

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101304841 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 19

(21) 申请号 200680042206. 4

(22) 申请日 2006. 11. 14

(30) 优先权数据

11/273, 981 2005. 11. 15 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 05. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/044056 2006. 11. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02007/059063 EN 2007. 05. 24

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 戴尔·L·埃内斯 艾伦·B·坎贝尔

丹尼尔·S·沃茨

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

(51) Int. Cl.

B23Q 15/013(2006. 01)

B23Q 15/007(2006. 01)

B81B 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 10-118888 A, 1998. 05. 12, 全文.

JP 2005-14169 A, 2005. 01. 20, 说明书第 3 页第 11 段至说明书第 6 页第 33 段、幅图 1, 2, 5, 6.

CN 2590272 Y, 2003. 12. 03, 说明书第 2 页、附图 1.

US 5063322 A, 1991. 11. 05, 说明书第 4 栏第 20-39 行、附图 1.

JP 63-306854 A, 1988. 12. 14, 说明书第 2 页右下栏至第 3 页左上栏、附图 1.

审查员 李梁

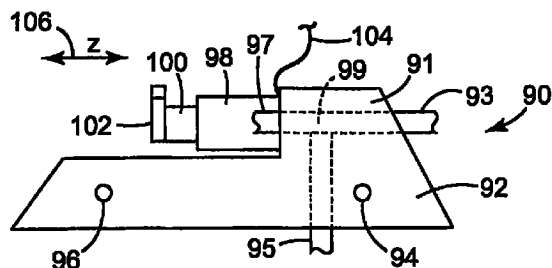
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种刀具组件

(57) 摘要

一种包括能够沿待切削工件横向运动的刀架和装有刀头的致动器的刀具组件。所述致动器对用于在所述工件上形成微结构的所述刀头在横向地沿着所述工件的 Z 方向上的运动提供可变控制, 同时使所述刀头在垂直于所述工件的 X 方向的位置保持基本恒定。



1. 一种刀具组件,包括:

刀架;以及

用于加工工件的快速 Z 致动器,其被构造为连接到所述刀架上并与控制器电通信,所述快速 Z 致动器包括:

主体,其具有后侧、前侧、以及位于前侧的安装部分;

压电堆,其固定在所述安装部分上并受到预加负荷,从而所述压电堆与所述主体的前侧大致平行地延伸;以及

刀头,其与所述压电堆连接,所述刀头包括与所述压电堆大致垂直地延伸的切削部分,其中,

所述压电堆使所述刀头沿着与待加工的工件的表面大致平行的 Z 方向移动。

2. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,其中所述刀头包括用于将所述刀头安装到所述压电堆上的孔。

3. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,其中所述刀头包括用于保持所述切削部分的前端楔形部分。

4. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,还包括板,所述板安装在所述压电堆与所述刀头之间并且用于对所述压电堆预加负荷。

5. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,其中所述压电堆由如下材料之一制成:钛酸钡、锆酸铅、钛酸铅、或磁致伸缩材料。

6. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,其中所述主体包括孔,所述孔具有用于接纳冷却液的口。

7. 根据权利要求 4 所述的刀具组件,其中所述板包括贝氏垫圈。

8. 根据权利要求 1 所述的刀具组件,其中,所述主体由不锈钢制成。

9. 一种刀具组件,其包括:

刀架,其安装在轨道上以与待切削工件的表面大致平行地移动,所述工件是安装成做旋转运动的大致圆柱形的工件,并且所述工件与使所述工件旋转的驱动器连接;以及致动器,所述致动器被构造为连接到所述刀架上,并且与控制器电通信,所述致动器包括:

主体,其具有后侧、前侧、以及位于前侧的安装部分;

压电堆,其固定在所述安装部分上并受到预加负荷,从而所述压电堆与所述主体的前侧大致平行地延伸;以及

刀头,其与所述压电堆连接,所述刀头包括与所述压电堆大致垂直地延伸的切削部分,其中,

所述压电堆使所述刀头沿着与待加工的工件的表面大致平行的 Z 方向移动。

一种刀具组件

[0001] 有关专利申请的参考

[0002] 本专利申请涉及以下专利申请: Alan Campbell、Dale Ehnes 和 Daniel Wertz 所提交的、名称为“Cutting Tool Having Variable and Independent Movement in an X-Direction and a Z-Direction Into and Laterally Along a Work Piece for Making Microstructures”(在朝向工件的 X 方向和横向地沿着工件的 Z 方向上变速独立运动的加工微结构的刀具)的美国专利申请; Alan Campbell、Dale Ehnes 和 Daniel Wertz 所提交的、名称为“Cutting Tool Having Variable Movement at Two Simultaneously Independent Speeds in an X-Direction Into a Work Piece for Making Microstructures”(在朝向工件的 X 方向上以两个并存独立速度变速运动的加工微结构的刀具)的美国专利申请; 以及 Dale Ehnes、Alan Campbell 和 Daniel Wertz 所提交的、名称为“Cutting Tool Having Variable Rotation About a Y-Direction Transversely Across a Work Piece for Making Microstructures”(围绕横过工件的 Y 方向变速旋转的加工微结构的刀具)的美国专利申请, 上述申请均于 2005 年 11 月 15 日提交。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于制造微复制结构的微复制工具的金金刚石加工。

背景技术

[0004] 加工技术可用于制造诸如微复制工具之类的各种各样的工件。微复制工具通常用于挤出工艺、注塑成型工艺、压花工艺、浇注工艺等, 从而形成微复制结构。微复制结构可能包含光学膜、研磨膜、粘合剂膜、具有自配合外形的机械紧固件、或具有尺寸相对较小(例如小于约 1000 微米的尺寸)的微复制特征的任何模制或挤出部件。

[0005] 也可以采用其它不同的方法制成该微结构。例如, 可通过浇铸和固化工艺将母模工具的结构从母模工具转移到由聚合材料制成的带材或织物之类的其它介质上, 以形成生产工具; 然后使用这一生产工具制造微复制结构。可使用诸如电铸之类的其它方法复制该母模工具。制造导光薄膜的另一备选方法是直接切削或加工透明材料, 以形成适当的结构。

[0006] 其它技术包括化学蚀刻、喷丸处理或其它随机表面改性技术。然而, 这些技术通常不能形成获得合适的光漫射特性所需的轮廓清晰的精确的微结构和特征宽度, 而使用本发明方法的刀具可以获得这种合适的光漫射特性。具体地讲, 由于化学蚀刻、喷丸处理和其它随机表面改性技术固有的不精确性和不可重复性, 所以这些方法不能生产高精度的重复结构。

发明内容

[0007] 第一刀具组件包括刀架和构造为连接到刀架上并且与控制器电通信的致动器。连接到致动器上的刀头可相对于待切削的工件运动。所述致动器对刀头在横向地沿着所述工件的 Z 方向上的运动提供可变控制, 同时使刀头在朝向所述工件的 X 方向上的位置保持基

本不变,以便有选择地切削工件。

[0008] 第二刀具组件包括能够横向地沿待切削工件运动的刀架和构造为连接到刀架上并且与控制器电通信的致动器,所述致动器包括压电堆。连接到压电堆上的刀头可相对于待切削的工件运动。所述致动器对刀头在横向地沿着所述工件的 Z 方向上的运动提供可变控制,同时使刀头在朝向所述工件的 X 方向上的位置保持基本不变,以便有选择地切削工件,从而在工件中加工微结构。

附图说明

[0009] 附图被并入本说明书并且构成其整体组成部分,并且结合具体实施方式阐明本发明的优点和原理。在附图中:

[0010] 图 1 为在工件中制成微结构的刀具系统的示意图;

[0011] 图 2 为示出用于刀具的坐标系的示意图;

[0012] 图 3 为用于刀具中的示例性 PZT 堆的示意图;

[0013] 图 4A 为用于刀具中的快速 Z 致动器的俯视图;

[0014] 图 4B 为快速 Z 致动器的后视图;

[0015] 图 4C 为快速 Z 致动器的前视图;

[0016] 图 4D 和 4E 为快速 Z 致动器的侧视图;

[0017] 图 4F 为快速 Z 致动器的透视图;

[0018] 图 5A 为与快速 Z 致动器一起使用的刀头的侧视图;

[0019] 图 5B 为刀头的俯视图;

[0020] 图 5C 为刀头的仰视图;

[0021] 图 5D 为刀头的前视图;

[0022] 图 6 为概念性示出可使用包括快速 Z 致动器的刀具系统制成的微结构的示意图。

具体实施方式

[0023] 刀具系统

[0024] 在已公布的 PCT 专利申请 W000/48037 中描述了常规金刚石车削技术。在这些方法中使用的用于制成光学薄膜或其它薄膜的装置可包括快速伺服刀架。如 W000/48037 中公开的,快速伺服刀架 (FTS) 为被称为 PZT 堆的固态压电 (PZT) 装置,它快速调整连接到所述 PZT 堆上的刀具的位置。如下面详细描述, FTS 使刀具可以在坐标系内的多个方向上做高精确度的高速运动。

[0025] 图 1 为在工件中制造微结构的刀具系统 10 的示意图。微结构可包括位于制品表面上的、凹入制品表面的或从制品表面凸起的任何类型、形状以及尺寸的结构。例如,使用本说明书描述的致动器和系统制造的微结构可具有 1000 微米节距、100 微米节距、1 微米节距、或甚至约 200 纳米的亚光学波长 (nm) 节距。提供这些尺寸仅出于示例性目的,使用本说明书描述的致动器和系统制成的微结构可以具有使用该系统可加工的范围内的任何尺寸。

[0026] 利用计算机 12 控制系统 10。计算机 12 包括例如下列元件:存储一个或多个应用程序 16 的存储器 14;提供非易失性信息存储的第二存储器 18;接收信息或命令的输入装置 20;运行存储在存储器 16 或第二存储器 18 中、或来自另一个来源的应用程序的处理器

22 ;输出视频信息显示的显示装置 24 ;以及以用于音频信息的扬声器或用于信息硬拷贝的打印机之类的其它形式输出信息的输出装置 26。

[0027] 利用刀头 44 对工件 54 执行切削加工。在工件 54 通过诸如计算机 12 控制的电动机之类的驱动器和编码器 56 转动的同时,致动器 38 控制刀头 44 的运动。在此实例中,示出的工件 54 为诸如硬铜辊之类的辊形式的;然而,工件也可以是平面形式的和利用其它加工材料。例如,作为另外一种选择,工件可由铝、镍、钢或塑料(例如,丙烯酸树脂)制成。例如,使用的具体材料可以取决于所需的具体应用,例如使用已加工的工件制成各种薄膜。致动器 38 和下文描述的致动器可由例如不锈钢或其它材料制成。

[0028] 致动器 38 可拆卸地连接到刀架 36 上,刀架又被安装在轨道 32 上。刀架 36 和致动器 38 构造成在轨道 32 上可沿箭头 40 和 42 所示的 X 方向和 Z 方向的两个方向运动。计算机 12 经由一个或多个放大器 30 与刀架 36 和致动器 38 电连接。当用作控制器时,在加工工件 54 时,计算机 12 控制刀架 36 沿轨道 32 的运动并通过致动器 38 控制刀头 44 的运动。如果致动器包括多个 PZT 堆,那么它可以使用分开的放大器独立控制每个 PZT 堆,所述 PZT 堆用于独立地控制连接在 PZT 堆上的刀头的运动。如下面详细说明的,计算机 12 可利用函数发生器 28 向致动器 38 提供波形,以便在工件 54 中加工各种微结构。

[0029] 通过不同部件的协调运动完成工件 54 的加工。具体地讲,在计算机 12 的控制下,该系统可以通过刀架 36 的运动协调并控制致动器 38 的运动,同时协调并控制工件在 C 方向的运动以及刀头 44 在 X 方向、Y 方向和 Z 方向中的一个或多个方向上的运动,这些坐标将在下面说明。所述系统通常使刀架 36 在 Z 方向做匀速运动,但也可以使刀架 36 做变速运动。通常刀架 36 和刀头 44 的运动均与工件 54 在 C 方向的运动(如线条 53 表示的旋转运动)同步。可以利用例如在计算机 12 的软件、硬件或其组合中执行的数字控制技术或数字控制器(NC)控制所有这些运动。

[0030] 工件 54 加工完以后可用于制成在多种用途中使用的具有相应微结构的薄膜。这些薄膜的实例包括光学薄膜、摩擦控制薄膜以及微型紧固件或其它机械微结构化部件。通常使用涂层工艺制成所述薄膜,在涂层工艺中,将粘稠状态的材料涂布在工件上,使其至少部分固化,然后移除。固化材料构成的薄膜将具有与工件中的结构基本上相反的结构。例如,工件中的凹进部产生所得薄膜中的凸起部。

[0031] 通过管线 48 和 50 利用冷却液 46 控制刀架 36 和致动器 38 的温度。温度控制单元 52 可以使冷却液在流经刀架 36 和致动器 38 循环时保持基本恒定的温度。温度控制单元 52 可以是提供流体温度控制的任何装置。冷却液可以是油产品,例如低粘度油。温度控制单元 52 和冷却液贮箱 46 可包括使流体流过刀架 36 和致动器 38 循环的泵,并且通常还包括从流体散热的冷却系统,从而使流体基本上保持恒温。使流体循环并提供流体温度控制的冷却系统和泵系统在本领域是已知的。在某些实施例中,为了使工件中要加工的材料表面温度保持基本恒定,也可以将冷却液施加于工件 54。

[0032] 图 2 为示出用于诸如系统 10 之类的刀具的坐标系示意图。该坐标系示出刀头 62 相对于工件 64 的运动。刀头 62 可以与刀头 44 相对应,并且通常被连接到刀头座 60 上,所述刀头座连接到致动器上。在这一示例性实施例中,坐标系包括 X 方向 66、Y 方向 68 和 Z 方向 70。X 方向 66 指沿基本上垂直于工件 64 的方向的运动。Y 方向 68 指沿横过工件 64 的方向的运动,例如沿基本上平行于工件 64 的旋转平面的方向的运动。Z 方向 70 指在横向

地沿着工件 64 的方向上的运动,例如在基本上垂直于工件 64 的旋转平面的方向上的运动。也如图 1 所示,工件的旋转方向被称为 C 方向。如果工件不是辊形式,而是平面形式的,那么 Y 方向和 Z 方向就指在沿基本上垂直于 X 方向的方向横过工件的互相垂直的方向上的运动。

[0033] 系统 10 可用于高精度的高速加工。这一类型的加工必须考虑诸如部件的协调速度和工件材料之类的多种参数。例如,通常必须与工件材料的热稳定性和特性一起考虑给定体积的待加工金属的比能。在下列参考文献中描述了有关加工的切削参数: Machining Data Handbook, Library of Congress Catalog Card No.66-60051, Second Edition(1972);Edward Trent and Paul Wright, Metal Cutting, Fourth Edition, Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7069-X(2000);Zhang Jin-Hua, Theory and Technique of Precision Cutting, Pergamon Press, ISBN 0-08-035891-8(1991) 以及 M. K. Krueger 等人, New Technology in Metalworking Fluids and Grinding Wheels Achieves Tenfold Improvement in Grinding Performance, Coolant/Lubricants for Metal Cutting and Grinding Conference, Chicago, Illinois, U. S. A., June 7, 2000。

[0034] PZT 堆

[0035] 图 3 为用于刀具的示例性 PZT 堆 72 的图。PZT 堆用于使与其相连的刀头运动和根据 PZT 效应运行,这在本领域是已知的。根据 PZT 效应,施加到某类材料的电场将使其沿一个轴线伸展,并沿另一轴线收缩。PZT 堆通常包括包封在壳体 84 内、并且安装在基板 86 上的多个材料 74、76 和 78。在这一示例性实施例中,材料是具有 PZT 效应的陶瓷材料。仅出于示例性目的而示出三个盘状物 74、76 和 78,例如可以根据具体实施例的需要使用任何数目的盘状物或其它材料、以及任何类别的材料的材料。柱 88 粘附在盘状物上,并从壳体 84 中伸出。例如可以利用任何 PZT 材料制造所述盘状物,诸如混合的、压制的和烧结的钛酸钡、锆酸铅或钛酸铅材料以及以所列材料为基体的材料。其中一种 PZT 材料可得自 Kinetic Ceramics, Inc. 26240 Industrial Blvd., Hayward, CA 94545, U. S. A.)。例如,也可以利用磁致伸缩材料制造所述盘状物。

[0036] 如线条 80 和 82 所示的盘状物 74、76 和 78 的电连接为这些盘状物提供电场,以使柱 88 运动。由于 PZT 效应以及根据施加的电场类型,可以使柱 88 进行精确和微小的运动,例如几微米以内的运动。另外,装有柱 88 的 PZT 堆 72 的端部可紧靠一个或多个贝氏垫圈安装,所述垫圈可以为 PZT 堆预加负荷。贝氏垫圈具有一定的柔韧性,以允许柱 88 及与柱 88 连接的刀头运动。位于下述致动器中的每个 PZT 堆也可以结合有用于预加负荷的贝氏垫圈,或者作为另外一种选择,结合有紧靠每个 PZT 堆安装的用于为 PZT 堆预加负荷的任何装置。

[0037] 快速 Z 致动器

[0038] 图 4A-4F 为示例性快速 Z 致动器 90 的视图。术语“快速 Z 致动器”指使刀头在大致 Z 方向上运动以加工工件的任何类型的致动器或其它装置。图 4A 为快速 Z 致动器 90 的俯视图。图 4B 为快速 Z 致动器 90 的后视图。图 4C 为快速 Z 致动器 90 的前视图。图 4D 和 4E 为快速 Z 致动器 90 的侧视图。图 4F 为快速 Z 致动器 90 的透视图。为了清楚起见,在图 4B-4F 中移除了快速 Z 致动器 90 的一些细节。

[0039] 如图 4A-4F 所示,快速 Z 致动器 90 包括主体 92,所述主体包括安装部分 91。例如,

使用紧固件将 PZT 堆 98 固定在安装部分 91 和板 100 之间。刀头 102 连接到板 100 上,从而 PZT 堆 98 横向连接,使得启动 PZT 堆 98 可以引起刀头 102 在如箭头 106 所示的 Z 方向上运动。PZT 堆 98 可以使用如图 3 所示的示例性 PZT 堆 72。板 100 可以采用例如用于为 PZT 堆 98 预加负荷的一个或多个贝氏垫圈。

[0040] 主体 92 还包括用于例如通过螺栓将主体安装到刀架 36 上的两对孔 94 和 96,从而在计算机 12 的控制下加工工件 54。电连接 104 将信号传递给 PZT 堆 98 以对其进行控制。如图 4A 所示,例如可以如上所述通过使冷却液穿过孔 99 进入入口 93、95 和 97 中的至少一个,并从口 93、95 和 97 中的(未用作入口的)至少一个流出的方法控制主体 92 的温度。传输冷却液流经主体 92 的孔 99 可以包括任何具体形状或构造,并且也可以包括任何数量的入口和出口。

[0041] 图 5A-5D 为更详细示出刀头 102 的视图。图 5A 为刀头 102 的侧视图。图 5B 为刀头 102 的俯视图。图 5C 为刀头 102 的仰视图。图 5D 为刀头 102 的前视图。如图 5A-5D 所示,刀头 102 包括部分 108,该部分具有用于将其安装到板 100 上的孔 110。刀头 102 还包括保持切削部分 114 的前端楔形部分 112。可以采用例如下列一种或多种材料制成部分 108: 烧结的碳化物、氮化硅、碳化硅、钢或钛。优选将刚性和轻质材料用于部分 108。例如,切削部分 114 可以采用金刚石块制成,可以使用诸如粘合剂、硬钎焊、软钎焊或其它方式将所述切削部分 114 固定在部分 108 上。

[0042] 图 6 为概念性示出可使用包括快速 Z 致动器的刀具系统制成的微结构的示意图。如图 6 所示,制品 120 包含顶面 122 和底面 124。顶面 122 包含如线条 126 所示的微结构,并且可以按照如下方法制成那些微结构,即:使用上述致动器加工工件,然后使用所述工件采用涂层技术制成薄膜或制品。在一些实施例中,在制造微结构时,致动器 98 可以 20-30kHz 运行,但也可采用其它频率。

[0043] 尽管已结合示例性实施例描述本发明,但应当理解,对本领域的技术人员来说,本发明的多个修改形式都是显而易见的,本专利申请旨在涵盖它们的任何修改或变化。例如,在不脱离本发明范围的情况下,刀架、致动器和刀头可以使用各种类型的材料和构造。本发明应当仅受限于权利要求书及其等同物。

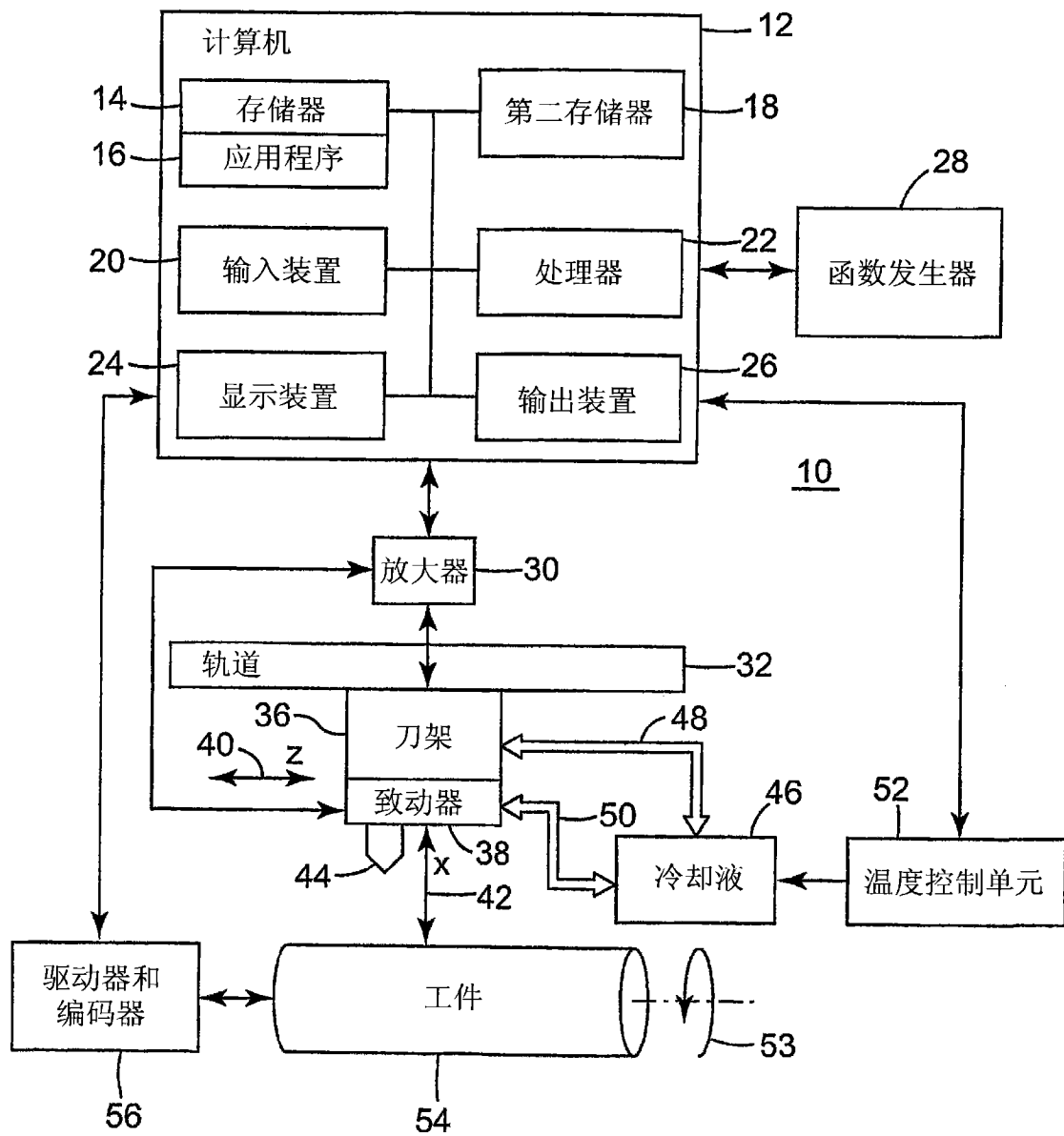


图 1

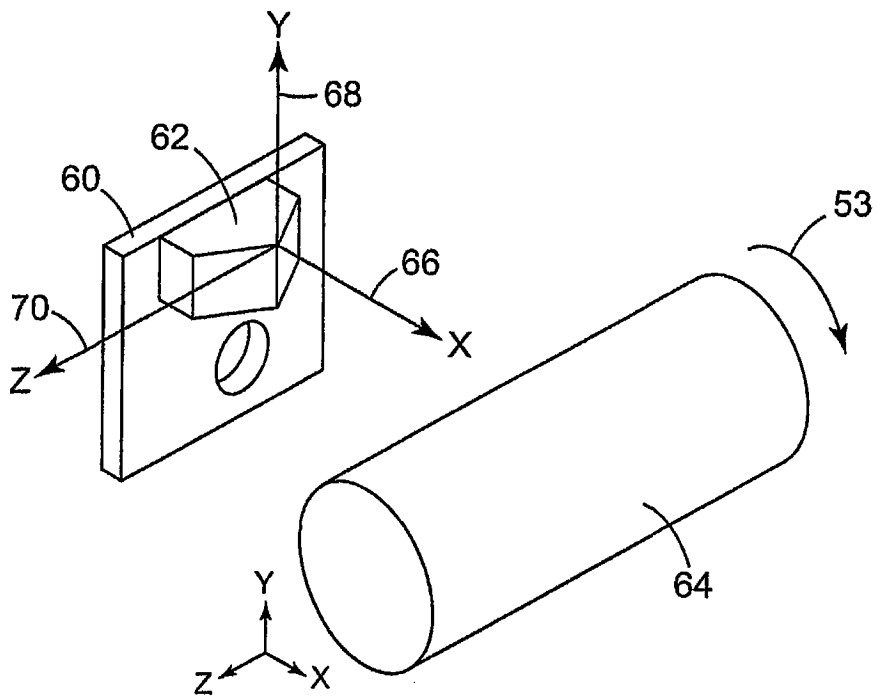


图 2

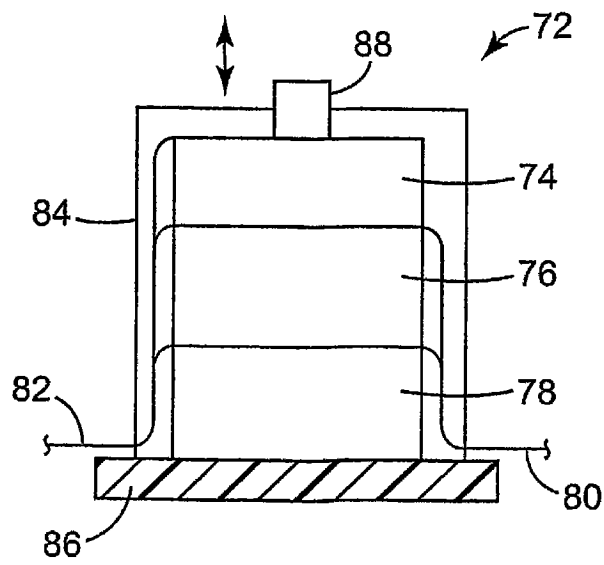


图 3

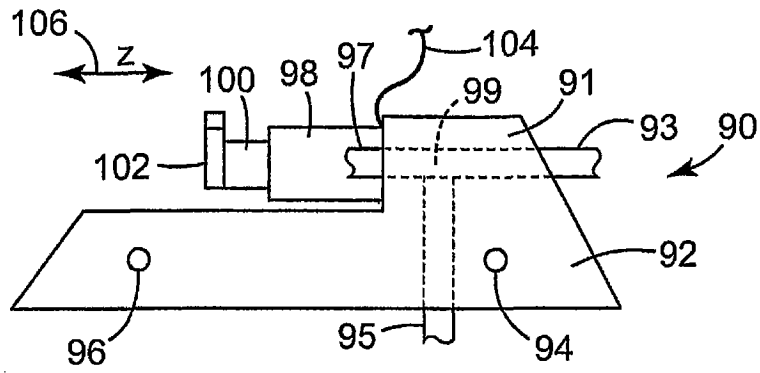


图 4A

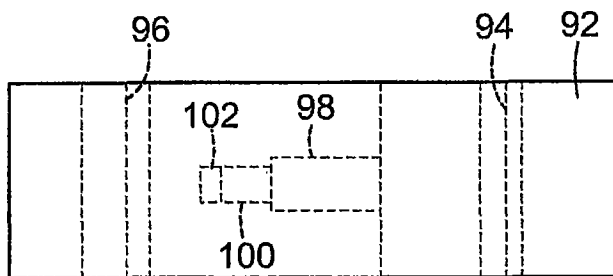


图 4B

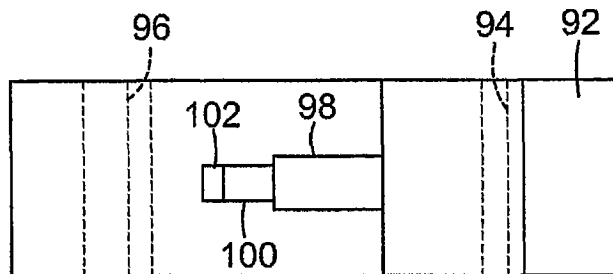


图 4C

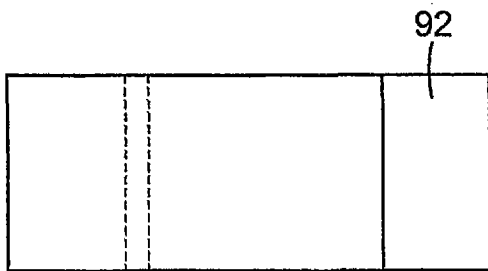


图 4D

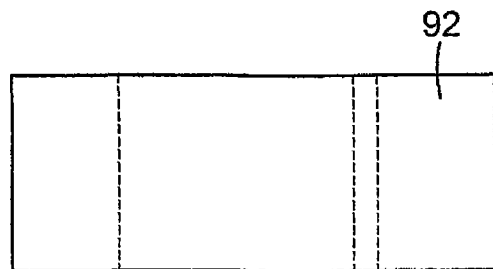


图 4E

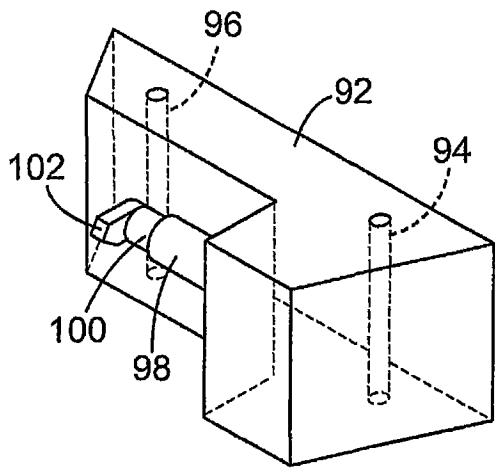


图 4F

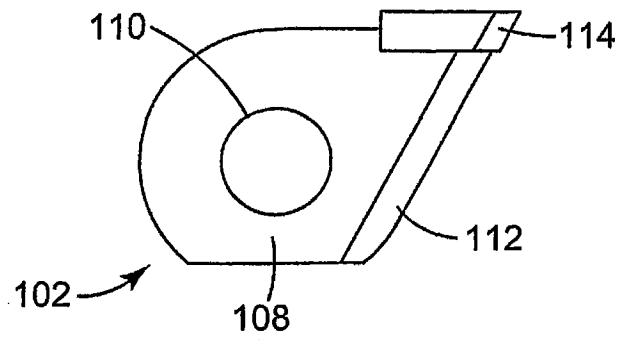


图 5A

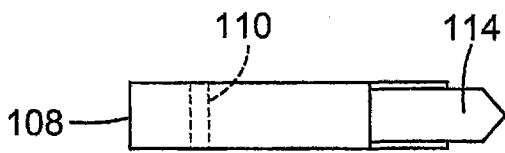


图 5B

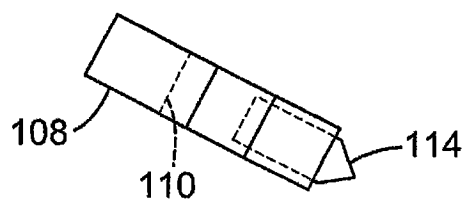


图 5C

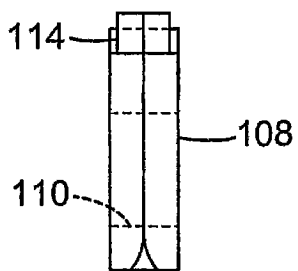


图 5D

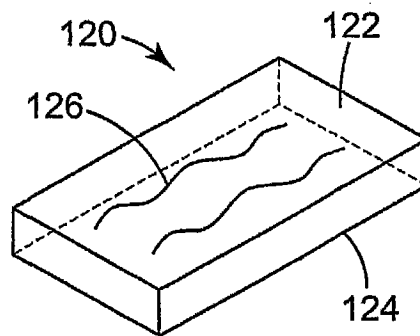


图 6