti、W、Mo、V、过渡金属 (Fe、Ni、Co) 以及它们的合金、碳化物或复合材料。可设定基材顶层部分的高度和直径,以便在设计为接触或工作表面的工具的区域中,更有效地应用多晶磨料材料和相应的拦截层。

[0043] 在层的排列之外,超磨料复合切削工具的总体形状可以根据预期的用途而变化。在一个实施方式中,切削工具可以基本上是圆柱体,并且侧面可对应于圆柱体的圆周壁。在另一结构中,超磨料复合切削工具可以是立方体形的。本文公开类型的复合切削工具可进一步包括基材,其在切割表面的相对面被连接而形成磨料切割工具。此外,这类磨料切割工具可被构造用作挖掘工具 (drag-tool),或者更特别地作为剪切切削工具。

[0044] 在一个实施方式中,拦截层可比接触多晶磨料层具有更高的韧度和更低的硬度。在一方面,每一拦截层可具有比各自的接触多晶磨料层高大约 10% 至大约 400% 的断裂韧度。在另一方面,拦截层可具有比接触多晶磨料层低大约 5% 至大约 50% 的硬度。耐磨性和抗冲击性是 PCD 材料和切削工具的两个重要特性。对于几乎所有材料而言,耐磨性越高,韧度越低,这是共同的。这是一个标准的权衡过程:工程师通常不得不使材料选择与具体应用相匹配。尽管该方法对于许多情况是有效的,但是有效组合可能变得没有用处,然后,不得不进行突破以创建新的标准水平。

[0045] 对于 PCD 剪切切削工具,良好的耐磨性依赖于聚晶金刚石。PCD 层的抗冲击性可依赖于 PCD 材料的组成和切削工具的几何设计。切削工具的设计方面可包括:(a) 切削工具的总体几何学和尺寸,(b) PCD 层厚度,和 (c) PCD 层与 WC-Co 基材的界面几何学,其基于热应力控制分析。

[0046] 考虑厚度和界面几何学的现有技术阶段的设计基于宏观机械应力分析。本发明通过特别是在切割边缘或加工面附近使用具有功能性设计的中等和 / 或微结构的 PCD/WC-Co 复合材料来提高切削工具的性能。复合材料被设计为具有减轻裂纹传播和最小化破裂的能力,因此提高剪切切削工具的总体耐久性。

[0047] 在传统的剪切切削工具中,切割层由单片 PCD 制成,例如图 1。切割层的总厚度的范围为 0.5 到 10mm,尽管其它厚度也是有用的。根据本发明,切割层可由层压板制成,所述层压板具有由多个 PCD 和 PCD/WC-Co 材料的交替层构成的功能性设计的微型结构。换句话说,传统剪切切削工具的 PCD 层可用含另一种材料如 PCD/WC-Co 复合材料的 PCD 层压板替代,其比单片 PCD 更坚韧。可以以这样的方式构建层压板,使得由于多层结构,切割边缘具有良好抗剥落性,这是因为当裂纹在表面发生时,这种裂纹的传播将通过两片单片 PCD 层中间的更坚韧的层被中断、减轻或抑制。因为裂纹能沿侧面和顶面传播,所以层压板可以以如此方式构建:层在两个方向上交替,使得裂纹传播可被抑制。

[0048] 切削工具每一交替层的厚度可以定制设计(例如在 1 微米和 1 毫米之间),以便一

层的裂纹和剥落不会明显降低切削工具的功能,切削工具可有效地继续切削作业,即使失去一层或者甚至多层交替层。切削工具的退化将通过连续的相继的裂纹发生和剥落产生。每一层的破损需要裂纹发生和传播。直到大多数或所有层剥落掉,切削工具才达到完全破损,这取决于切削工具设计。切削工具的此种受控的裂纹发生和剥落过程优于传统切削工具,在传统切削工具中一旦裂纹发生,裂纹传播将可能引起整个切割边缘大的剥落或灾难性的破损,并且终止切削工具有用的切割能力。在应用过程中,该渐进的裂纹抑制也可作为自磨快机制起作用,通过该机制可暴露更新的基本上未损害的加工面。

[0049] 各种参数如多晶磨料层和拦截层的数量、大小和排列可极大影响磨料工具的性能。在一个实施方式中,切削工具可具有大约 4 至大约 100 个拦截层。在进一步的实施方式中,切削工具可具有大约 20 至大约 100 个拦截层。同样地,在一个实施方式中,切削工具可具有大约 5 至大约 100 个,优选 12 至 100 个,以及最优选大约 20 至大约 100 个多晶磨料层。每一拦截层和 / 或多晶磨料层可包括具有相同或不同组成的亚层 (sub-layers)。例如,多个拦截层中的至少一层可包括多个亚层,例如,三个亚层。同样地,多晶磨料层可包括亚层。这些亚层或交替层也可以是不同或分级组成的形式。例如,相邻亚层可包括与其临近层不同数量的难熔金属和 / 或超磨料。因此,在亚层内或穿过多层拦截层,拦截层和 / 或亚层的组成可以被改变以适应最终工具的切割性能。作为非限制性的阐述,环状复合材料的外部拦截层可包括更大量的超磨料,而在使用过程中开始暴露的内部拦截层可包括更高的碳化物 / 金属合金含量。拦截层 (和 / 或多晶层) 组成的这种变化可促进对抗冲击性和耐久性的仔细控制,同时随着工具磨损考虑改变的工具行为。

[0050] 拦截层和切削工具几何学的具体尺寸可根据意图应用而显著地变化。特别注意的是拦截层和多晶层的相对薄的尺寸。具体而言,拦截层和多晶层的每一个典型地在微米范围,即 1mm 以下,并且最为常见的,对于拦截层而言在大约 $100\ \mu\text{m}$ 以下,而对于多晶层而言在大约 $500\ \mu\text{m}$ 以下。在本发明的一个方面中,多晶超磨料复合切削工具可含有具有大约 $1\ \mu\text{m}$ 至大约 $100\ \mu\text{m}$ 厚度的拦截层。在进一步的变化中,拦截层可具有大约 $1\ \mu\text{m}$ 至大约 $50\ \mu\text{m}$ 的厚度。在又进一步的实施方式中,拦截层可具有大约 $20\ \mu\text{m}$ 至大约 $40\ \mu\text{m}$ 的厚度。本发明进一步的变化包括具有拦截层的多晶超磨料复合切削工具,所述拦截层彼此分离大约 $1\ \mu\text{m}$ 至大约 $1000\ \mu\text{m}$ 范围的距离。同样地,在一个实施方式中,多晶磨料层可具有大约 $1\ \mu\text{m}$ 至大约 $1000\ \mu\text{m}$ 的厚度。在进一步的实施方式中,多晶磨料层可具有大约 $10\ \mu\text{m}$ 至大约 $500\ \mu\text{m}$ 的厚度。在又进一步的实施方式中,多晶磨料层可具有大约 $150\ \mu\text{m}$ 至大约 $300\ \mu\text{m}$ 的厚度。在排列工具主体层的进一步考虑的是拦截层厚度与多晶磨料层厚度的比率。在一个实施方式中,拦截层厚度与多晶磨料层厚度的比率为大约 1 : 4 至大约 1 : 75。在进一步的实施方式中,该比率可从大约 1 : 5 至大约 1 : 50。仍在另一个实施方式中,该比率范围可为大约 1 : 5 至大约 1 : 20,其中一个具体实施方式具有大约 1 : 10 的比率。可调节拦截层的数量、间隔和尺寸以达到预期的性能,其平衡了硬度、耐磨性和使用寿命。也可基于具体的应用改变期望的结构,例如,强切割应用通常需要更厚的 PCD 层或者需要拦截层之间距离更大。相对薄的交替层的结构是层压材料。

[0051] 对用于拦截层和磨料层中的材料的选择可极大影响切割工具的性能。在本发明的一个方面中,磨料层可包括多晶超磨料材料,例如聚晶金刚石 (polycrystalline diamond(PCD)) 或多晶立方氮化硼 (polycrystalline cubic boron nitride(PCBN))。在

一方面,使用大约 40/50 或更小筛孔的微米级金刚石典型地可形成 PCD 和 / 或 PCBN,以便提供坚硬和高质量的多晶材料。在另一个选择中,多晶超磨料层可进一步包括可高达大约 50vol% 的难熔金属碳化物或其它添加剂。这些添加剂可用于考虑进一步提高用于特定应用的设计硬度、韧度、耐久性和性能方面的可变性。用于磨料层的适合的原材料的非限定性实例可包括金刚石、六方氮化硼、碳化钨、难熔金属碳化物和其组合。因此,在一些实施方式中,主磨料层可包括非超磨料的磨料或基本上由非超磨料的磨料组成。此外,非超磨料可通常包括 50% 以上的磨料层。在此类实施方式中,拦截层可包括具有不同等级的另一磨料层,如本文所述,例如磨料与一种或多种诸如下面描述的那些金属或金属合金的混合物。这些非超磨料的磨料工具在诸如但不限于金属机械加工、采矿、建筑和木工行业的应用中非常有用。

[0052] 同样地,在本发明的进一步方面,拦截层可包括磨料材料。该磨料材料比超磨料材料可具有更高的韧度和更低的硬度。一般而言,拦截层可包括这样的材料或基本上由这样的材料组成,所述材料例如但不限于难熔金属如 W、Mo、Ti、V、Cr、难熔金属碳化物、难熔金属氮化物、超磨料、金属合金和其组合或复合材料。更具体而言,拦截层可包括难熔金属碳化物和多晶超磨料。可选地,拦截层可基本上由难熔金属碳化物组成。在进一步的实施方式中,拦截层可基本上由难熔金属碳化物和任选的金属组成。在又一个选择中,拦截层可基本上由多晶超磨料组成。在该具体情况中,通过提供更大微粒原材料和 / 或通过形成过程中加入或多或少的烧结助剂——其可影响形成的烧结多晶物质的质量和强度,可使拦截层具有比主要层更低的硬度。可选地,可包括减小拦截层硬度的少量的碳化物形成物(carbide former) 或其它杂质。

[0053] 通过几个实例可更好地理解层和总体工具主体结构的关系。尽管厚度和结构可以变化,但是下面的讨论提供了用于典型应用的示例性指导。具有功能性设计的微型结构的整体切割边缘或层的厚度为大约 1mm 至大约 10mm。每一独立单片 PCD 层的厚度的范围可从大约 1 微米至大约 1000 微米。该层被称为可具有优秀耐磨性的主要 PCD 组成。单片主要 PCD 层之间的每一单独层的厚度可以在大约 1 微米至大约 100 微米之间,尽管其它尺寸可以是适当的。相对于单片主要 PCD 层,(主要)PCD 层的夹层可包括具有更低硬度和更高韧度的材料,或者其基本上由具有更低硬度和更高韧度的材料构成。例如,PCD 层夹层可由 PCD 和碳化钨及 Co(WC-Co) 的复合材料组成。可选地,(主要)PCD 层的夹层材料可由 100% WC-Co 构成。在又一个选择中,夹层可由 100% 的另一等级的 PCD 构成,所述另一等级的 PCD 与第一主要 PCD 层相比,具有更低的硬度但更高的韧度。

[0054] 根据本发明的切削工具也可由顶面层和层压板组成,所述顶面层由 100% 的主要 PCD 组成构成,并且在一些实施方式中,所述层压板也可以是表面下材料。在一方面,该顶面 PCD 层的厚度可以在 1.0mm 以下。

[0055] 通过功能性设计微型结构,本发明改进了剪切切削工具的抗冲击性。主要 PCD 组成成分(the primary PCD composition) 确保切削工具具有良好的耐磨损性,如同相等标准的剪切切削工具。(主要)PCD 层内可被设计为吸收冲击能量,并且中断和抑制裂纹传播。尽管夹层材料(the inter-layer material) 比主要层材料具有更低的耐磨性,但是其也具有足够的耐磨性以在钻井期间使夹层稳定的逐步磨损并暴露下一主要层。对于暴露的下一切割边缘,该过程具有自磨快作用。

[0056] 在设计工具主体和切削工具方面,一些重要的考虑因素可包括大量因素,例如材料的相对硬度和韧度、层的尺寸、切割表面以及层之间的总体切削工具和界面设计。具体而言,主要层材料典型可具有与传统剪切切削工具相等或着比传统剪切切削工具更好的耐磨性。夹层材料可具有比主要层更高的韧度,并且同时具有比烧结碳化钨材料如基材更高的耐磨性。主要层的厚度可根据具体应用而变化。

[0057] 本发明的磨料复合切削工具可用于很多种工具。本发明一个特别有用的应用可包括用于在岩层钻井——包括石油勘探和采矿——的PDC钻头的剪切切削工具。典型剪切切削工具由复合切削工具和基材例如烧结碳化钨构成。此外,本发明的磨料复合切削工具可用于制造用于岩层钻井或其它应用的牙轮钻头。该类牙轮钻头可包括成形顶面例如突出的拱形顶面,其通常可从相对钝至更强劲的尖锐非对称形状变化。同样地,本发明的材料也可包括顶层切割表面是非平面的结构,同时关于交替层的条件适用侧面和顶面的每一个。

[0058] 在层中,层选择和界面设计也可优选最小化热错配应力。层之间的界面可以是平的或者非平面的。非平面界面的实例是一系列的互相连接的重复步骤。其它非平面结构也是适合的,例如但不限于波状、隆起、三角槽等。这些特征可形成于层中作为直线或作为同心图案。制作非平面界面的一种方法是在加热下在塑料粘合剂的帮助下形成片或层压板。该板可用成形铸模(form mold)压制,或者带图案的辊可通过片表面。非平面界面通过将横向应力分隔到更小的面积,可减少热失配应力。可选地,或者除非平面界面之外,可通过减少相邻层之间的组成差异来减小内部热失配应力。例如,主要层可包括少量用于拦截层的材料,例如5到20vol%。任选HPHT后热处理(高温高压后处理过程,post-HPHT)也可用来降低热失配应力。例如,在大气压下加热至大约1100℃之下的温度(例如,足够低以避免金刚石转化回石墨的温度),在一些情况中是可用的。

[0059] 在功能性梯度材料中,材料组成以及因此性能沿垂直于表面的轴变化。通常设计功能性梯度材料在表面具有最高的硬度,并且硬度连续减少,直到其达到体相材料组成和性能。在大多数情况下,体相材料(或远离表面的内部部分)可以是金属合金,其具有高强度和延展性。表面材料是硬且脆的,但是提供耐磨性和抗腐蚀性,并且保护其免受其它苛刻的使用环境。然而,对于在石油钻井中的剪切切削工具应用,切削工具可具有高耐磨性、高硬度、高强度和高抗冲击性。具有覆盖在烧结碳化钨基材上的聚晶金刚石的标准剪切切削工具设计提供高耐磨性、硬度、强度和中等抗冲击性的组合。使用根据本发明的交替层的剪切切削工具设计提高抗冲击性和抗剥落性,而没有损害其它良好的性能。

[0060] 根据本发明的技术,制造多晶磨料切削工具的方法可包括形成具有工具主体的切削工具母体,所述工具主体具有顶面和侧面。切削工具母体可包括多个磨料母体层和多个拦截层,以使所述磨料母体层和拦截层在垂直于顶层切割表面的方向和垂直于侧面的方向交替穿过工具主体。该方法可进一步包括在足以形成拦截层和多晶主要层的多晶磨料复合切削工具的压力和温度下,处理切削工具母体。该压力和温度足以烧结磨料母体层。另外,该方法可进一步包括加热切削工具母体以在处理步骤之前足以基本上去除所有有机粘合剂的步骤。

[0061] 尽管可使用多种方法来有效制造多晶磨料切削工具,但是它们中的许多可包括形成交替磨料母体层和拦截层的基本上平面形的层压板组件的一步或多步。该磨料母体层可包括第一微粒磨料,并且拦截层可包括第二微粒材料。这样的层压板组件可以使用流延法

(tapecasting)、涂覆、喷涂、粉末装填、三维印制或其它可选方法的技术来产生。目前,因为大量原因——其包括浇铸薄层的能力和用于大量生产的相对高的商业适用性,优选流延法。无论如何,磨料层的厚度与磨料母体层的厚度的比率可以与上面列出的相同,但是通常其范围为大约 1 : 6 至大约 1 : 8.5,或者更具体而言从大约 1 : 7 至大约 1 : 7.5,尽管在相对尺寸上的一些变化可在脱蜡、固结和 / 或烧结期间发生。

[0062] 根据一个实施方式,可通过下述形成磨料母体层:制备第一主要微粒磨料的超磨料混合物,所述超磨料混合物包括微粒超磨料、烧结助剂和有机粘合剂;然后将超磨料混合物轧制形成片。相似地,通过制备第二颗微粒材料和有机粘合剂的磨料混合物可形成拦截层。可选地,拦截层可以没有磨料微粒或其它的磨料材料,例如拦截层可以主要由难熔金属碳化物或难熔金属构成。

[0063] 这些母体层或“坯体”可在适当的被衬上形成,所述被衬例如纸、膜或其它材料,其可以在烧结之前被任选地除去。此外,每一材料的单独的单一层可被单独制备,然后基于预确定设计之后被组装形成层压板。可选地,通过在层压板上直接形成每一层,可形成层压板。压制层任选地被压制以便进一步的处理过程中提高固结和处理。

[0064] 在产生层压板组件后,进一步的处理可采取多种形式。一个简单的方法可以是切割层压板组件的对角线部分。对角线部分或带的实例在图 5 中阐述。如在末端和整体所示,对角线带具有磨料母体层 90 和拦截层 100。然后可将该带成形为如图 6(截面部分)中所示垫圈形状,其中在顶面和侧面上的材料末端的磨料母体层 90 和拦截层 100 与一个实施方式相一致。在这种情况下,加工面包括顶面 92 和侧面 94。

[0065] 在一方面,方法可进一步包括以一角度成形层压板组件的步骤。在具体实施方式中,该角度可以是直角。在层压板形成后,在一个实施方式中,其可被修整并进一步成形为垫圈设计,因此产生与图 7 中所示形状相似的形状。因此,拦截层 96 可以接近直角,并且在顶面 98 和侧面 99 暴露。通过将切削工具母体置于仿形互补基材上进行进一步的成形。这类互补基材的实例为图 4 中示出的形状。

[0066] 根据任何适合的方法例如本文描述的那些或基于本公开内容本领域技术人员将想到的其它方法,可以进行成形为角或其它轮廓。在一个实施方式中,成形为角可包括使用挤压机或冲压机。这类冲压机装置可采用多种形式。例如,图 8 以截面示出冲压机装置的一个实施方式。特定的冲压机的形状通过将顶部冲头部分 120 压制到底部冲头部分 130 上而产生折叠层压板 110。根据优选的微型结构设计,可进一步修整所形成的折叠层压板。例如,为了获得与图 1 所示相似的工具主体,可沿轴 140、150 和 160 加工该折叠层压板,其中 140 和 150 定义环形切割,而 150 是基本上平行于拦截层的平面切割。为了产生与图 3 阐述的相似的工具主体,沿轴 140 和 150 可加工该折叠层压板,然后进一步通过标注为 170 的区域的中心进行冲压。中心除去可在冲压前或冲压后发生。可选地,中心部分可留在适当的位置,并且已处理的层压板可被安装到原样的互补型基材上。

[0067] 可选地,可形成压挤钢模,其中钢模的进口部分沿层压板的侧边接收层压板(通常是平面的,尽管成形层压板也可被挤压),并且钢模的内部尺寸可致使层压板被压制,并形成期望的角度,例如在一些实施方式中为大约 90°。然后,挤压的层压板可成形为环状环或者其它适于处理而形成最终工具的形状。此外,钢模刻包括另外的轮廓特征,其不仅考虑使总体层压板成形,而且将特征和其它轮廓压印在最终层压板上,如前所讨论。

[0068] 另一种制造方法可包括三维印制 (three dimensional printing), 其中粉末材料以期望的三维图案或作为板被印制 (晒版, printdown)。通过可行的技术确定这类印制, 并且这类印制可在以分部件 (piece-wise) 组装实施。在形成顶面和侧面后, 这些部件可被组装和烧结。可选地, 至少两种打印机械装置 (即, 每一个含有不同粉末组成) 可被用来构造期望的层压板, 包括拦截层形状的变化, 以便在单一步骤中加速形成具有形状的层压板, 即形成 (formation) 和成形 (shaping)。

[0069] 使用聚合物辅助成形技术 (polymer assisted shaping techniques), 实现根据本发明的剪切切削工具的制造。通过一种方法, 具有主要 PCD 组成的粉末混合物和夹层组成的粉末可单独与热塑性塑料混合。如所述, 然后, 使用传统轧制形成、其它流延方法等可将每一组成混合物形成薄片。然后具有不同组成的两种 (或多种) 材料的片根据预设计的交替顺序可被交替地堆叠在一起形成层压板。也可以通过共挤出具有不同组成的粉末 / 聚合物混合物, 得到该层压板。

[0070] 具有热塑性粘合剂的平层压板可以根据功能性设计的中等或微型结构被成形。然后, 可将成形的层压板放置于基材上。适当的基材的非限定性实例包括 WC-Co 和难熔金属碳化物。然后, 根据工业标准实践, 组件可经历脱脂和烧结和 / 或固结过程。

[0071] 下面的实施例阐述根据本发明制造复合切削工具的多种方法。然而, 应该理解下列仅仅是示例或说明本发明原理的应用。大量修改和可选的组成、方法和系统可由本领域普通技术人员设计, 而没有背离本发明的精神和范围。所附的权利要求拟包括这样的修改和排列。因此, 尽管本发明已经在上面进行了详细的描述, 但是下面的实施例结合本发明的具体实施方式联合提供了进一步的细节。实施例 1: 具有层压微型结构坚韧切割边缘的剪切切削工具

[0072] 如下设计层压板: 主要 PCD 层; (主要) PCD 夹层, 完整切割边缘和基材。

[0073] 这些层的组成和厚度的实例如下。主要 PCD 层: Cd (金刚石) + 12% wt 的 CoCd 颗粒大小: 10-30 微米厚度: 100 微米 (主要) PCD 夹层: Cd (金刚石) + 60vol% 的 WC-CoCd 颗粒大小: 1-5 微米厚度: 10 微米总层压板厚度: 3mm 基材: WC-14wt% 的 Co。

[0074] 将金刚石和 Co 与 30-60vol% 的聚合物粘合剂的超磨料混合物形成糊。相似地, 将金刚石和 WC-Co 与 30-60vol% 的聚合物粘合剂的磨料夹层混合物也形成糊。将这些混物流延成为十六层超磨料混合物片和十五层夹层混合物片的交替片, 以形成层压板组件。通过热成型方法, 将该层压板形成“L”型环状部分, 然后加工形成圆盘, 其将成为切割层。然后将该圆盘置于基材上, 通过标准高温高压 (HTHP) 工艺, 脱脂 (de-bind) (例如脱蜡) 和固结形成复合多晶切削工具, 标准高温高压 (HTHP) 工艺是在合成金刚石工业中常用的。实施例 2: 三维印制设备和步骤:

[0075] 为了制造这种类型的剪切切削工具, 需要单独制造两部件。第一部件是烧结碳化钨基材。第二部件是聚晶金刚石部分。在这两部件准备好后, 将它们装配在一起, 然后通过 HTHP 工艺。在烧结的部分上进行一些机械加工工作, 得到剪切切削工具的成品。根据所述方法的成品与图 2 相似。制造部件 1:

[0076] 将部件 1 分成两个子部件, 其已知为插入物和壳 (shell), 其中插入物包括图 2 的层——其在垂直方向定向, 壳包括以水平方向定向的层。如上所述, 该多晶形状寻求“L”形状, 并且该形状具有两个成分: 主要层和夹层。对于壳部件, 3-D 印制技术被用于逐层沉积

具有适当组成的粉末。沉积后,使其在制备时干燥以用于下一步骤。对于插入物部件,3-D 抑制技术被再次使用,但是将其修改为将粉末沉积在转动轴上,以构造圆形的该部件。然后将插入物与壳配合以形成部件 1。制造烧结碳化钨部件:

[0077] 用粉末开始,将 WC 与 Co 一起根据设计的组成碾磨。将碾磨的产物冷压制成与图 4 相似的期望形状,并且真空烧结工艺完成该部件。装配和 HTHP 工艺:

[0078] 将聚晶金刚石(部件 1)和烧结碳化钨装配在一起,并通过高温高压工艺。这产生烧结的部件。在一些机械加工后,制成最终部件。实施例 3:制备层压板组件

[0079] 将期望的粉末与粘合剂结合以产生可压膜的图案,其在高温下变形。该粘合剂/粉末体系一般由 50/50 体积百分比组成,尽管该比例高度依赖于期望的结果。粘合剂体系的 T_g (玻璃化转变温度)应高于室温,但是不能太高,其中被保护的人手不能触摸该材料。

[0080] 存在至少两层启动层(starter sheet)组成:主要层和夹层,每一层将具有取决于其目的并且基于上面提供的指导所选择的粉末和粘合剂组成。主要层和夹层都优选具有相似的高温机械性能,以避免应力诱导的裂纹。每一个相粘合剂/粉末体系可被置于印压机下,并被压制期望厚度。例如,主要层可被设计为 220 微米的厚度,并且夹层可被设计为 30 微米的厚度。可选地,可将粘合剂/粉末体系送入辊式破碎机,直到获得期望厚度。该步骤没有立刻产生上述的 220 微米和 30 微米的最终厚度,而是产生成比例的厚度,其在进一步加工后,将达到最终厚度。

[0081] 不同组成的单独的压制的启动层可层叠在另一层的上面,以形成交替层的“夹层结构”。提议的模式是主要层、夹层、主要层、夹层等。重复层状夹层结构的压制和/或碾压步骤,以便达到最终的主要层和夹层的厚度。

[0082] 当然,应该理解,上述排列仅仅是阐述本发明原理的应用。大量修改和可选的排列可由本领域普通技术人员设计,而没有背离本发明的精神和范围,并且所附的权利要求拟包括这样的修改和排列。因此,尽管本发明已经在上面结合目前被认为是本发明最实用和优选的实施方式进行了具体且详细的描述,但是对本领域普通技术人员明显的是,大量修改——包括但不限于大小、材料、形状、形式、功能和作业方式方面的变化,装配和应用可被进行而没有背离本文所阐述的原理和概念。

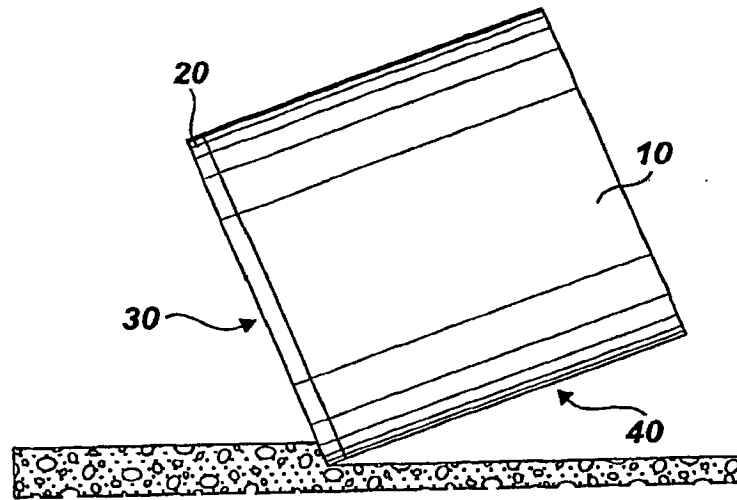


图 1

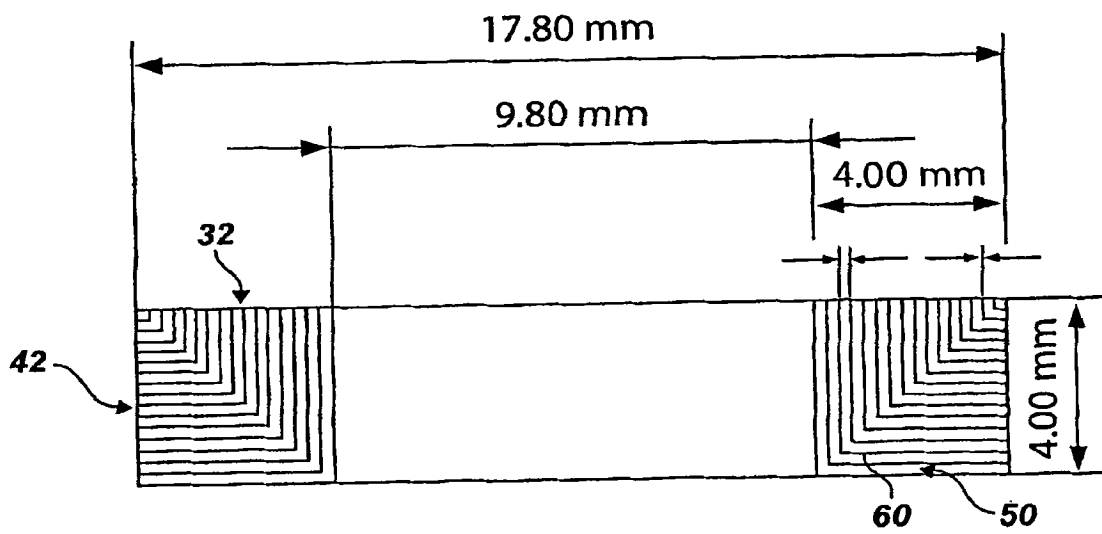


图 2

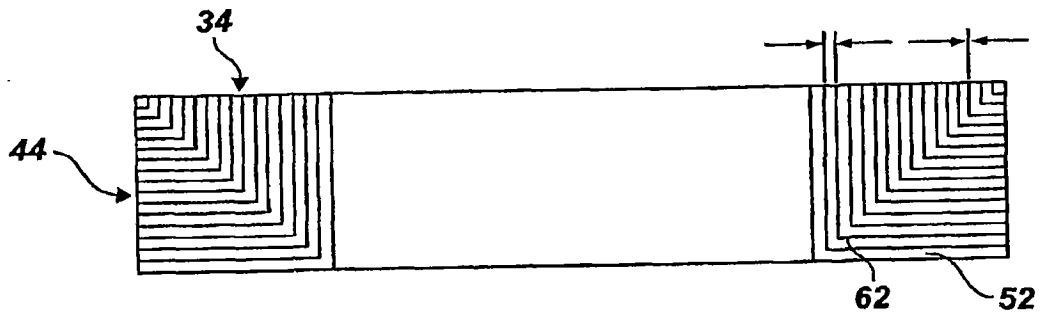


图 3

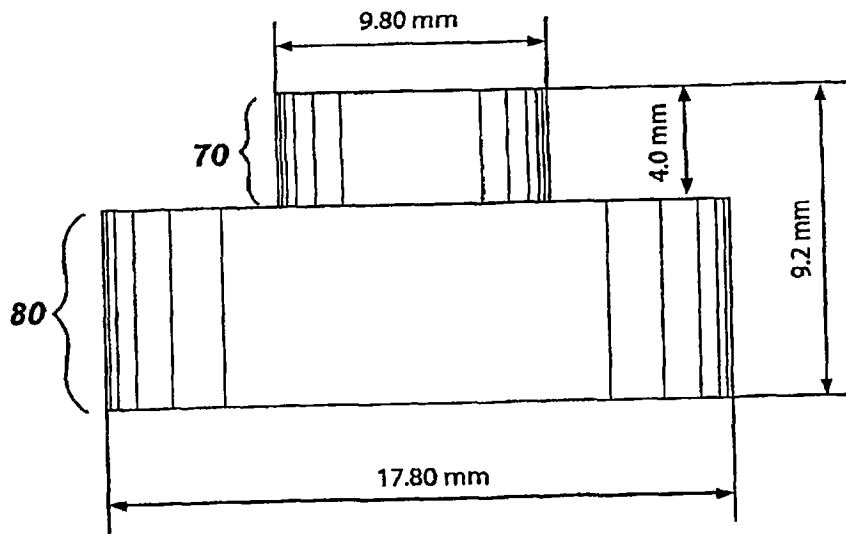


图 4

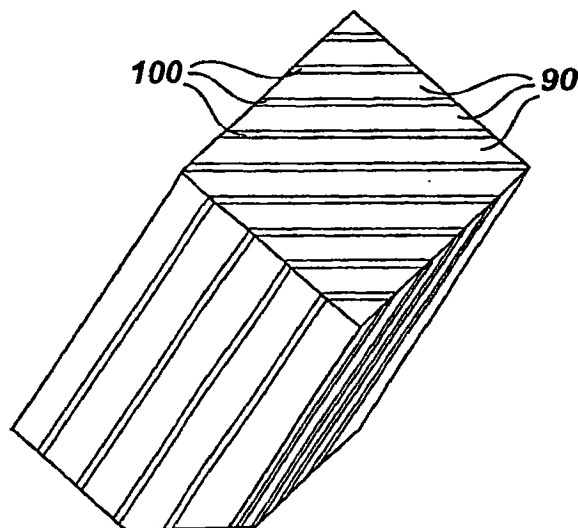


图 5

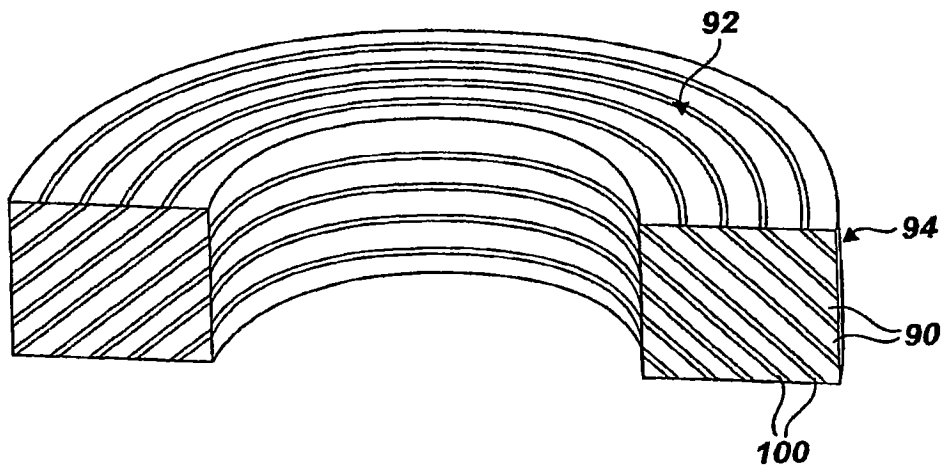


图 6

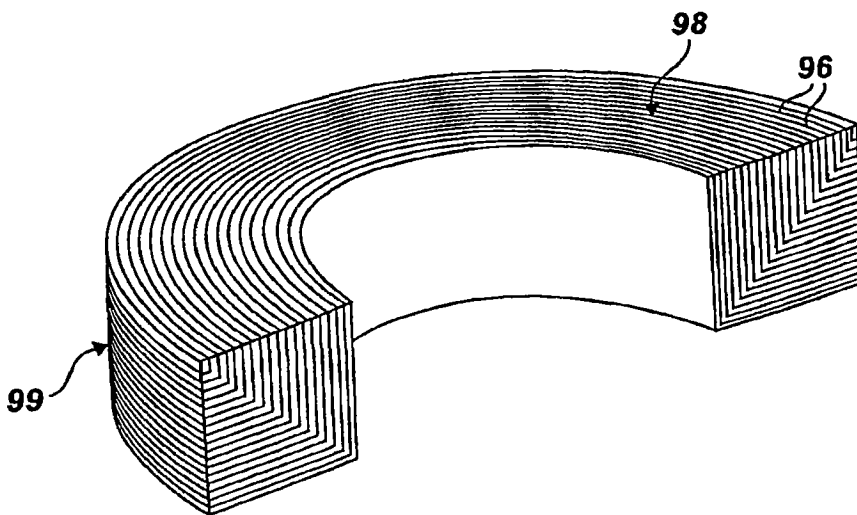


图 7

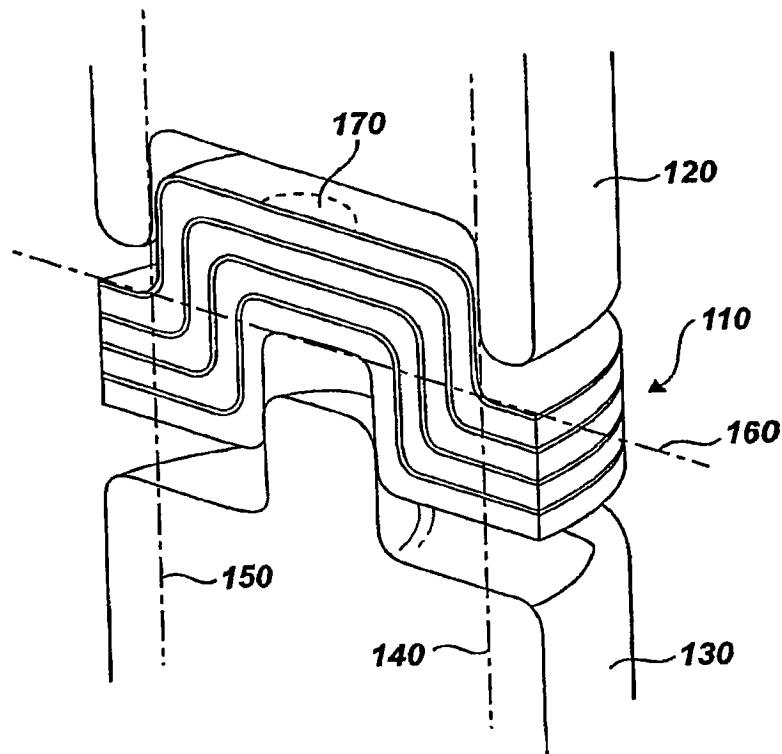


图 8