



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101291764 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 18

(21) 申请号 200680038531. 3

代理人 顾红霞 彭会

(22) 申请日 2006. 10. 13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B23B 27/14 (2006. 01)

11/253, 496 2005. 10. 19 US

B23B 27/20 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2008. 04. 16

CN 1294542 A, 2001. 05. 09, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

CN 1655920 A, 2005. 08. 17, 说明书第 9 页第

PCT/US2006/040403 2006. 10. 13

5 段、第 10 页第 2 段, 图 17、22.

(87) PCT申请的公布数据

JP 特开 2004-42188 A, 2004. 02. 12, 全文.

W02007/047593 EN 2007. 04. 26

JP 特开 2002-307210 A, 2002. 10. 23, 全文.

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

CN 1681639 A, 2005. 10. 12, 说明书第 4 页第

地址 美国明尼苏达州

3 段、第 5 页第 2-3 段、第 6 页第 3-5 段、第 8 页第 3-4 段, 图 1、2、5-7、9.

(72) 发明人 珍妮弗·L·特赖斯

审查员 丁雷

查尔斯·N·德沃尔

艾伦·B·坎贝尔 戴尔·L·埃内斯

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

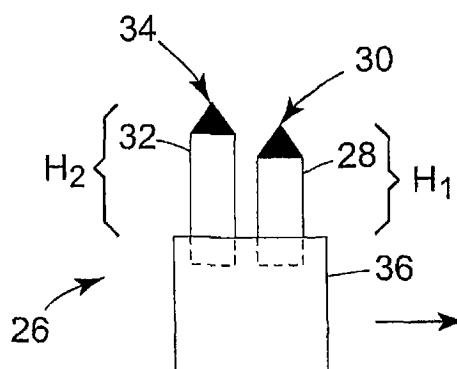
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

### (54) 发明名称

用于制造微复制工具的对准的多金刚石切削工具组件

### (57) 摘要

本发明涉及一种用来在微复制工具中形成槽的切削工具组件。所述切削工具组件包括安装结构和在所述安装结构中对准的多个金刚石, 所述金刚石的对准公差小于 10 微米。例如, 可将带有第一和第二金刚石刀头的第一和第二刀柄布置在所述安装结构中, 以使得所述第一金刚石刀头的切削位置与所述第二金刚石刀头的切削位置相同。然而, 所述第二金刚石刀头距所述安装结构的限定距离可比所述第一金刚石刀头距所述安装结构的限定距离更远, 或者所述第二金刚石刀头可具有不同于所述第一金刚石刀头的形状。这样, 所述第一金刚石刀头可在工件内切出槽, 并且所述第二金刚石刀头可以在所述槽中切出子结构以形成多结构槽。



1. 一种切削工具组件,包括:

安装结构;

安装在所述安装结构内的第一刀柄,所述第一刀柄限定第一金刚石刀头,该第一金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;以及

安装在所述安装结构内的第二刀柄,所述第二刀柄限定第二金刚石刀头,该第二金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度,

其中所述第一和第二刀柄布置在所述安装结构内,以使所述第一和第二金刚石刀头在所述切削工具组件的切削方向上的对准公差小于 10 微米,使得在沿所述切削方向的一道切削过程中,当所述切削工具组件切入工件时,所述第一金刚石刀头在所述工件中产生深度为 D1 的槽,并且所述第二金刚石刀头进行如下操作中的至少一种操作:

在所述深度为 D1 的槽的基础上进一步形成深度为 D2 的槽,和

在所述深度为 D1 的槽中产生深度为 D2 的子结构。

2. 根据权利要求 1 所述的切削工具组件,其中所述第一金刚石刀头在所述工件内形成所述深度为 D1 的槽,所述第二金刚石刀头在所述深度为 D1 的槽的基础上进一步形成所述深度为 D2 的更深的槽。

3. 根据权利要求 1 所述的切削工具组件,其中所述第一金刚石刀头在所述工件内形成所述深度为 D1 的槽,所述第二金刚石刀头在所述深度为 D1 的槽内形成所述深度为 D2 的子结构。

4. 根据权利要求 3 所述的切削工具组件,其中所述深度 D2 小于或等于所述深度 D1。

5. 根据权利要求 1 所述的切削工具组件,其中所述第一金刚石刀头和所述第二金刚石刀头中的至少一个限定小于 100 微米的宽度。

6. 根据权利要求 1 所述的切削工具组件,其中所述第一金刚石刀头的切削高度相对于所述第一金刚石刀头的切削宽度的纵横比大于 1 : 1。

7. 根据权利要求 1 所述的切削工具组件,其中所述切削工具组件是飞切组件,该飞切组件构造为绕垂直于所述第一和第二金刚石刀头的切削方向的轴线旋转。

8. 根据权利要求 7 所述的切削工具组件,其中所述第一和第二刀柄沿着平行于与所述第一和第二金刚石刀头的切削方向垂直的轴线的方向延伸。

9. 根据权利要求 7 所述的切削工具组件,其中所述飞切组件包括多个狭槽,所述狭槽用来容纳所述第一和第二刀柄。

10. 一种用于制造切削工具组件的方法,包括:

将第一刀柄安装在所述切削工具组件的安装结构中,所述第一刀柄限定第一金刚石刀头,该第一金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;并将第二刀柄安装在所述切削工具组件的安装结构中,所述第二刀柄限定第二金刚石刀头,该第二金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;以及

对准所述安装结构内的所述第一和第二刀柄,以使得所述第一和第二金刚石刀头在所述第一和第二金刚石刀头的切削方向上的对准公差小于 10 微米,使得在沿所述切削方向的一道切削过程中,当所述切削工具组件切入工件时,所述第一金刚石刀头在所述工件中产生深度为 D1 的槽,并且所述第二金刚石刀头进行如下操作中的至少一种操作:

在所述深度为 D1 的槽的基础上进一步形成深度为 D2 的槽,和

在所述深度为 D1 的槽中产生深度为 D2 的子结构。

## 用于制造微复制工具的对准的多金刚石切削工具组件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于形成微复制结构的微复制工具的金金刚石加工。

### 背景技术

[0002] 金刚石加工技术可用于制造微复制工具等各种工件。微复制工具常用于挤出工艺、注塑成型工艺、压花工艺、浇注工艺等以形成微复制结构。微复制结构可包括光学膜、研磨膜、粘合剂膜、具有自配合外形的机械紧固件,或具有相对较小尺寸(如小于约 1000 微米的尺寸)的微复制结构的任何模制或挤出部件。

[0003] 微复制工具包括浇注带、浇注辊、注射模具、挤出或压花工具等等。可通过金刚石加工工艺制造微复制工具,该工艺采用切削工具组件在微复制工具中切出槽或其它结构。采用切削工具组件制造微复制工具的工艺成本高且耗时。

### 发明内容

[0004] 一般来讲,本发明涉及具有沿切削方向对准的多个金刚石的切削工具组件。具有沿切削方向对准的多个金刚石的该切削工具组件可用于制造微复制工具或其它工件。特别是,在切削工具组件的一道切削过程中,可利用切削工具组件的多个金刚石在微复制工具中形成通过多次切削产生的深槽、多结构槽或其它结构。由于具有多个金刚石的切削工具组件具有在一道切削中形成多结构槽的能力,因此可缩短生产时间和/或形成更复杂的图案。

[0005] 该切削工具组件可包括安装结构和安装在该安装结构内的多个刀柄。每个刀柄可限定用作切削工具组件的切削刀头的金刚石刀头。可精确形成刀柄的金刚石切削刀头,以使其对应于要在微复制工具中形成的槽的子结构。此外,刀柄可在安装结构中精确对准并布置在不同高度,以便能够在微复制工具中切出每个深度或结构。因此,切削工具组件的不同金刚石刀头可对应于要在微复制工具中形成的槽的不同子结构。

[0006] 在一个实施例中,本发明提供了一种切削工具组件,该组件包括:安装结构;安装在该安装结构中的第一刀柄,该第一刀柄限定第一金刚石刀头,该第一金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;以及安装在该安装结构中的第二刀柄,该第二刀柄限定第二金刚石刀头,该第二金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度,其中第一和第二刀柄布置在安装结构中,以使得第一和第二金刚石刀头在切削工具组件的切削方向上的对准公差小于 10 微米。

[0007] 在另一个实施例中,本发明提供了一种方法,该方法包括:将第一刀柄安装在安装结构中,该第一刀柄限定第一金刚石刀头,该第一金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;将第二刀柄安装在安装结构中,该第二刀柄限定第二金刚石刀头,该第二金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度;并且在安装结构中对准第一和第二刀柄,以使得第一和第二金刚石刀头在第一和第二金刚石刀头的切削方向上的对准公差小于 10 微米。

[0008] 在一个可选实施例中,本发明提供了一种包括安装结构和安装在该安装结构中的刀柄的切削工具组件,其中刀柄限定第一金刚石刀头和第二金刚石刀头,所述第一金刚石

刀头限定小于 1mm 的宽度,所述第二金刚石刀头限定小于 1mm 的宽度,并且第一和第二金刚石刀头在切削工具组件的切削方向上是对准的。

[0009] 通过在同一组件内使用多个对准的金刚石切削刀头,可改进或简化微复制工具的制造。特别是,可以减少切削工具组件在微复制工具内切出深槽所需的切削道数,因此可降低切削成本。例如,如果切削工具组件包括两个金刚石,则第一个金刚石可以用来形成槽,第二个金刚石可以用来加深槽。在微复制工具内切出深槽所需的切削道数可减少一半。

[0010] 此外,在一些实施例中,不同的金刚石刀头可以限定不同的子结构并在微复制工具上形成复杂的槽。在这种情况下,可以避免使用不同的切削工具组件来形成槽的两个或更多个截然不同的结构,相反,可使用单个组件在微复制工具中形成槽的两个或更多个截然不同的子结构。这种技术可以提高微复制工具的质量,并减少与制造微复制工具相关的时间和成本,继而可以显著降低与最终形成微复制结构相关的成本。每个金刚石刀头的对准公差小于 1 微米,这样能够使多个对准的金刚石切削刀头形成没有明显变化的多结构槽。

[0011] 在下面的附图和描述中介绍了上述及其它实施例的更多细节。从具体描述、附图和权利要求书中可以充分理解其它特征、目的和优点。

#### 附图说明

[0012] 图 1 是构造为用于飞切的多金刚石切削工具组件的俯视图。

[0013] 图 2 是构造为用于横向进给切削或螺纹切削的多金刚石切削工具组件的侧视图。

[0014] 图 3 是构造为用于飞切的多金刚石切削工具组件的一个实施例的更详细的俯视图。

[0015] 图 4 是构造为用于横向进给切削或螺纹切削的多金刚石切削工具组件的一个实施例的更详细的侧面剖视图。

[0016] 图 5 是在制造微复制工具的过程中切削一个槽的多金刚石飞切工具组件的概念透视图。

[0017] 图 6 是在制造微复制工具的过程中切削一个槽的多金刚石横向进给切削或螺纹切削工具组件的概念透视图。

[0018] 图 7 是多金刚石横向进给切削或螺纹切削工具组件的另一个侧视图。

[0019] 图 8A 和 8B 是多刀头单金刚石切削工具组件的可选实施例。

[0020] 图 9A 和 9B 是不同的横截面侧视图,示出了在工件中切出深槽的两个不同的多金刚石切削工具组件,以及可在工件中形成的深槽。

[0021] 图 10 是横截面俯视图,示出了在工件中切出槽的多金刚石切削工具组件,以及在工件中形成的槽和凸起。

[0022] 图 11 是横截面俯视图,示出了由多金刚石切削工具组件在工件中形成的槽和凸起。

[0023] 图 12 是可用于多金刚石切削工具组件中的金刚石的透视图。

[0024] 图 13-18 是另外的横截面俯视图,示出了根据本发明的各种实施例的多金刚石切削工具组件。

[0025] 图 19 和 20 是多金刚石飞切转子的概念透视图。

[0026] 图 21 是构造为用于飞切的多金刚石切削工具组件的俯视图,其中刀柄与旋转轴线平行地安装。

### 具体实施方式

[0027] 图 1 是切削工具组件 10 的俯视图,该组件包括安装在安装结构 20 中的两个刀柄 12 和 16。切削工具组件 10 构造为用于飞切,其中组件 10 绕轴线 24 旋转。例如,组件 10 可安装到传动轴 22 上,而传动轴可由切削机(未示出)的马达驱动以旋转组件 10。安装结构 20 可以包括用来固定刀柄 12 和 16 的结构,刀柄 12 和 16 分别包括金刚石刀头 14 和 18。刀柄 12 和 16 可由金属或复合材料制成,金刚石可通过基本上永久性的固定机理固定到刀柄 12 和 16 上。此外,安装结构 20 可具有能够与传动轴 22 相连的结构。

[0028] 为了将金刚石固定在刀柄 12 和 16 中以限定金刚石刀头 14 和 18,可使用基本上永久性的固定机理(如硬钎焊、软钎焊、环氧树脂等粘合剂等等)。然后通过临时固定机理(如一个或多个螺栓、夹具或固定螺钉)将带有金刚石刀头 14 和 18 的刀柄 12 和 16 安装到安装结构 20 中。作为另外一种选择,可使用硬钎焊、软钎焊、环氧树脂之类的粘合剂或其它更永久性的固定机理将刀柄 12 和 16 固定到安装结构 20 中。在任何情况下,使用具有定位控制和定位反馈的工具调整显微镜都可确保将刀柄 12 和 16 布置在安装结构 20 中,以使得金刚石刀头 14 和 18 以高效制造微复制工具所需的精度相对于彼此布置在一定高度上。在一些情况下,对准的刀头 14 和 18 可布置在相同高度上。由于金刚石刀头 14 和 18 的形状不同,因此第二刀头 18 可形成与刀头 14 形成的结构不同的结构。

[0029] 安装结构 20 可具有允许切削工具组件 10 插入金刚石切削机的形状。此外,金刚石切削机可是构造为用于飞切的金刚石车削机,其中切削工具组件通过传动轴 22 被驱动而绕轴线旋转。

[0030] 刀柄 12 和 16 各自的金刚石刀头 14 和 18 分别限定了独立的切削机构,该机构限定了在工件(诸如要制造的微复制工具)中产生的槽的深度或槽的独特结构。槽代表了由刀头 14 和 18 在工件上的同一线性位置形成的任何结构组合。例如,第一金刚石刀头 14 可形成一个槽,然后可由金刚石刀头 18 来加深该槽或在该槽内形成一个子结构。金刚石刀头 18 的增加的高度能够在工件表面中进一步形成更深的切口或子结构。当本文中将形成的槽称为多结构槽时,该槽可包括一个以上的结构。深度由一个以上的刀头形成的槽称为深槽。在一些情况下,槽可是较深的切口和子结构的组合。在其它实施例,金刚石刀头 18 可形成与金刚石刀头 14 所形成的槽重叠的子结构。在任何情况下,多结构槽都必须由工件内的一条连续边缘构成。工件可由铜、镍、铝、塑料(如丙烯酸树脂)或能够加工的任何材料制成。

[0031] 在图 1 所示的实施例中,切削工具组件 10 包括两个刀柄 12 和 16,每个刀柄具有一个金刚石刀头 14 和 18,但也可根据本发明原理使用带金刚石刀头的额外刀柄。此外,可以将下所述原理加以推广,以用于每个金刚石限定一个以上切削刀头的金刚石。

[0032] 如图 1 所示,刀柄 12 和 16 被布置在安装结构 20 中,以使得金刚石刀头 14 和金刚石刀头 18 在平行于切削方向的同一平面内对准。采用这种布置时,刀头 14 和 18 将在贯穿工件的几道连续切削中共同形成同一个槽。

[0033] 金刚石刀头 14 和 18 相对于轴线 24 的垂直位置可不同。金刚石刀头 14 高出安装

结构 20 表面的高度被定义为 H1, 金刚石刀头 18 高出安装结构 20 表面的高度被定义为 H2。H1 与 H2 的差值反映了金刚石刀头 18 在金刚石刀头 14 所形成的深度 D1 基础上进一步切入工件的深度 D2。深度 D2 可小于 10 微米。在图 1 所示实施例中, H2 大于 H1。然而, 在其它实施例中, H1 可等于 H2。当 H1 与 H2 相等时, 刀头 18 可具有不同于刀头 14 的形状, 以在槽内形成子结构。作为另外一种选择, 金刚石刀头 18 也可仅仅跟随金刚石刀头 14 的切削路径, 并清理金刚石刀头 14 留下的任何区域。

[0034] 图 2 是一个构造为用于横向进给切削或螺纹切削的多金刚石切削工具组件的侧视图。在进行横向进给切削时, 切削工具组件 26 在限定位置处切入移动的工件中并停留一定时间, 然后移动到其它位置以切出各种槽。螺纹切削与横向进给切削类似。然而, 在进行螺纹切削时, 切削工具组件 26 进入移动的工件中并停留更长时间, 以切出长螺纹槽。切削工具组件 26 也可用于划线切削或划线, 在这种情况下, 切削工具组件 26 非常缓慢地划过工件。

[0035] 类似图 1 中的组件 10, 图 2 中的切削工具组件 26 包括固定在安装结构 36 中的多个刀柄 28 和 32。为了将金刚石固定在刀柄 28 和 32 中以限定金刚石刀头 30 和 34, 可使用基本上永久性的固定机理 (如硬钎焊、软钎焊、环氧树脂等粘合剂, 等等)。然后通过临时固定机理 (如一个或多个螺栓、夹具或固定螺钉) 将带有金刚石刀头 30 和 34 的刀柄 28 和 32 安装到安装结构 36 中。作为另外一种选择, 可使用硬钎焊、软钎焊、环氧树脂之类的粘合剂或另一种更永久性的固定机理将刀柄 28 和 32 固定到安装结构 36 中。

[0036] 使用具有定位反馈的工具调整显微镜可确保以高效加工微复制工具所需的精度将刀柄 28 和 32 的金刚石刀头 30 和 34 布置在安装结构 36 中。安装结构 36 可具有允许切削工具组件 26 插入金刚石切削机内的形状, 所述金刚石切削机构造为用于横向进给切削、螺纹切削或划线切削或划线。

[0037] 与图 1 类似, 刀柄 28 和 32 的金刚石刀头 30 和 34 分别限定了独立的切削机构, 该机构限定了在工件 (诸如要制造的微复制工具) 中形成更深的槽或槽的独特子结构。槽代表了由刀头 30 和 34 在工件上的同一线性位置形成的槽和子结构的任何组合。例如, 金刚石刀头 30 可形成一个槽, 然后可由金刚石刀头 34 在该槽内形成一个子结构, 或者仅仅是加深由刀头 30 形成的槽。金刚石刀头 34 的增加的高度能够进一步向工件表面内形成槽或子结构。本文将带有子结构的槽称为多结构槽, 而将由多个深度形成的槽称为深槽。在其它实施例中, 金刚石刀头 34 可形成与金刚石刀头 30 所形成的槽重叠的子结构。在任何情况下, 多结构槽或深槽都必须由工件内的形成槽的侧部轮廓的连续边缘构成。

[0038] 在图 2 所示的实施例中, 切削工具组件 26 包括两个刀柄 28 和 32, 每个刀柄有一个金刚石刀头 30 和 34, 但根据本发明的原理也可使用带金刚石刀头的额外刀柄。此外, 可以将下所述原理加以推广, 以用于每个金刚石限定多个切削刀头的金刚石。

[0039] 如图 2 所示, 刀柄 28 和 32 被布置在安装结构 36 中, 以使得金刚石刀头 30 和 34 在平行于切削方向的同一平面内对准。采用这种布置时, 刀头 30 和 34 将在贯穿工件的几道连续切削中共同形成同一个槽。工件可由铜、镍、铝、塑料 (如丙烯酸树脂) 或能够加工的任何材料制成。

[0040] 金刚石刀头 30 和 34 相对于安装结构 36 的表面的垂直位置可以不同。金刚石刀头 30 高出安装结构 36 表面的高度被定义为 H1, 金刚石刀头 34 高出安装结构表面的高度被

定义为 H2。H1 与 H2 的差值反映了金刚石刀头 34 在金刚石刀头 30 所形成的深度 D1 基础上进一步切入工件的深度 D2。深度 D2 可小于 10 微米。在图 2 所示实施例中, H2 大于 H1。然而, 在其它实施例中, H1 可等于 H2。当 H1 与 H2 相等时, 刀头 34 可具有不同于刀头 30 的形状, 以在槽内形成子结构。作为另外一种选择, 金刚石刀头 34 也可仅仅跟随在金刚石刀头 30 的切削路径并清理金刚石刀头 30 留下的任何区域。

[0041] 图 3 是构造为用于飞切的切削工具组件 10 的更详细的俯视剖视图。安装结构 20 具有容纳各自刀柄 12 和 16 的区域 38 和 40。区域 38 和 40 略大于各自的刀柄 12 和 16, 以确保刀柄可在该区域内移动, 从而在刀柄固定就位前正确定位金刚石刀头。在一些实施例中, 可以在区域 38 或 40 内放置一个或多个垫片, 以正确定位刀柄 12 和 16。

[0042] 为了在安装结构 20 中定位刀柄 12 和 16, 可使用工具调整显微镜。可用显微镜来确定和测量金刚石刀头相对于彼此的位置, 以使得刀柄在安装结构中正确定位。可提供定位反馈来量化金刚石刀头的定位, 例如以数字读数、模拟读数、图形显示或类似方式提供反馈。可用反馈来在安装结构中精确定位不同的刀柄。例如, 可从 Fryer Company (Edina, Minnesota) 商购获得的 Nikon Tool Maker's Microscope 具有用于显微测量刀柄的金刚石切削刀头相对于彼此的距离的控制表盘。此外, 可从 Metronics Inc. (Manchester, New Hampshire) 商购获得的 Quadra Chex 2000 数字读数装置可提供和量化定位反馈, 从而确保金刚石刀头 14 和 18 以高效制造微复制工具所需的精度对准并定位在适当的高度。使用 Nikon Tool Maker's Microscope 和 Quadra Chex 2000 数字读数装置可测量刀柄 12 和 16 在安装结构中的对准精确度, 以使得与刀柄相连的金刚石刀头相对于彼此的位置公差在大约 0.5 微米内。

[0043] 特别是, 使金刚石刀头的对准公差小于 10 微米, 更优选的是希望小于 1 微米, 以制造可用于加工光学薄膜、机械紧固件、研磨膜、粘合剂膜等物品的高效微复制工具。在横向和竖直方向均可实现这种微定位, 以使金刚石刀头彼此正确对准以便形成一个槽, 并使金刚石刀头在竖直方向上彼此正确对准以确保各刀头处于所需切削高度处, 从而形成深度正确的槽。横向定位和竖直定位均可以达到本文所述的公差范围内。在使用数字读数的显微镜下进行正确定位后, 可通过一个或多个螺栓、夹具或固定螺钉将刀柄 12 和 16 固定在安装结构中。作为另外一种选择, 也可使用硬钎焊、软钎焊、环氧树脂等粘合剂或任何其它固定机理。

[0044] 图 4 是构造为用于横向进给切削或螺纹切削的切削工具组件 26 的更详细的侧面剖视图。安装结构 36 具有容纳刀柄 28 和 32 的区域 42。区域 42 略大于刀柄 28 和 32, 以确保刀柄可在该区域内移动, 从而在刀柄固定就位前正确定位金刚石刀头。还可以在区域 42 内放置一个或多个垫片 44, 以正确定位刀柄 12 和 16。

[0045] 在一些实施例中, 安装结构 36 可具有一个以上的用来容纳刀柄的区域 42。例如, 可以将每个刀柄布置在各自区域内, 或者可以用任何数量的区域来容纳多个刀柄, 以切出与每个刀柄有关的槽或子结构。

[0046] 为了在安装结构 36 中定位刀柄 28 和 32, 可使用类似于图 3 中显微镜的工具调整显微镜。例如, 可从 Fryer Company (Edina, Minnesota) 商购获得的 Nikon Tool Maker's Microscope 具有用于显微测量刀柄上金刚石切削刀头相对于彼此的距离的控制表盘。此外, 可从 Metronics Inc. (Manchester, New Hampshire) 商购获得的 Quadra Chex 2000 数

字读数装置可提供和量化位置反馈,从而确保金刚石刀头 30 和 34 以高效制造微复制工具所需的精度对准并处于适当的高度。使用 Nikon Tool Maker's Microscope 和 Quadra Chex 2000 数字读数装置可测量刀柄 28 和 32 在安装结构内的对准精确度,以使得与刀柄相连的金刚石刀头相对于彼此的位置公差在大约 0.5 微米内。

[0047] 特别是,使金刚石刀头的对准公差小于 10 微米,更优选的是希望小于 1 微米,以制造可用于加工光学薄膜、机械紧固件、研磨膜、粘合剂膜等物品的高效微复制工具。在横向和竖直方向均可实现这种微定位,使得金刚石刀头相对于彼此正确对准以形成一个槽,并且使得金刚石刀头相对于彼此竖直对准以确保各刀头处于所需的切削高度处,从而形成深度正确的槽。横向定位和竖直定位均可以达到本文所述的公差水平范围内。在使用数字读数的显微镜下进行正确定位后,可通过一个或多个螺栓、夹具或固定螺钉将刀柄 28 和 32 固定在安装结构中。作为另外一种选择,也可使用硬钎焊、软钎焊、环氧树脂等粘合剂或任何其它固定机理。

[0048] 图 5 是在制造微复制工具 46 过程中用于切出槽的多金刚石飞切工具组件 10 的概念透视图。在图 5 的实施例中,各微复制工具 46 包括一个浇注辊,但也可以使用切削工具组件 10 制造其它微复制工具,如浇注带、注射模具、挤出或压花工具或其它工件。切削工具组件 10 可以固定到传动轴 22 上,传动轴与马达(未示出)相连以绕轴线 24 旋转切削工具组件 10。切削工具组件 10 也可以相对于微复制工具 46 横向移动(如水平箭头所示)。同时,微复制工具 46 可以绕轴线 24 旋转。当切削工具组件 10 旋转时,金刚石刀头 14 和 18 交替切入微复制工具 46。因此,切削工具组件 10 沿微复制工具 46 切削一道即形成一个槽。在其它实施例中,微复制工具 46 可以是平面或其它非圆柱形工件。此外,还可以通过仅移动工具 46 或同时移动工具 46 和切削工具组件 10 来制造微复制工具 46。

[0049] 由于切削工具组件 10 具有多个刀柄 12 和 16,因而具有多个金刚石刀头 14 和 18,因此在微复制工具 46 上切出槽所需的切削道数也更少。该槽可以是深槽或多结构槽。切削工具组件 10 的一些实施例可包括两个以上刀柄和两个以上金刚石刀头。多个金刚石刀头可以降低制造成本并缩短与制造微复制工具相关的生产周期。在一些情况下,工件的制造时间即使没有几天,也有几小时。将两个或更多个金刚石切削刀头合并用来切削槽的一个切削工具组件 10 内,可将生产周期缩短至上述时间的几分之一。此外,使用多个刀头来制造工件也降低了对每个刀头的热稳定性要求。刀头经过工件时会发热变形。如果出现这种情况,则每个刀头以后切出的切口的尺寸将与之前的切口不同。而当采用多个刀头时,每个刀头可能不会升温变形,也就不会切出尺寸不同的槽。作为另外一种选择,多个刀头也可以让切削速度足够快,以使得刀头尺寸来不及变形。

[0050] 例如,如果切削工具组件包括两个刀柄,每个刀柄均限定一个金刚石刀头(如图 5 所示),则与包括单个刀柄的组件相比,在微复制工具 46 中切出槽所需的道数会减少一半。更多刀柄可以类似方式带来更多有益效果。此外,还可以在一个或两个金刚石上形成多个刀头,这样也同样会提高生产率。降低与微复制工具 46 制造相关的成本,又可以有效降低与最终形成微复制结构相关的成本。

[0051] 图 6 是在微复制工具的制造过程中切出多结构槽的多金刚石横向进给切削或螺纹切削工具组件 26 的概念透视图。为了便于展示,所示金刚石刀头 30 未接触微复制工具 48。在操作中,金刚石刀头 30 和金刚石刀头 34 会如本文所述那样接触微复制工具 48。如

图 6 所示,可以将切削工具组件 26 固定到金刚石切削机 50 中,切削机可相对于微复制工具 48 定位切削工具组件 26,并例如使切削工具组件 26 相对于微复制工具 48 横向移动(如水平箭头所示)。同时,微复制工具 48 可以绕轴线旋转。金刚石切削机 50 可以被构造成利用横向进给切削或螺纹切削技术将切削工具组件 26 送入旋转的微复制工具 48,以便在微复制工具 48 中切出槽。作为另外一种选择,金刚石切削机 50 可以构造为用于划线切削或划线,在这种情况下,切削工具组件 26 非常缓慢地划过工件。在任何情况下,均可切出深槽或多结构槽,并可在工件上形成凸起。在其它实施例中,微复制工具 48 可以是平面的或其它非圆柱形的工件。此外,还可以通过仅移动工具 48 或同时移动工具 48 和切削工具组件 26 来制造微复制工具 48。

[0052] 槽和凸起可限定在挤出工艺等过程中用微复制工具 48 形成的微复制结构的最终形状。作为另外一种选择,形成的槽和凸起可以通过移动工件中的材料而非微复制工具来形成其它结构。此外,可在切削工具组件 26 与容纳切削工具组件的切削机 50 之间使用快速刀具伺服系统。例如,快速刀具伺服系统可振动切削工具组件 26,以在微复制工具 48 内形成特定的微观结构。

[0053] 如图 6 所示,由于切削工具组件 26 具有多个刀柄 28 和 32,因而具有多个金刚石刀头 30 和 34,因此在微复制工具 48 中切出深槽或多结构槽所需要的切削道数也更少。切削工具组件 26 的一些实施例可包括两个以上刀柄和两个以上金刚石刀头。多个金刚石刀头可以降低制造成本并缩短与制造微复制工具相关的生产周期。在一些情况下,工件的制造时间即使没有几天,也有几小时。将两个或更多个金刚石切削刀头合并用来切削槽的一个切削工具组件 26 内,可将生产周期缩短至上述时间的几分之一。此外,使用多个刀头来制造工件也降低了对每个刀头的热稳定性要求。当刀头经过工件时会发热变形。如果出现这种情况,则每个刀头以后切出的切口的尺寸将与之前的切口不同。而当采用多个刀头时,每个刀头可能不会升温变形,也就不会切出尺寸不同的槽。作为另外一种选择,多个刀头也可以让切削速度足够快,以使得刀头尺寸来不及变形。

[0054] 例如,如果切削工具组件包括两个刀柄,每个刀柄均限定一个金刚石刀头(如图 6 所示),那么与包括单个刀柄的组件相比,在微复制工具 48 内切出槽所需的道数会减少一半。更多刀柄可以类似方式带来更多有益效果。此外,还可以在一个或两个金刚石上形成多个刀头,这也同样会提高生产率(参见图 8A 和 8B)。降低与微复制工具 48 的制造相关的成本又可以有效降低与最终形成微复制结构相关的成本。

[0055] 图 7 是多金刚石横向进给切削或螺纹切削工具组件的另一个侧视图。在切削工具组件 10 中,当对组件 10 的描述涉及到刀柄 12 和 16 以及金刚石刀头 14 和 18 时,可用到关于刀柄 28 和 32 以及金刚石刀头 30 和 34 所描述的尺寸。在图 7 的实例中,刀柄 28 和 32 的金刚石刀头 30 和 34 也可采用多种尺寸。刀头尺寸可以由图 7 所示的一个或多个变量限定,包括切削高度(H)、切削宽度(W)和高度差(D)。切削高度(H)限定了金刚石能够切入工件的最大深度,也可称为切削深度。切削宽度(W)可被定义为平均切削宽度或如图 7 所示的刀头最大切削宽度。变量(D)是指金刚石刀头 34 所切削的下一结构的深度。另一个可用来限定切削刀头尺寸的量称为纵横比。纵横比是指高度(H)与宽度(W)的比率。采用聚焦离子束铣削工艺加工的金​​刚石刀头可获得各种高度、宽度、节距和纵横比。

[0056] 例如,形成的高度(H)和/或宽度(W)可小于约 1000 微米、小于约 500 微米、小于

约 200 微米、小于约 100 微米、小于约 50 微米、小于约 10 微米、小于约 1.0 微米或小于约 0.1 微米。另外,变量 (D) 可限定为小于约 1000 微米、小于约 500 微米、小于约 200 微米、小于约 100 微米、小于约 50 微米、小于约 10 微米、小于约 5 微米、小于约 1.0 微米,并且可接近 0.5 微米的公差。在一些情况下,距离 (D) 可能小于金刚石刀头的高度 (H)。

[0057] 纵横比可限定为大于约 1 : 5、大于约 1 : 2、大于约 1 : 1、大于约 2 : 1 或大于约 5 : 1。也可以使用聚焦离子束铣削工艺获得更大或更小的纵横比。这些不同的形状和尺寸可有利于不同应用。

[0058] 聚焦离子束铣削是指向金刚石发射加速离子(如镓离子)以铣削金刚石原子的工艺,有时也称为烧蚀。加速的镓离子可以一个原子一个原子地移除金刚石中的原子。也可以利用采用水蒸汽的蒸汽增强技术来改进聚焦离子束铣削工艺。一种合适的聚焦离子束铣床是可从 FEI Inc. (Portland, Oregon) 商购获得的 9500 型 Micrion。一般来讲,可采用聚焦离子束铣削工艺来加工与要形成的深度或结构对应的精密金刚石刀头。一家可以用于加工一个或多个离子束铣削金刚石的聚焦离子束铣削服务的示例性供应商是 Materials Analytical Services(Raleigh, North Carolina)。

[0059] 聚焦离子束铣削工艺通常非常昂贵。因此,为降低与多刀头金刚石的制造相关的成本,希望金刚石刀头在进入聚焦离子束铣削工序之前,首先对要用离子束铣削的金刚石刀头进行初始处理。例如,可以使用成本较低廉的技术(如研磨或磨削)去除金刚石刀头的大部分。聚焦离子束铣削工艺可确保获得上面列出的一个或多个尺寸或结构。此外,在进行聚焦离子束铣削之前对金刚石刀头进行初始处理,可缩短形成经过离子束铣削的最终金刚石刀头所需的聚焦离子束铣削时间。研磨是指用松散的研磨剂从金刚石上去除材料的工艺,而磨削是指用固定在介质或基底中的研磨剂从金刚石上去除材料的工艺。

[0060] 图 8A 和 8B 是多刀头单金刚石切削工具组件的可选实施例。在图 8A 所示实例中,切削工具组件 52 基本上类似于切削工具组件 26。然而,该切削工具组件利用多刀头金刚石 56 和刀柄 54 代替具有两个刀柄和两个单刀头的金刚石。利用本文所述技术将刀柄 54 安装在安装结构 60 上。切削工具组件 52 通过沿箭头方向移动而在工件中形成多结构槽。

[0061] 多刀头金刚石 56 包括平坦的第一刀头和较高的第二刀头,以形成两个结构。第一刀头与第二刀头之间没有间隙。可按本文关于两个独立金刚石刀头所述的方法将金刚石 56 制成不同的形状和尺寸。

[0062] 图 8B 所示为一个可选多刀头金刚石。切削工具组件 62 包括安装结构 70、刀柄 64 和多刀头金刚石 66。金刚石 66 包括较低的第一刀头和较高的第二刀头,两个刀头之间有间隙。中间的间隙可以有利于减少金刚石发热或让材料越过较低的第一刀头。其它形状的金

刚石 66 也在本发明的范围之内。

[0063] 诸如多刀头金刚石 56(图 8A) 或 66(图 8B) 之类的多刀头金刚石可以有利于形成深槽或多结构槽。由于固定多个金刚石刀头所需的刀柄减少,因此也可以减少制造微复制工具过程中的时间、成本和定位误差。此外,在组装过程中,可以使刀头的对准公差达到不受人为误差影响的非常小的公差。对于某些微复制结构所需的精密多结构槽来说,多刀头金刚石可能比多个独立的对准的金刚石刀头更为可取。

[0064] 可利用本文所述技术制造多刀头金刚石 56 和 66。这些技术包括但不限于聚焦离子束铣削、研磨或磨削。在其它实施例中,可以按本文关于多个独立的金刚石所述的方法使

用带两个以上刀头、略微偏移的刀头和形状不规则的刀头的多刀头金刚石来加工槽。

[0065] 图 9A 和 9B 是不同的横截面侧视图,示出了在工件中切出槽的两个不同多金刚石切削工具组件,以及可在工件中形成的槽。图 9A 示出了切削工具组件 26,该组件利用金刚石刀头 30 和 34 在微复制工具 72 中切出深槽 71。当金刚石刀头 30 和 34 沿箭头方向在微复制工具 72 上移动时,形成了最终深度为 D 的槽 71。深度 D 是从微复制工具 72 上移除的材料的累计深度。槽 71 也可以是多结构槽。

[0066] 当切削工具组件 10 用于飞切工艺时,可形成类似的槽。当组件 10 绕工件旋转时,金刚石刀头 14 与金刚石刀头 30 的功能类似,金刚石刀头 18 则与金刚石刀头 34 的功能类似。可以使用更多刀头来形成具有更多结构的槽,例如图 9B 所示的槽。

[0067] 图 9B 示出了在微复制工具 92 中形成深槽 91 的工艺。切削工具组件 73 包括刀柄 74、78、82 和 86,它们分别带有对准的金刚石刀头 76、80、84 和 88。类似于组件 10 或 26,每个刀柄 74、78、82 和 86 都安装在安装结构 90 上。组件 73 在切削时沿箭头方向移动。切削工具组件 73 加工出最终深度为 D 的具有四个结构的槽 91。可以使用具有更多或更少的对准的金刚石刀头在微复制工具 92 中形成更多或更少的结构。在其它实施例中,可以使用不同形状 of 金刚石刀头,或者可以在组件 73 中使用一个或多个多刀头金刚石。槽 91 可以是多结构槽。

[0068] 图 10 是一个横截面俯视图,示出了在工件中切出槽的多金刚石切削工具组件,以及在工件中形成的槽和凸起。图 10 可以代表采用包括飞切、横向进给切削或螺纹切削在内的任何技术形成的多结构槽。图 10 是沿切削工具组件 94 相对于微复制工具 96 的切削方向的示例性视图。

[0069] 当切削工具组件 94 经过微复制工具 96 时,切削工具组件的一道切削即形成深槽 98。槽 98 未显示槽 98 的每个深度,但虚线指示出在第一金刚石刀头切削微复制工具 96 之后所形成的槽的形状。

[0070] 在一些实施例中,组件 94 的刀头具有不同形状。例如,第二刀头可切出只改变槽 98 的一侧的子结构。在这种情况下,槽 98 的一侧仍然具有由第一刀头所形成的形状,而槽 98 的另一侧则发生变化,以匹配与第二刀头有关的子结构。虚线的至少某些部分将构成槽 98 边缘的一部分。还可以形成更多结构,如图 11 所示。

[0071] 图 11 是一个横截面俯视图,示出了由多金刚石切削工具组件在工件中形成的槽 102 和 104 及凸起。在微复制工具 100 中切出两个多结构槽 102 和 104。槽 102 用虚线显示了对应于刀头的每个深度。虚线表明,在相关切削工具组件的一道切削中,四个金刚石刀头形成了槽 102。槽 104 也是按照类似槽 102 的方式形成的,它显示不带虚线的最终的槽,以显示槽的每个结构。更多或更少的金刚石刀头可以产生具有不同深度和形状的槽,具体取决于用于形成槽的金刚石刀头。

[0072] 图 12 是可固定到刀柄中并随后用于切削工具组件中的金刚石 106 的透视图。金刚石 106 可与上述金刚石刀头 14、18、30 或 34 中的任何一个相对应。如图 12 所示,金刚石 106 可以限定由至少三个表面 (S1-S3) 限定的切削刀头 108。表面 S1、S2 和 S3 可以采用磨削或研磨技术形成,并可以采用聚焦离子束铣削技术进行精加工。

[0073] 图 13-20 是另外的俯视图,示出了根据本发明的各种实施例的多金刚石切削工具组件。图 13、15、17 和 19 显示了构造为用于横向进给切削、螺纹切削或划线切削的组件,而

图 14、16、18 和 20 显示了构造为用于飞切的组件。从图 13-20 的实例可以看出,可将各刀柄中的金刚石刀头做成任何形状和尺寸。

[0074] 例如,如图 13 和 14 所示,刀柄 110、114、120 和 124 的金刚石刀头 112、116、122 和 126 可以限定大致矩形的形状。刀头 112 和 122 切出深度为 D1 的槽,刀头 116 和 126 分别随后将槽的深度加深至 D2。如图 15 和 16 所示,刀柄 150、154、160 和 164 的金刚石刀头 152、156、162 和 166 限定了不同的刀头形状,以加工复杂的槽或多结构槽。刀头 152 和 162 形成深度为 D1 的方形槽,刀头 156 和 166 随后在该槽内形成深度为 D2 的倒锥形子结构。如上所述,子结构的深度 D2 可以小于或等于深度 D1。其它形状也可以形成多结构槽。例如,刀头 156 和 166 的一侧上可以有钝角,以便在初始方形槽的一侧上形成子结构。

[0075] 如图 17 和 18 所示,刀柄 170 和 174(图 17)与 180 和 184(图 18)的不同金刚石刀头 172、176、182 和 186 可以限定不同的形状和尺寸。换句话讲,分别由第一刀柄 170 和 180 限定的第一金刚石刀头 172 和 182 的形状,可以完全不同于分别由第二刀柄 174 和 184 限定的第二金刚石刀头 176 和 186 的形状。这种构造对形成光学膜可能尤其有用。在这种情况下,在微复制工具内所形成的多结构槽可限定要在光学膜中形成的复杂结构光学特性。具有各种其它形状的第二金刚石可以增加类似的有益效果。例如,第一金刚石刀头可以切出一个允许第二金刚石刀头进入的槽,以形成最终完成微复制工具中的所需槽的子结构。刀头 172 和 182 切出包括倾斜侧壁的槽,刀头 176 和 186 在倾斜侧壁中切出阶梯状子结构。

[0076] 图 19 和 20 是多金刚石飞切转子的概念透视图。在图 19 的实施例中,飞切系统 190 包括用来制造微复制工具的设备。基座 206 用来支撑平移台 198、马达 192 和飞切转子 200。刀柄 202 包括用来切削微复制工具的金刚石刀头。显微镜 194 包括用来精确安装刀柄 202 并将其与要添加到转子 200 上的其它刀柄正确对准的物镜 196。转子 200 绕贯穿转子中心的轴线 204 旋转。

[0077] 通过与转子 200 相连的定位球(未示出)相对于底座 206 保持转子 200 和轴线 204 的中心。定位球让使用者能够限定轴线 204 在底座 204 上的位置,以控制安装在转子 200 中的刀柄的切削操作。在转子 200 上提供了一个旋转微调装置,以在不调节显微镜的情况下将刀柄缓慢移入显微镜的视野中。利用测角计台将每个刀柄旋转到相对于转子 200 的正确角度对准位置。此外,还可提供一个精密的挠性平台,以在一个 x-y 平面内的两个自由度上移动每个刀柄,从而将每个刀柄正确地布置在转子 200 中。该方法可允许在不移动平移台 198 的情况下将每个刀柄 202 布置在转子 200 中。

[0078] 完成定位之后,即可将显微镜 194 移开以使其不妨碍转子 200。在一些实施例中,刀柄 202 可安装为垂直于转子 200 或平行于轴 204。每个刀柄都可以通过粘合剂、固定螺钉或其它固定机理连接到转子 200 上。还可使用安全销(如图 20 所示)将每个刀柄固定就位。

[0079] 在转子 200 上安装了所需数量的刀柄之后,即可在转子上添加额外的粗调和微调平衡物,以在高速旋转时平衡转子。如果所需刀柄少于六个,可以用代用配重代替刀柄 202。代用配重也可以用于进行平衡微调。这样可恰当地定位转子以制造微复制工具。刀柄 202 可以包括本文所述的任何金刚石刀头或多金刚石刀头。

[0080] 如图 20 所示,转子 200 包括六个刀柄座 206。转子 200 在概念上类似于切削工具

组件 10。每个刀柄座都包括刀柄 208、金刚石刀头 210、后支承 212、前支承 214 和安全销 216。螺钉 218 将转子 200 安装到马达 192(图 19)上。

[0081] 后支承 212 和前支承 214 由螺钉固定就位,但可以采用任何类型的固定装置。安全销 216 插在刀柄 208 的凹槽内,以使刀柄 208 在旋转过程中保持固定在转子 200 上。所示后支承 212 与刀柄 208 的较大面积接触以支撑刀柄 208,防止刀柄 208 在切削过程中弯曲。尽管金刚石刀头 210 看上去与转子 200 中的所有其它金刚石刀头相似,但每个金刚石的形状可以不同。此外,金刚石刀头距离转子 200 的高度可以不同,以便在微复制工具上切出不同结构的槽。

[0082] 在其它实施例中,转子 200 可包括少至一个多刀头金刚石,或如图 20 所示六个以上对准的金刚石刀头。根据制造微复制工具的需要,转子 200 能够固定更多或更少的刀柄座。作为另外一种选择,在使用转子 200 时,不必在每个刀柄座中都装有刀柄。在这种情况下,空刀柄座可用来平衡转子 200。可以使用偶数或奇数个刀柄座的任何组合。在一些实施例中,一些刀柄可包括一个金刚石刀头,而在同一转子上的其它刀柄可包括多刀头金刚石。可以通过在转子 200 上增减配重螺钉来平衡转子的旋转。

[0083] 转子 200 可由多种材料制成。所述材料应该具有高刚度和高抗疲劳性。这类材料可包括但不限于铝、钢、不锈钢、钛或可允许转子 200 执行其上述功能的任何金属合金。在可选实施例中,也可以使用高密度塑料或复合材料制成转子 200。与转子 200 配合使用的部件(诸如刀柄 208、后支承 212 和前支承 214)也可以由与转子 200 类似的材料制成。

[0084] 图 21 是飞切工具 220 的一个可选实施例的俯视图。类似于图 1 的切削工具组件 10,图 21 的切削工具组件 220 包括至少两个金刚石刀头,例如刀柄 222 的金刚石刀头 224 和刀柄 226 的金刚石刀头 228。刀柄 222 和 226 安装为平行于轴 232 或垂直于安装表面 230。此外,金刚石刀头 224 和 228 径向对准,以使得在轴 232 旋转时,每个金刚石刀头沿着同一径向路线移动。所得的深槽或多结构槽可能是微复制工具中的一个圆。

[0085] 金刚石刀头 224 和 228 可以安装在不同高度上以形成深槽,或具有不同形状以形成多结构槽。所得的圆形槽可以在任何工件中形成。在一些实施例中,每一个刀柄 222 和 226 都可以限定一个金刚石中的两个或更多个刀头,以形成深槽或多结构槽。飞切工具 220 可以包括本文所述的任何其它结构。

[0086] 已经描述了多个实施例。例如,已经描述了在金刚石切削机中使用的对准的多金刚石切削工具组件。但是,在不背离以下权利要求的范围的情况下,可对上述各实施方式做出各种改进。例如,可使用切削工具组件在其它类型的工件(如除微复制工具之外的工件)中切出槽或其它结构。因此,其它具体实施方式和实施例均在以下权利要求的范围之内。

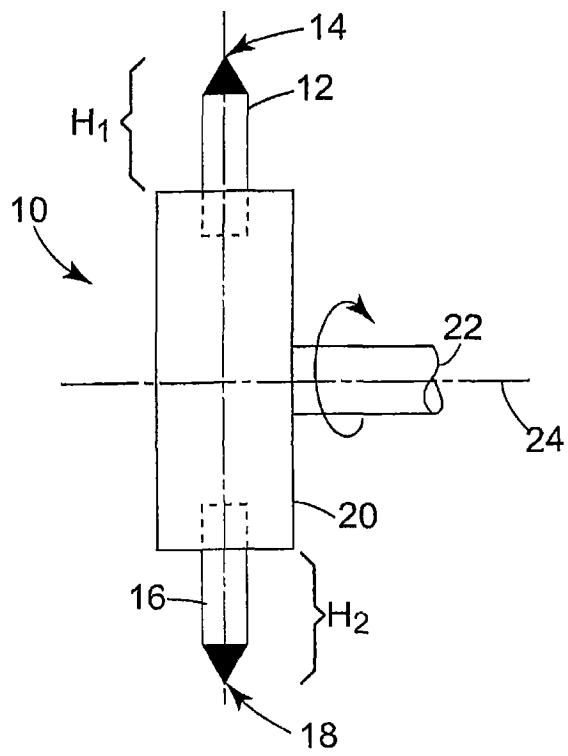


图 1

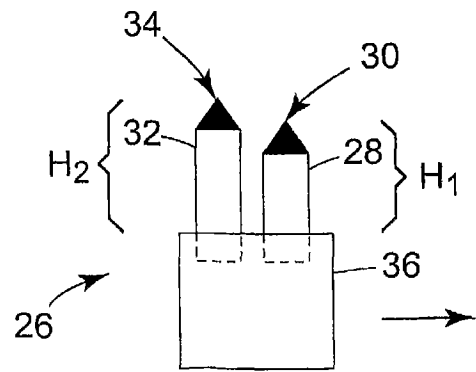


图 2

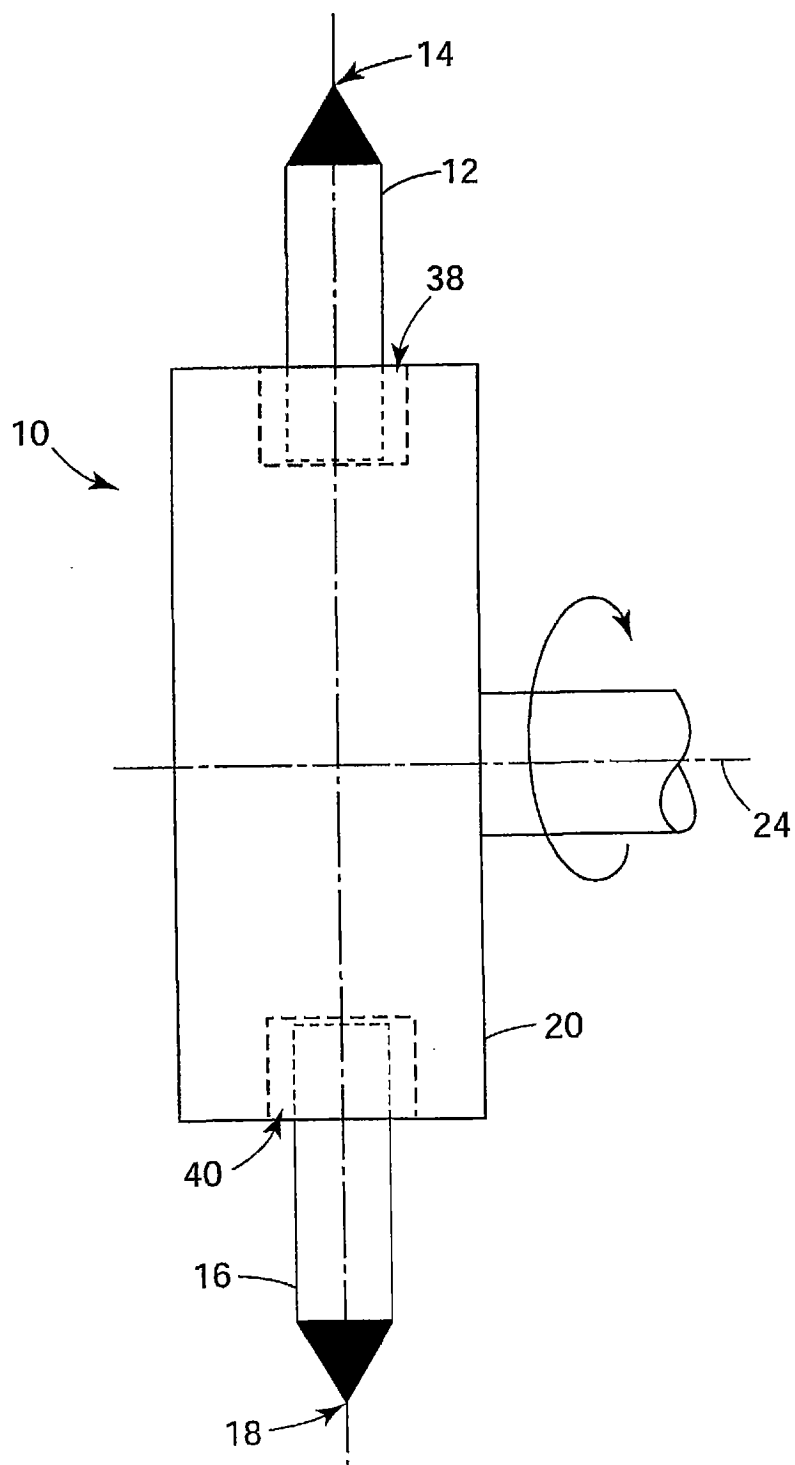


图 3

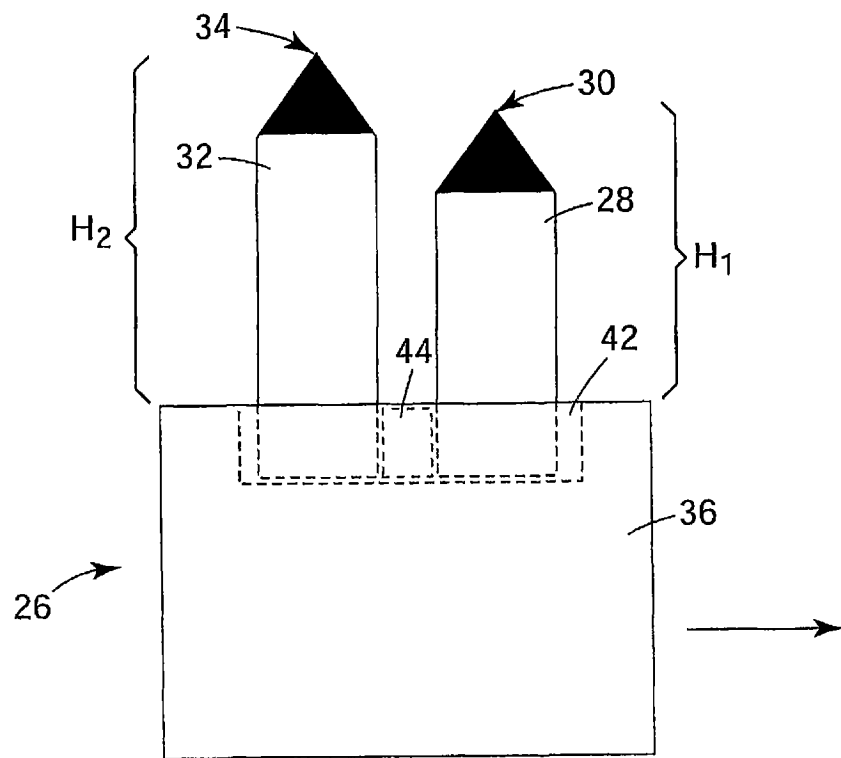


图 4

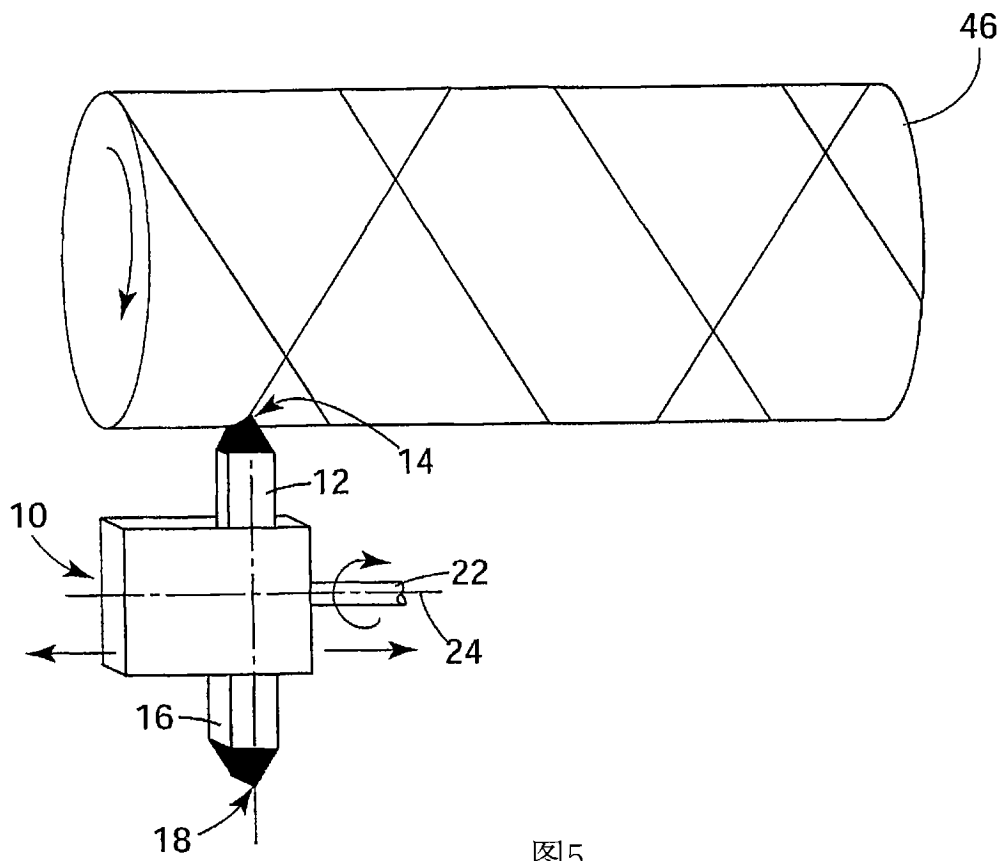


图5

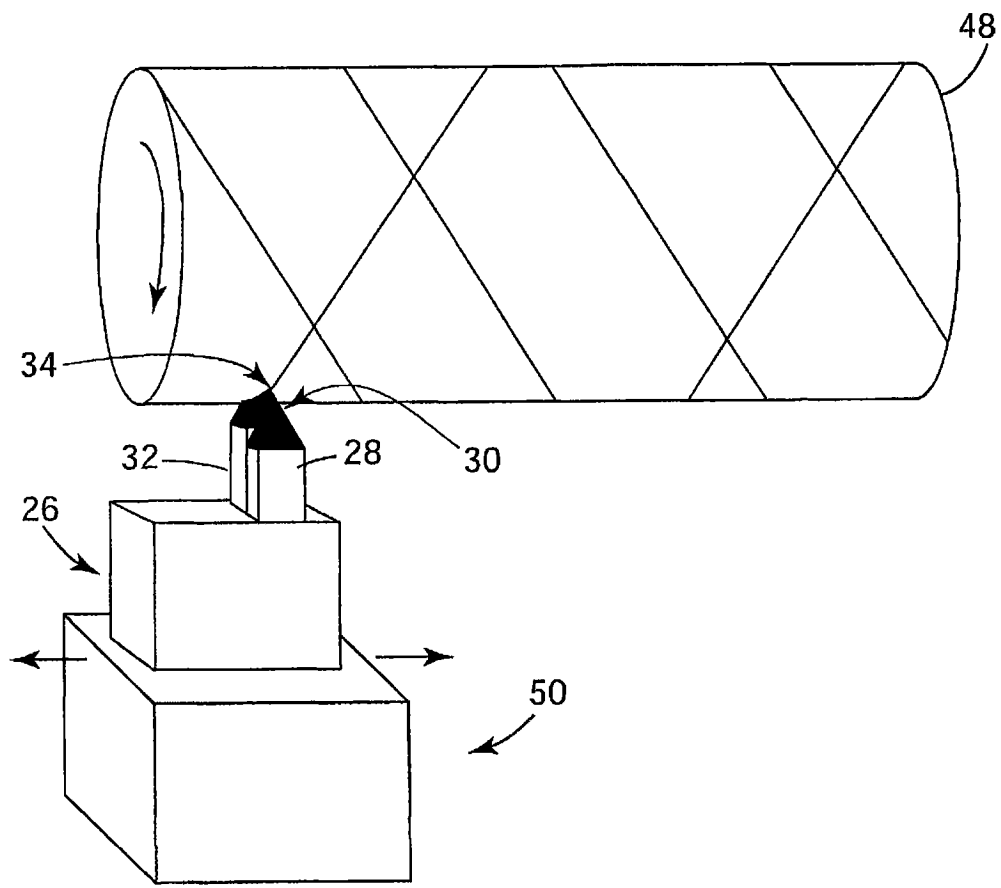


图 6

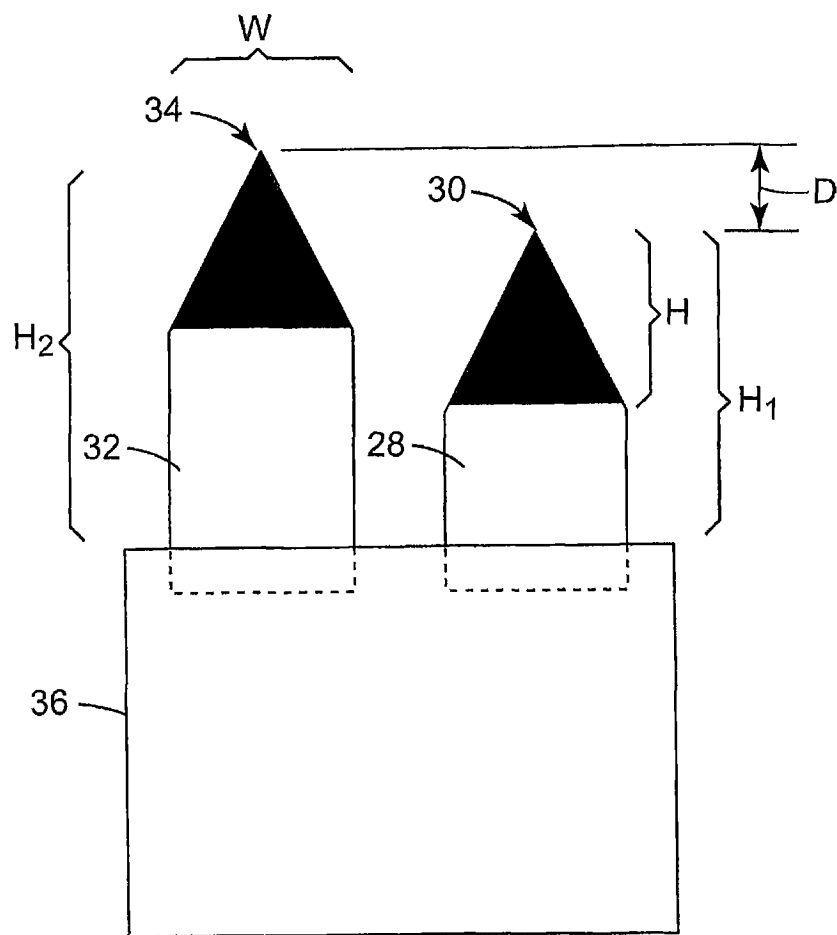


图 7

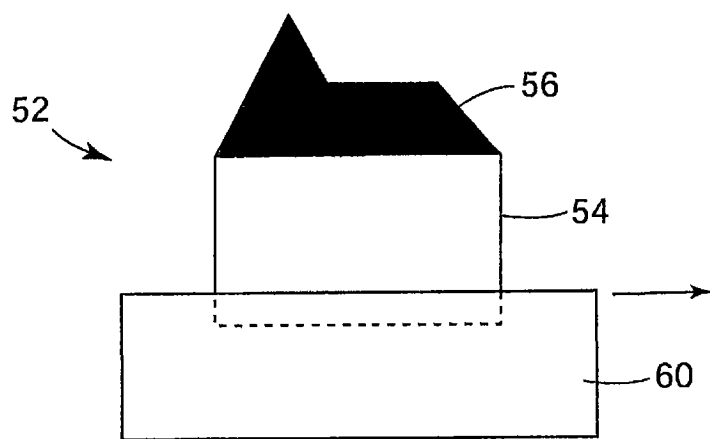


图 8A

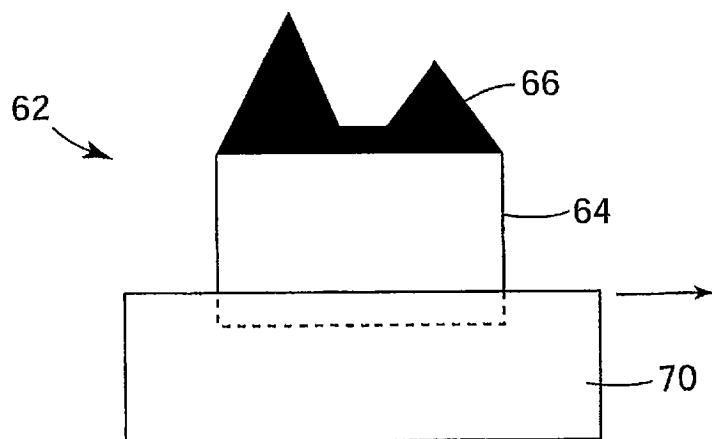


图 8B

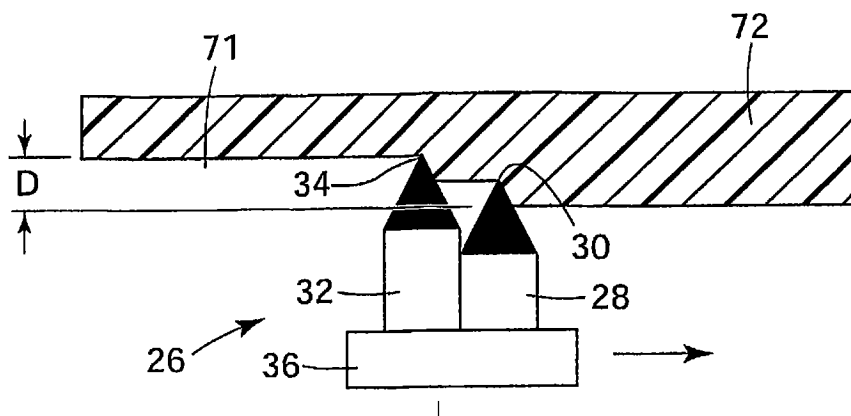


图 9A

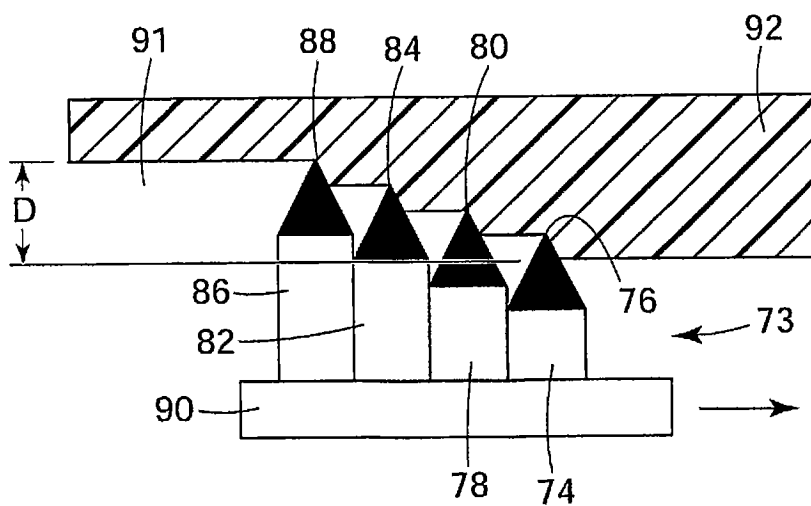


图 9B

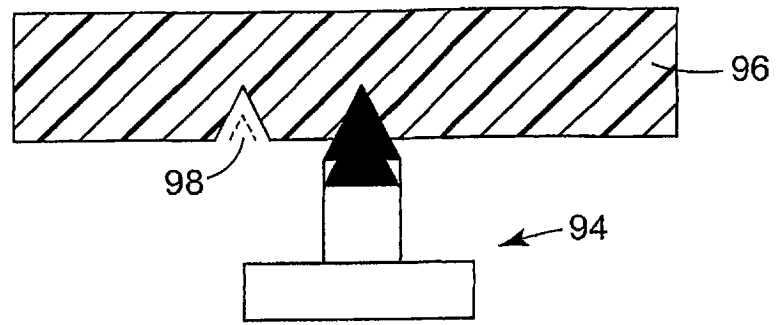


图 10

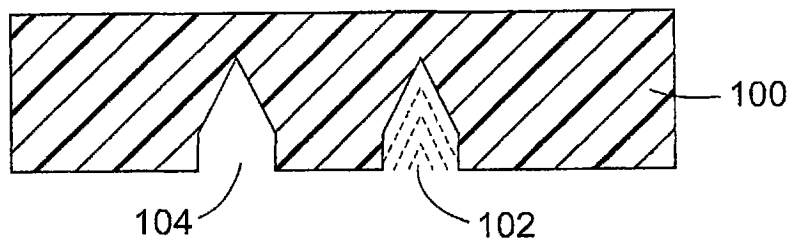


图 11

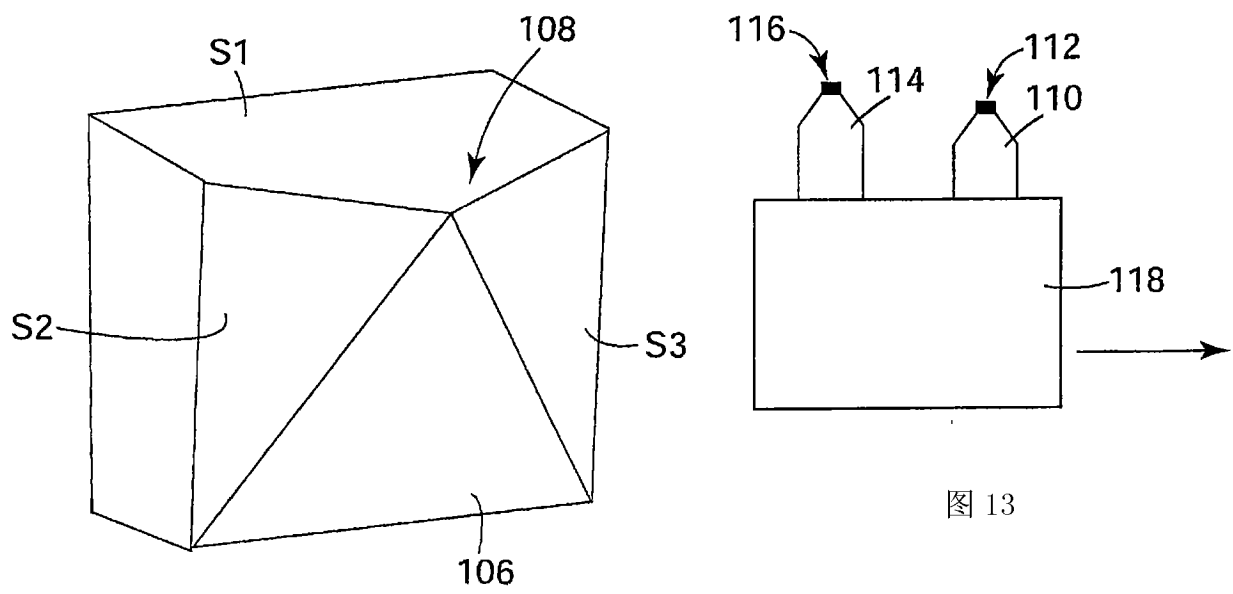


图 13

图 12

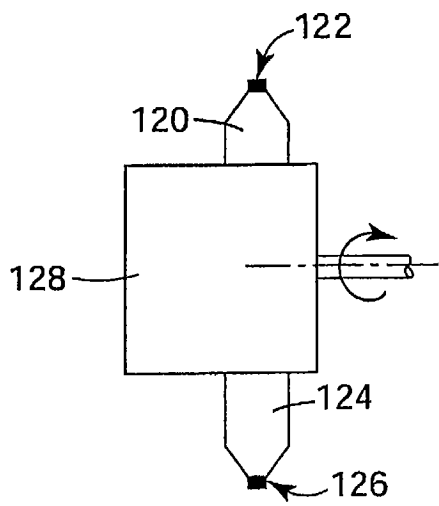


图 14

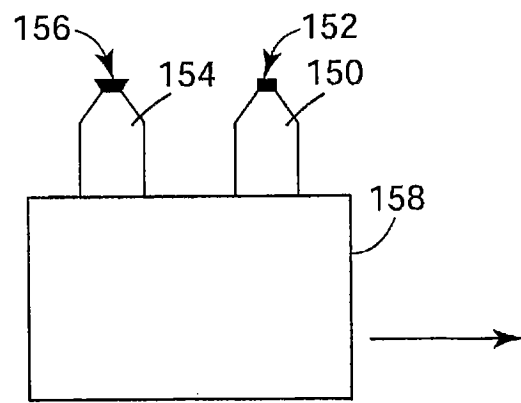


图 15

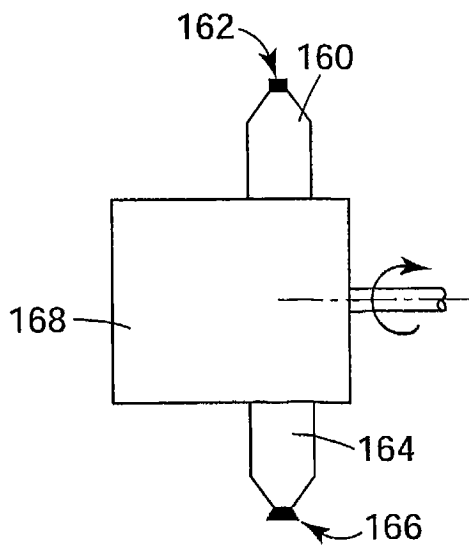


图 16

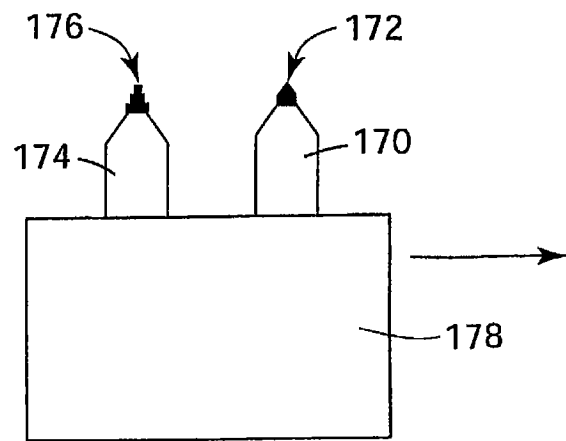


图 17

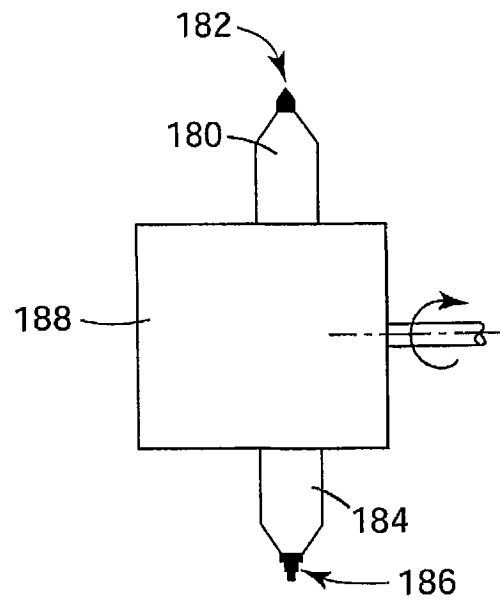


图 18

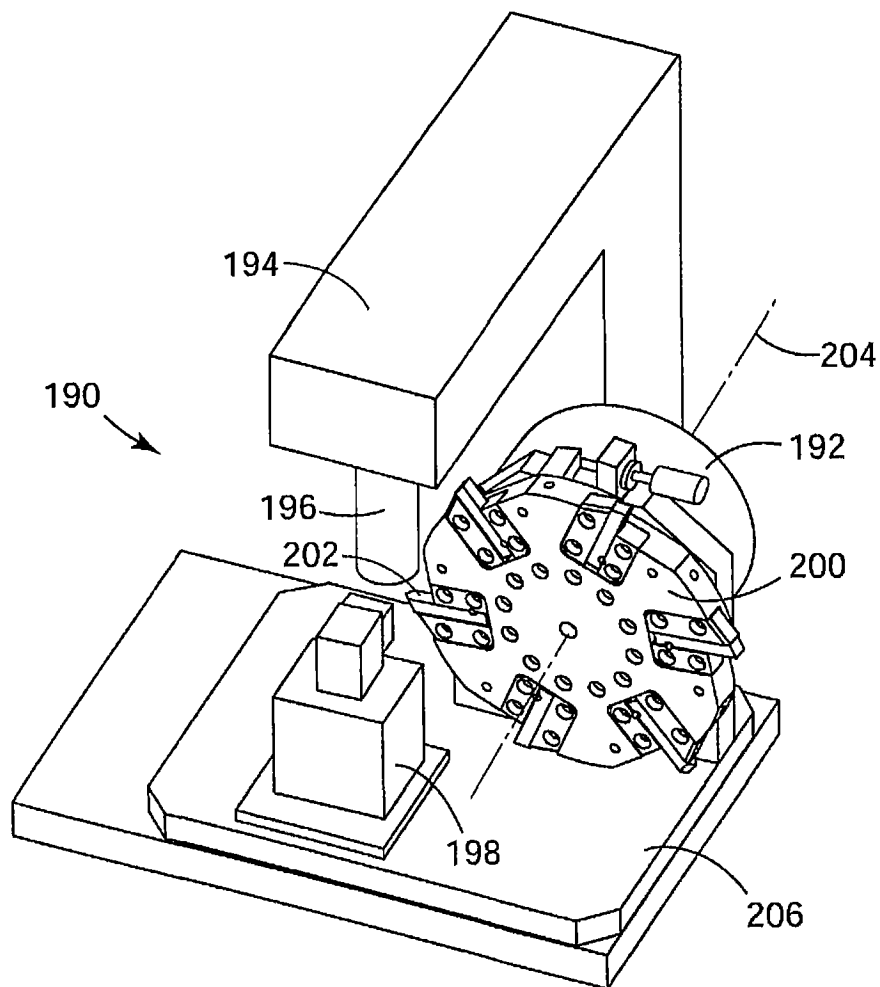


图 19

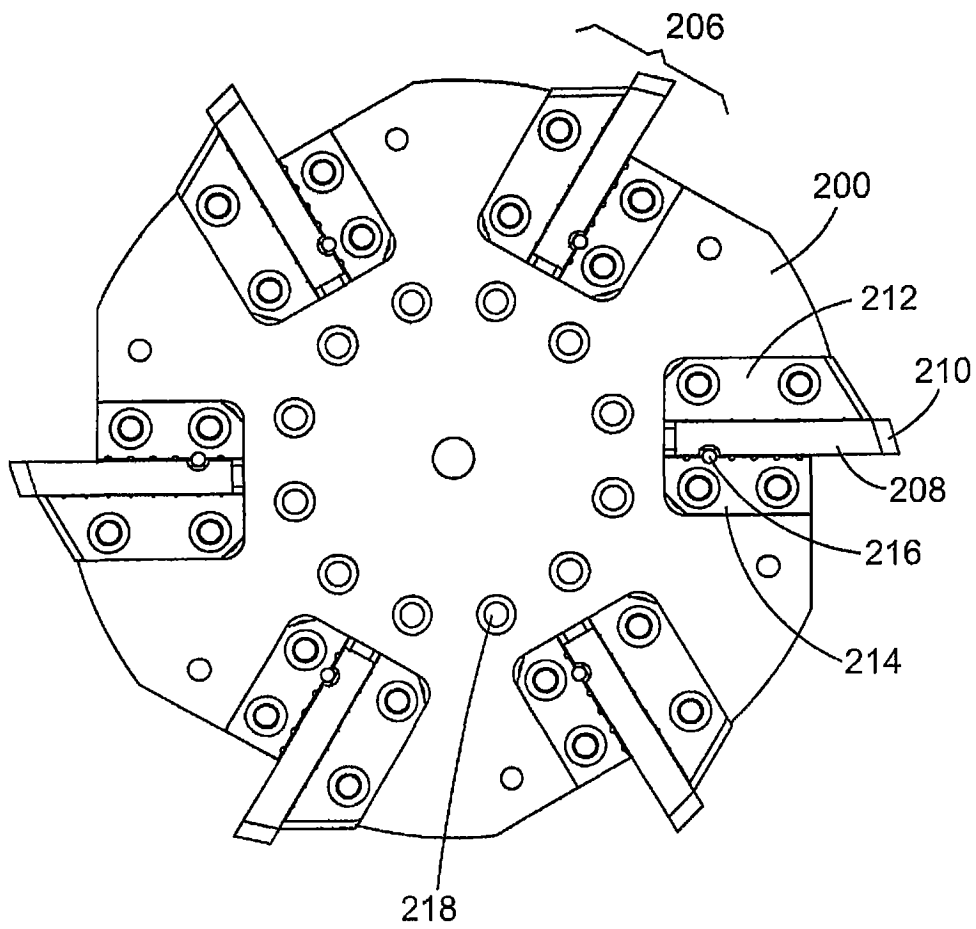


图 20

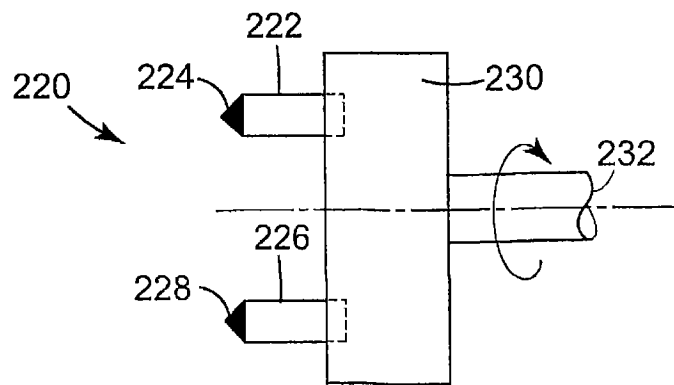


图 21