



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107824821 B

(45)授权公告日 2020.08.25

(21)申请号 201711234779.3

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

(22)申请日 2008.10.17

有限公司 11112

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 顾红霞 顾欣

申请公布号 CN 107824821 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2018.03.23

B23B 29/12(2006.01)

(30)优先权数据

B23B 27/20(2006.01)

11/926,902 2007.10.29 US

(56)对比文件

US 2007039433 A1,2007.02.22

(62)分案原申请数据

US 2007039433 A1,2007.02.22

200880123087.4 2008.10.17

US 5663802 A,1997.09.02

(73)专利权人 3M创新有限公司

US 2004120136 A1,2004.06.24

地址 美国明尼苏达州

US 2007084315 A1,2007.04.19

(72)发明人 马克·E·加迪纳

JP 2004017216 A,2004.01.22

杰弗里·E·克莱门茨

审查员 刘文

马克·R·杜普雷

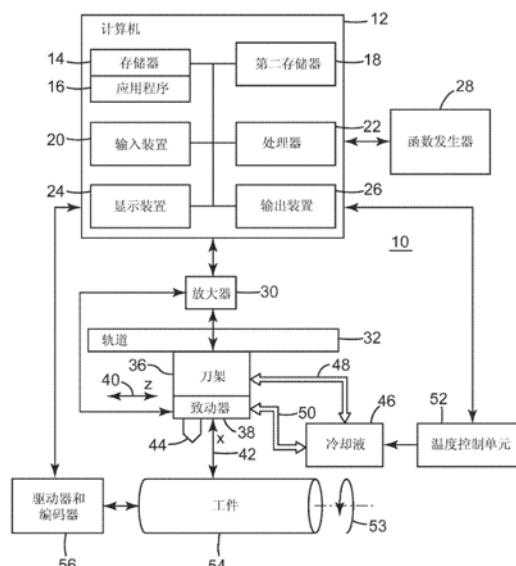
权利要求书2页 说明书13页 附图21页

(54)发明名称

使用具有衍射特征的一个或多个机加工刀头的切削工具

(57)摘要

本发明公开了切削工具组件，该切削工具组件具有刀架和刀架上的刀柄，刀架能够沿着待切削工件横向移动，刀柄固定至少一个机加工刀头并可能固定其它刀头。刀头具有接触工件的衍射特征，以便加工具有纳米尺度特征的宏观尺度特征。机加工工件可用于制备具有衍射特征的制品，例如具有小透镜的光学膜。



1. 一种用于加工圆柱形工件的设备,包括:

大致圆柱形的工件,其被安装以用于旋转运动并具有待加工表面;

驱动器,其被连接到所述工件以用于旋转所述工件;

刀架,其被安装在轨道上以用于基本上平行于所述工件的所述待加工表面移动;

刀柄,其被固定在所述刀架上并具有用于安装刀头的表面;

刀头,其具有多个衍射特征并被安装在所述刀柄的所述表面上;和

控制器,其被连接到所述驱动器和所述刀架以用于控制所述刀头相对于所述工件的移动并用于控制所述刀架平行于所述工件的所述待加工表面的移动,其中在加工期间所述刀头上的所述衍射特征接触所述工件的所述待加工表面,

其中,所述多个衍射特征的尺寸和形状以及所述多个衍射特征之间的间距被设计为用于由加工完的工件所制备的光学膜所需的光衍射量或光衍射程度,

其中所述刀头具有两个小平面,在所述小平面中的每一个上具有至少一个衍射特征,并且其中每个小平面上的所述衍射特征包括凹槽,

其中每个小平面包括多个衍射特征,每个小平面上的每两个相邻的衍射特征之间的距离在0.5微米至5微米的范围内。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述刀架被构造为使所述刀头以基本上恒定的速度基本上平行于所述工件的所述待加工表面移动。

3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述工件由下列材料中的一种制成:铝;镍;铜;黄铜;钢;塑料。

4. 一种用于加工圆柱形工件的设备,包括:

大致圆柱形的工件,其被安装以用于旋转运动并具有待加工表面;

驱动器,其被连接到所述工件以用于旋转所述工件;

刀架,其被安装在轨道上以用于基本上平行于所述工件的所述待加工表面移动;

致动器,其被连接到所述刀架;

刀头座,其被附接到所述致动器;

刀头,其具有多个衍射特征并且被附接到所述刀头座;和

控制器,其被连接到所述驱动器和所述刀架以用于通过所述致动器控制所述刀头相对于所述工件的移动并用于控制所述刀架平行于所述工件的所述待加工表面的移动,其中在加工期间所述刀头上的所述衍射特征接触所述工件的所述待加工表面,

其中,所述多个衍射特征的尺寸和形状以及所述多个衍射特征之间的间距被设计为用于由加工完的工件所制备的光学膜所需的光衍射量或光衍射程度,

其中所述刀头具有两个小平面,在所述小平面中的每一个上具有至少一个衍射特征,并且其中每个小平面上的所述衍射特征包括凹槽,

其中每个小平面包括多个衍射特征,每个小平面上的每两个相邻的衍射特征之间的距离在0.5微米至5微米的范围内。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中在加工期间所述刀头上的所述衍射特征不连续地接触所述工件的所述待加工表面,以形成不相邻的微结构。

6. 根据权利要求5所述的设备,其中所述致动器是断续切削快速伺服刀具致动器。

7. 根据权利要求4至6中任一项所述的设备,其中所述刀架被构造为使所述刀头以基本

上恒定的速度基本上平行于所述工件的所述待加工表面移动。

8. 根据权利要求4至6中任一项所述的设备,其中所述工件由下列材料中的一种制成:铝;镍;铜;黄铜;钢;塑料。

使用具有衍射特征的一个或多个机加工刀头的切削工具

[0001] 本申请是申请日为2008年10月17日、申请号为200880123087.4、发明名称为“使用具有衍射特征的一个或多个机加工刀头的切削工具”的发明专利申请的分案申请。

背景技术

[0002] 加工技术可用于形成多种多样的工件,例如微复制工具。微复制工具常常用于挤出工艺、注模工艺、压印工艺、造模工艺等,以形成微复制结构物。微复制结构物可以具有光学膜、研磨剂膜、粘合剂膜、具有自啮合型材的机械紧固件、或具有尺寸相对较小(例如尺寸小于大约1000微米)的微复制结构物的任何模制或挤出部件。

[0003] 也可通过各种其它方法制备该微结构。例如,可通过浇铸和固化工艺将母模的结构从母模转印到其它介质(例如聚合物材料的带材或幅材)上,以形成生产工具;然后使用此生产工具制备微复制结构物。可使用其它方法(例如电铸)复制该母模。制备导光薄膜的另一种交替的方法是直接切削或加工透明材料,以形成适当的结构。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。

发明内容

[0004] 符合本发明的加工工件的设备包括:大致圆柱形的工件,其在一个具体实施例中被安装,以用于旋转移动;驱动器,其连接到所述工件以用于旋转所述工件;以及刀架,其安装在轨道上,以用于基本上平行于待加工工件表面移动。刀柄固定在所述刀架上,并且具有多个衍射特征的刀头通过所述刀柄固定到所述刀架。连接到驱动器和刀架的控制器控制刀头相对于所述工件的移动,并控制所述刀架平行于待加工工件表面的移动,使得在加工期间所述刀头上的衍射特征接触工件表面。其中,所述多个衍射特征的尺寸和形状以及所述多个衍射特征之间的间距被设计为用于光学膜所需的光衍射量或光衍射程度,所述光学膜是由被所述设备加工完的所述工件所制备的。作为大致圆柱形的工件的替代形式,用具有衍射特征的刀头进行的加工可在大致平面的工件上进行。

[0005] 或者,该装置也可包括彼此紧邻并同时切削工件的多个刀头。多个刀头各可任选地具有至少一个衍射特征。

附图说明

[0006] 附图包含在本说明书中并构成本说明书的一部分,并且它们结合具体实施方式阐明本发明的优点和原理。在附图中,

[0007] 图1为用于在工件中制备微结构的切削工具系统的示意图;

[0008] 图2为示出用于切削工具的坐标系的示意图;

[0009] 图3为用于切削工具中的示例性PZT叠堆的示意图;

[0010] 图4A为刀头座的透视图;

[0011] 图4B为用于固定刀头的刀头座的前视图;

[0012] 图4C为刀头座的侧视图;

- [0013] 图4D为刀头座的俯视图；
- [0014] 图5A为刀头的透视图；
- [0015] 图5B为刀头的前视图；
- [0016] 图5C为刀头的仰视图；
- [0017] 图5D为刀头的侧视图；
- [0018] 图6A为FTS致动器的俯视剖面图。
- [0019] 图6B为示出致动器中的PZT叠堆的设置的前视剖面图；
- [0020] 图6C为致动器的前视图；
- [0021] 图6D为致动器的后视图；
- [0022] 图6E为致动器的俯视图；
- [0023] 图6F和图6G为致动器的侧视图；
- [0024] 图6H为致动器的透视图；
- [0025] 图7A为示出进入工件中的入锥角和离开工件的出锥角基本上相等的断续切削的示意图；
- [0026] 图7B为示出进入工件中的入锥角小于离开工件的出锥角的断续切削的示意图；
- [0027] 图7C为示出进入工件中的入锥角大于离开工件的出锥角的断续切削的示意图；
- [0028] 图8为概念性地示出可利用具有断续切削FTS致动器的切削工具系统制成的微结构的示意图；
- [0029] 图9A为机加工刀头的透视图；
- [0030] 图9B为机加工刀头的前视图；
- [0031] 图9C为机加工刀头的仰视图；
- [0032] 图9D为机加工刀头的侧视图；
- [0033] 图10A为具有机加工刀头和未机加工刀头的多刀头刀具的侧视图；
- [0034] 图10B为具有多个机加工刀头的多刀头刀具的侧视图；
- [0035] 图11A和图11B分别为侧视图和透视图,该图概念性地示出可利用具有带至少一个机加工刀头的FTS致动器的切削工具系统制成的微结构；
- [0036] 图12A和图12B分别为侧视图和透视图,该图概念性地示出可利用具有带至少一个机加工刀头的断续切削FTS致动器的切削工具系统制成的微结构；
- [0037] 图13为在两个小平面上都具有衍射特征的刀头的侧视图；
- [0038] 图14为在一个小平面上具有衍射特征的刀头的侧视图；
- [0039] 图15为具有利用阶梯高度变化的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0040] 图16为具有沿着90°小平面侧的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0041] 图17为具有沿着平坦顶端的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0042] 图18为具有沿着弯曲顶端的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0043] 图19为具有以阶梯形式形成的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0044] 图20为具有透镜形状衍射特征的刀头的侧视图；
- [0045] 图21为具有沿着弯曲小平面的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0046] 图22为具有沿着多个线性小平面的衍射特征的刀头的侧视图；
- [0047] 图23A为刀头在离子铣削前的侧视图；

- [0048] 图23B为图23A的刀头在利用离子铣削在顶端上的相同平面内形成衍射特征后的侧视图；
- [0049] 图24A为刀头在离子铣削前的侧视图；
- [0050] 图24B为图24A的刀头在利用离子铣削在顶端上的不同平面内形成衍射特征后的侧视图；
- [0051] 图25A为非FTS刀架的第一透视图；
- [0052] 图25B为非FTS刀架的第二透视图；
- [0053] 图25C为非FTS刀架的俯视图；
- [0054] 图26A为用于将刀头在非FTS刀架上固定的刀柄的透视图；
- [0055] 图26B为用于固定刀头的刀柄的前视图；
- [0056] 图26C为用于固定刀头的刀柄的仰视图；以及
- [0057] 图26D为用于固定刀头的刀柄的侧视图。

具体实施方式

切削工具系统

[0059] 普通金刚石车削技术在PCT已公布的专利申请WO 00/48037中有所描述，该专利申请全文以引用方式并入本文中。在这些方法中使用并用于制备光学膜或其它膜的设备可包括快速伺服刀具(fast tool servo)。如在WO 00/48037中所公开的，快速伺服刀具(FTS)为被称为PZT叠堆的固态压电(PZT)装置，它快速调整附接到PZT叠堆的切削工具的位置。如下面详细描述的，FTS允许切削工具能够在坐标系内的方向进行高度精确以及高速的移动。

[0060] 图1为在工件中制备微结构的切削工具系统10的示意图；微结构可包括位于制品表面上、表面内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形成的微结构可具有1000微米间距、100微米间距、1微米间距或甚至约200纳米(nm)的亚光学波长间距。或者，在其它实施例中，微结构的间距可大于1000微米，而不论如何进行切削。提供这些尺寸仅为了进行示意性的说明，使用本说明书描述的致动器和系统制成的微结构可具有能够使用该系统加工的范围内的任何尺寸。

[0061] 系统10由计算机12控制。计算机12具有(例如)以下部件：存储器14，其存储一个或多个应用程序16；第二存储器18，其提供非易失性信息存储；输入装置20，其用于接收信息或命令；处理器22，其用于执行存储在存储器14或第二存储器18中或来自另一个来源的应用程序；显示装置24，其用于输出视频信息；以及输出装置26，其用于以其它形式输出信息，例如用于音频信息的扬声器或用于信息的硬拷贝的打印机。

[0062] 利用刀头44对工件54进行切削加工。当工件54由驱动器和编码器56(例如由计算机12控制的电机)旋转时，致动器38控制刀头44的移动。在本实例中，工件54为卷筒形式，然而，也可以平面形式实现。可使用任何可加工的材料；例如，可由铝、镍、铜、黄铜、钢或塑料(如丙烯酸树脂)制成工件。例如，使用的具体材料可以取决于所需的具体应用，例如使用机加工工件制成各种膜。致动器38和下文所述的致动器可由(例如)不锈钢或其它材料制成。

[0063] 致动器38可拆卸地连接到刀架36，该刀架继而位于轨道32上。刀架36和致动器38被构造在轨道32上，以在箭头40和42所示X方向和Z方向两者移动。计算机12通过一个或多个放大器30与刀架36和致动器38电连接。当用作控制器时，计算机12通过致动器38控制刀

架36沿着轨道32的移动以及刀头44的移动,以用于加工工件54。如果致动器具有多个PZT叠堆,则其可利用单独的放大器来独立地控制每一个PZT叠堆,以用于独立地控制附接到叠堆上的刀头的移动。如下面更详细说明的,计算机12可利用函数发生器28,以便向致动器38提供波形,以便加工工件54中的各种微结构。

[0064] 通过各种部件的协调移动实现工件54的加工。特别地,在计算机12的控制下,该系统可通过刀架36的移动协调并控制致动器38的移动,连同协调并控制工件在C方向53的移动以及刀头44在X方向、Y方向和Z方向中的一者或多者的移动,这些坐标将在下面说明。该系统通常使刀架36在Z方向上以恒速移动,但也可以使刀架36以变速移动。通常刀架36和刀头44的移动与工件54在C方向的移动(如线条53表示的旋转移动)同步。可利用(例如计算机12中的软件、硬件或其组合中执行的数字控制技术或数字控制器(NC))控制所有这些移动。

[0065] 工件的切削可包括连续和不连续的切削运动。对于卷筒形式的工件,切削可包括围绕卷筒或其附近的螺旋型或各个圆型的切削(有时称为螺纹切削)。对于平面形式的工件,切削可包括在工件上或其附近的螺旋型或各个圆型的切削。也可采用X切削,该切削涉及几乎直的切削格式,其中金刚石刀头可以横向进出工件,但刀架的总体运动是直线运动。切削也可包括这些运动类型的组合。

[0066] 工件54加工完后可用于制备在多种应用中使用的具有相应微结构的膜。这些膜的实例包括光学膜、摩擦控制膜以及微型紧固件或其它机械微结构化的部件。通常使用涂覆工艺制备膜,在涂覆工艺中,粘稠状态的聚合物材料被涂布到工件,允许其至少部分地被固化,然后被移除。固化的聚合物材料通常形成基本上透明的基底以用于该膜,该基底具有与工件中的结构基本上相背的结构。例如,工件中的压痕在所得膜中导致凸起。工件54经加工之后也可用于制备具有与切削工具中的那些相对应的不连续部件或微结构的其它制品。

[0067] 冷却液46用来通过线48和50控制刀架36和致动器38的温度。温度控制单元52可使冷却液循环穿过刀架36和致动器38时保持基本上恒定的温度。温度控制单元52可采用用于控制流体温度的任何装置实现。冷却液可采用油品实现,例如低粘度油。温度控制单元52和冷却液贮液器46可包括使流体循环穿过刀架36和致动器38的泵,并且为了使流体保持在基本上恒定的温度,通常也包括从流体移除热量的冷却系统。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的表面保持在基本上恒定的温度,也可将冷却液涂敷到工件54。

[0068] 图2为示出用于切削工具(例如系统10)的坐标系的示意图。所示坐标系为刀头62相对于工件64移动的坐标系。刀头62可以与刀头44相对应,并通常附接到刀头座60(该刀头座附接到致动器)。在该示例性实施例中,坐标系包括X方向66、Y方向68和Z方向70。X方向66是指基本上垂直于工件64的方向的移动。Y方向68是指在整个工件64上横向的方向(例如在基本上垂直于工件64的旋转轴的方向)的移动。Z方向70是指在横向地沿着工件64的方向(例如在基本上平行于工件64的旋转轴的方向)的移动。工件的旋转方向称为C方向(用图1和图2所示的箭头53表示)。当工件以与卷筒形式相对的平面形式实现时,则Y方向和Z方向是指基本上垂直于X方向在整个工件上的互相正交的方向的移动。平面形式的工件可包括(例如)旋转盘或平面材料的任何其它构造。

[0069] 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多种参数,例如部件的调节的速度和工件材料。例如,通常必须连同工件材料的热稳定性和特性考虑用于给定

体积的待加工金属的比能量。与加工有关的切削参数在下列参考文献中有所描述,这些参考文献如完全示出的那样均以引用方式并入本文:Machining Data Handbook, Library of Congress Catalog Card No. 66-60051, Second Edition (1972) (《加工数据手册》,美国国会图书馆目录卡号66-60051,第二版(1972年));Edward Trent and Paul Wright, Metal Cutting, Fourth Edition, Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7069-X (2000) (Edward Trent和Paul Wright,《金属切削》,第四版,Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7069-X (2000年));Zhang Jin-Hua, Theory and Technique of Precision Cutting, Pergamon Press, ISBN 0-08-035891-8 (1991) (Zhang Jin-Hua,《精密切削理论与技术》,Pergamon出版社, ISBN 0-08-035891-8 (1991年));以及M.K.Krueger et al., 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 (M.K.Krueger等人,《利用金属加工液和砂轮的新技术可获得十倍改进的磨削性能》,金属切削和磨削用冷却剂/润滑剂会议(Chicago, Illinois, U.S.A.), 2000年6月7日)。

[0070] PZT叠堆、刀头座和刀头

[0071] 图3为用于切削工具的示例性PZT叠堆72的示意图。PZT叠堆用于使与其相连的刀头移动和根据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着一条轴线伸展,并沿着另一条轴线收缩。PZT叠堆通常包括封闭在壳体84内并安装在基板86上的多种材料74、76和78。该示例性实施例中的材料采用受到PZT效应影响的陶瓷材料实现。仅为了进行示意性的说明而示出三个盘状物74、76和78,例如可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、以及任何类型的形状的材料。柱88连接到盘状物上并从壳体84突出。盘状物可采用任何PZT材料实现,例如为混合、压制、掺杂和烧结的钛酸钡、锆酸铅或钛酸铅材料。例如,盘状物也可利用磁致伸缩材料实现。

[0072] 与盘状物74、76和78的电连接(用线80和82表示)为其提供电场,以便得到柱88的移动。由于PZT效应,并基于所施加的电场类型,可实现柱88的精确小量的移动,例如若干微米内的移动。另外,具有柱88的PZT叠堆72的末端可紧靠一个或多个贝氏垫圈安装,该垫圈提供PZT叠堆的预加载荷。贝氏垫圈具有某些柔韧性,使得柱88及附接到该柱的刀头移动。

[0073] 图4A-4D为示例性刀头座90的视图,如下文所述,该刀头座应当安装到PZT叠堆的柱88,以用于由致动器控制。图4A为刀头座90的透视图。图4B为刀头座90的前视图。图4C为刀头座90的侧视图。图4D为刀头座90的俯视图。

[0074] 如图4A-4D所示,刀头座90包括平坦的背表面92、锥形的前表面94和具有倾斜或锥形侧的凸出表面98。小孔96用于将刀头座90安装到PZT叠堆的柱上。锥形表面98用于安装用于加工工件的刀头。在该示例性实施例中,刀头座90包括平表面,以在安装到PZT叠堆时,通过提供更大的接触表面积而提高其安装稳定性;并且该刀头座包括锥形的前表面,以减轻其质量。利用粘合剂、硬钎焊、焊接、紧固件(例如螺栓)或其它方法将刀头座90安装到PZT叠堆的柱88。

[0075] 例如,根据具体实施例的要求,可以使用其它的刀头座构型。术语“刀头座”旨在包括用于固定用于加工工件的刀头的任何类型的结构。可以采用(例如下列材料中的一种或多种实现刀头座90:烧结碳化物、氮化硅、碳化硅、钢、钛、金刚石或人造金刚石材料。用于刀

头座90的材料优选为刚性轻质材料。

[0076] 图5A-5D为示例性刀头100的视图,通过使用例如粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式将该刀头固定到刀头座90的表面98。图5A为刀头100的透视图。图5B为刀头100的前视图。图5C为刀头100的仰视图。图5D为刀头100的侧视图。如图5A-5D所示,刀头100包括侧104、锥形和成角度的前表面106以及用于将刀头固定到刀头座90的表面98的底部表面102。刀头100的前部105用来在致动器控制下加工工件。刀头100可采用(例如)金刚石块实现。

[0077] 断续切削FTS致动器

[0078] 由于刀头在切削过程中不连续地接触工件,从而形成不相邻的微结构,因此断续切削FTS致动器可用来制备较小的微结构。可利用这些特征来制备膜光导、微流体结构、片段粘合剂、磨料制品、光学扩散片、高对比度光学屏幕、光偏转膜、抗反射结构、光混合结构和装饰膜。

[0079] 该致动器可提供其它优点。例如,可将特征制成小到肉眼不可见。这类特征(例如)减少了利用扩散片隐藏液晶显示器中的光提取特征的需要。另一个优点是可将光提取特征制成线性的或圆形的。在线性情况下,它们可与(例如)常规冷阴极荧光灯(CCFL)光源一起使用。在圆形情况下,可以将光提取特征在圆弧上制成,使中心点位于LED正常情况下所处的位置处。另一个优点涉及编程和结构布局,在这些布局中没必要将所有特征沿着像连续凹槽那样的单条线布置。通过布置沿着特征的间距、正交于特征的间距以及深度,可确定性地调整光提取特征的面密度。此外,通过选择切削小平面的角度和半角,可以获得优选的光提取角度。

[0080] 特征的深度可以在(例如)0至35微米的范围内,更通常在0至15微米的范围内。对于卷筒式工件,任何单个特征的长度均受沿着C轴旋转的工件的每分钟转数(RPM)以及FTS的响应时间和输入FTS的波形的控制。特征长度可控制在(例如)从1至200微米。对于螺旋型切削,正交于凹槽的间距也可编程为从1至1000微米。如图所示,制备特征的刀头将沿入锥角和出锥角对材料进行切削,从而形成结构,该结构的形状受下列因素控制:RPM、FTS的响应时间和输入FTS的波形、主轴编码器的分辨率以及金刚石刀头的间隙角(例如最大45度)。间隙角可包括刀头的刀面角。特征可具有多种多样的三维形状,例如为对称、非对称、大致半球状、棱柱和半椭球体。

[0081] 图6A-6H为用于实现断续切削微复制系统和方法的示例性致动器110的视图。术语“致动器”是指使刀头基本上以X方向移动以用于加工工件的任何类型的致动器或其它装置。图6A为致动器110的俯视剖面图。图6B为示出致动器110中的PZT叠堆位置的前视剖面图。图6C为致动器110的前视图。图6D为致动器110的后视图。图6E为致动器110的俯视图。图6F和图6G为致动器110的侧视图。图6H为致动器110的透视图。为清楚起见,图6C-6H中移除了致动器110的某些细节。

[0082] 如图6A-6H所示,致动器110包括能够固定X方向PZT叠堆118的主体112。PZT叠堆118附接到具有刀头135的刀头座136,用于使刀头在箭头138所示的X方向移动。PZT叠堆118可采用图3所示的示例性PZT叠堆72。刀头座136上的刀头135可采用图4A-4D所示的刀头座和图5A-5D所示的刀头实现。主体112也包括两个小孔114和115,用于将主体可拆卸地(例如通过螺栓)安装到刀架36,以用于在计算机12控制下加工工件54。

[0083] PZT叠堆118固定地安装在主体112中,以保证精确控制刀头135的移动所需的稳定

性。在本实例中,刀头135上的金刚石为偏移垂直小平面45度的金刚石,但可以采用其它类型的金刚石。例如,刀头可为V形(对称或非对称)、圆头、平的或弯曲小平面的工具。由于不连续(不相邻)特征在金刚石车削机上切削,因而它们可为线性的或圆形的。此外,由于这些特征是不连续的,因而甚至不需要沿着单个线条或圆设置。这些特征可以伪随机散置。

[0084] PZT叠堆118通过导轨(例如导轨120和122)固定在主体112中。PZT叠堆118可优选地通过沿着导轨滑动而从主体112移除,并可利用螺栓或其它紧固件在主体112中固定在适当的位置。PZT叠堆118包括电连接130,用于从计算机12接收信号。PZT叠堆118的端盖包括口128,用于接纳来自贮液器46的冷却液(例如油),使冷却液围绕PZT叠堆循环,并将冷却液经口132送回贮液器46,以用于保持其温度控制。主体112可包括合适的通道以围绕PZT叠堆118导向冷却液,可用温度控制单元52中的泵或其它装置使冷却液循环。

[0085] 图6B为示出PZT叠堆118在主体112中的位置的前视剖面图,其中未示出PZT叠堆118的端盖。主体112在每一个孔中均可包括用于PZT叠堆的多根导轨,这些导轨用于将PZT叠堆固定地保持在适当的位置。例如,PZT叠堆118由导轨120、122、142和144围绕,以便在安装在主体112中时将其固定地保持在适当的位置。附接到PZT叠堆118的端盖可容纳螺栓或其它紧固件,以将PZT叠堆固定到导轨120、122、142和144中的一者或两者上,并且端盖也可为主体112中的PZT叠堆118提供密封,以用于在其周围循环冷却液。PZT叠堆118可包括一个或多个贝氏垫圈,该垫圈设置在叠堆和刀头座136之间,以用于PZT叠堆的预加载荷。

[0086] 图7A-7C示出使用上述示例性致动器和系统对工件进行断续切削加工的情形。特别地,图7A-7C示出刀头的可变入锥角和出锥角的使用,利用(例如)上述参数可控制这些角度。图7A-7C中的每一个示出以不同入锥角和出锥角切削工件前后的实例。入锥角称为 $\lambda_{\text{入}}$,出锥角称为 $\lambda_{\text{出}}$ 。术语“入锥角”和“出锥角”分别意指在加工期间刀头进入工件和离开工件的角度。入锥角和出锥角不一定对应于刀头移动穿过工件时的角度;相反,二者是指刀头接触和离开工件的角度。在图7A-7C中,刀头和工件可采用(例如)上述系统和部件实现。

[0087] 图7A为示出以基本上相等的入锥角和出锥角进入和离开工件153的断续切削150的示意图。如图7A所示,刀头151进入工件153的入锥角152基本上等于出锥角154($\lambda_{\text{入}} \approx \lambda_{\text{出}}$)。刀头151进入工件153的持续时间决定了所得微结构的长度L(156)。使用基本上相等的入锥角和出锥角会导致通过用刀头从工件上移除材料而形成基本上对称的微结构158。该过程可重复进行,以制备由距离D(162)隔开的额外的微结构,例如微结构160。

[0088] 图7B为示出进入工件167的入锥角小于离开工件167的出锥角的断续切削的示意图。如图7B所示,刀头165进入工件167的入锥角166小于出锥角168($\lambda_{\text{入}} < \lambda_{\text{出}}$)。刀头165在工件167内的停留时间决定了所得微结构的长度170。使用小于出锥角的入锥角会导致通过用刀头从工件上移除材料而形成非对称的微结构,例如微结构172。该过程可重复进行,以制备由距离176隔开的额外的微结构,例如微结构174。

[0089] 图7C为示出进入工件中181的入锥角大于离开工件181的出锥角的断续切削的示意图。如图7C所示,刀头179进入工件181的入锥角180大于出锥角182($\lambda_{\text{入}} > \lambda_{\text{出}}$)。刀头179在工件181内的停留时间决定了所得微结构的长度184。使用大于出锥角的入锥角会导致通过用刀头从工件上移除材料而形成非对称的微结构,例如微结构186。该过程可重复进行,以制备由距离190隔开的额外的微结构,例如微结构188。

[0090] 在图7A-7C中,入锥角和出锥角的虚线(152、154、166、168、180和182)旨在概念性

地示出刀头进入和离开工件的角度的实例。在切削工件时,刀头可在任何具体类型的通道中移动,例如,线性通道、曲线通道、包括线性运动和曲线运动的组合的通道或由具体函数限定的通道。可选择刀头的通道,以优化切削参数,例如完成工件切削所需的总时间。

[0091] 图8为概念性地示出膜中的微结构的示意图,该膜中的微结构可按如下方式制备:使用具有断续切削FTS致动器的切削工具系统以制备加工的工件,然后使用该工件制备结构化的膜。如图8所示,制品200包括顶部表面202和底部表面204。顶部表面202包括断续切削的凸出微结构(例如结构206、208和210),这些微结构可按如下方式制备:使用上述致动器和系统加工工件,然后使用该工件和涂布技术制备膜或制品。在本实例中,每一个微结构都具有长度L,顺序切削的微结构由距离D隔开,相邻微结构则由间距P隔开。实施这些参数的实例见上文。

[0092] 机加工刀头

[0093] 图9A-9D为示例性机加工刀头220的视图,通过使用(例如)粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式将这些刀头固定到刀头座90的表面98。图9A为刀头220的透视图。图9B为刀头220的前视图。图9C为刀头220的仰视图。图9D为刀头220的侧视图。如图9A-9D所示,刀头220包括侧224、锥形和成角度的前表面226以及用于将刀头固定到刀头座90的表面98的底部表面222。刀头220的前部225用来在致动器控制下(例如通过使用上述系统)加工工件。刀头220经过加工,使其前部225上也具有微结构(如凹槽)221和223,微结构221和223也用来加工工件。机加工刀头中的微结构可具有上述示例性形状和尺寸中的一者或者者。

[0094] 刀头220可采用(例如)金刚石块实现。微结构221和223以及机加工刀头上的其它微结构优选地可通过离子铣削制备。在刀头上制备微结构的其它技术包括微细电火花加工、磨削、研磨、刻蚀或将划痕或特征赋予到刀头中的其它方法。或者,可以传统方式研磨金刚石,然后再精确地粘合在一起,以制备具有微结构化的特征的大工具组件。仅为了进行示意性的说明,刀头的每一个侧仅示出一个微结构;刀头可具有任何形状、尺寸和构型的任何数量的微结构。作为压痕微结构的替代形式,机加工刀头可具有凸出微结构或具有压痕微结构和凸出微结构的组合。

[0095] 可以将不止一个刀头安装到刀头座(例如刀头座90),以用于加工工件。在这些实施例中,多个刀头加工一个工件,以在工件中基本上同时地制备微结构,例如平行的微结构化的凹槽或其它特征。图10A为具有机加工刀头和未机加工刀头的示例性多刀头刀具230的侧视图。术语“未机加工”刀头是指通过加工形成之后未经额外加工的刀头,其中额外加工可用来在刀头中制备微结构。多刀头刀具230具有未机加工刀头234和具有微结构238的机加工刀头236。刀头234和236安装到基座232(例如刀头座90的表面98),并且可利用(例如)粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式进行安装。刀头234和236之间的距离240决定了用具有与刀头236相对应的微结构的多刀头刀具230加工的对应微结构的间距,其中刀头236内具有机加工的额外的微结构。

[0096] 图10B为具有多个机加工刀头的多刀头刀具242的侧视图。多刀头刀具242具有带微结构248的机加工刀头246和带微结构252的另一个机加工刀头250。刀头246和250安装到基座244(例如刀头座90的表面98),并且可利用(例如)粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式进行安装。刀头246和250之间的距离254决定了用具有与刀头246和250相对应的微结构的多刀头刀具242加工的对应微结构的间距,其中每一个刀头246和250内均具有机加工的额外

的微结构,二者的微结构分别对应于微结构248和252。

[0097] 仅为了进行示意性的说明,在图10A和10B中仅示出两个刀头;多刀头刀具可具有任何数量的刀头。多个刀头经加工后可具有相同或不同的微结构,并且这些微结构可以单独具有上述示例性形状和尺寸中的一者或多者。多刀头刀具中刀头之间的距离(间距240和254)可包括1000微米间距、100微米间距、1微米间距或甚至约200nm的亚光学波长间距。或者,在其它实施例中,多刀头刀具中刀头之间的间距可大于1000微米。在具有不止两个刀头的多刀头刀具中,相邻刀头之间的间距可相同或不同。提供这些尺寸仅为了进行示意性的说明,使用本说明书描述的致动器和系统制成的微结构可具有能够使用该系统加工的范围内的任何尺寸。

[0098] 工件54可用任何机加工刀头或多刀头刀具进行加工,然后可使用机加工工件制备上述膜。例如,可利用上述系统和方法以连续切削或断续切削的方式加工工件。图11A和图11B分别为侧视图和透视图,该图概念性地示出可利用具有至少一个机加工刀头的FTS致动器的切削工具系统制成的微结构。如图11A和图11B所示,工件260具有连续加工的微结构262(如凹槽),该微结构内具有由对应的机加工刀头中的微结构所产生的机加工微结构263和264(如脊)。

[0099] 图12A和图12B分别为侧视图和透视图,该图概念性地示出可利用具有至少一个机加工刀头的断续切削FTS致动器的切削工具系统制成的微结构。如图12A和图12B所示,工件270具有不连续的(断续切削)机加工微结构272(例如不与其它机加工特征邻接的特征),该微结构内具有由对应的机加工刀头中的微结构所产生的机加工微结构273和274(如脊)。如上文所述以及图7A-7C所示,利用一个或多个机加工刀头进行的断续切削可改变刀头进入和离开工件的入锥角和出锥角。

[0100] 然后可将工件260和270用于上述涂布技术中,以制备膜或其它制品,这些膜或其它制品具有与工件260和270中的对应微结构相背的微结构。

[0101] 具有衍射特征的机加工刀头

[0102] 图13-22为具有衍射特征的示例性机加工刀头的视图,这些刀头可通过使用(例如)粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式固定到刀头座90的表面98。图23A、图23B、图24A和图24B为示出制备刀头以在其中形成衍射特征的方法的示意图。图13-22所示刀头上的特征并未按比例示出。相反,图13-22所示刀头旨在示出产生衍射的特征的形状和构型的实例,这些特征可具有任何尺寸和间距,具体取决于(例如)希望从这些特征获得的衍射量。除了衍射特征之外,图13-22所示刀头可具有(例如)与刀头100相同的一般形状和构型,其具有两个小平面,即前表面106,任选具有锥形的前部105。

[0103] 在一些实施例中,衍射特征是指膜或制品中引起光衍射的特征或指切削工具中的特征,当将切削工具用于制备膜或制品时,会在膜或制品中产生衍射特征。如上所述,具有衍射特征的膜或制品用具有对应衍射特征的机加工工具制成。衍射特征可调成,以在用机加工工具制成的膜或制品中获得所需的衍射量。特别地,衍射特征的尺寸和形状连同衍射特征之间的间距被设计为用于具体应用所需的光衍射量或光衍射程度。例如,当衍射特征之间的间距减小时,衍射特征引起光的衍射量增加。因此,间距较大的衍射特征引起较少的衍射,而间距较小的衍射特征则会一起引起较多的衍射。在某些实施例中,例如,衍射特征(例如凹槽)可间隔10微米、5微米、1微米或在接近特定光波长的距离内。在一个实施例中,

衍射特征包括多个特征,这些特征具有大致为三角形的横截面形状,并且它们之间具有650nm的间距。例如,一个实施例包括28个这样的特征,每一个特征之间间隔大约650nm。

[0104] 在其它实施例中,衍射特征是指尺寸在光学应用所述的范围内或该范围附近的特征,以及用于非光学应用的膜或制品时的特征,例如疏水性、微流体毛细作用、摩擦控制膜、微紧固件或其它机械的微结构化的部件。

[0105] 在某些实施例中,用按照本说明书所述加工的工具制成的膜将具有特定的标记,表明它们由这些工具制成。特别地,在一些实施例中,多刀头刀具(如工具230和242)用于在切削工具(工件54)周围连续切削一个或多个通道。由于刀头被切削工具基座(如基座232和244)保持在恒定的间距,因此由切削工具上的刀头制成的衍射特征或凹槽之间的距离(如距离240和254)也基本上是恒定的。在线性马达的作用下,切削工具在Z方向上以大致恒定的速度沿着工件表面移动。然而,由于伺服系统中的噪声,线性马达偶尔会使切削工具以略高于标称速度的速度略微向后或向前移动,因此切削工具的移动速度并非严格保持不变。速度上的这些变化会导致凹槽之间的间距存在偶然变化。在一个特定应用中,通常的变化为大约正负0.2微米。对于许多应用,反复对准刀头,使其与之前切削的相邻特征保持不变的距离可能是困难的并且是不需要的。因此,用按这种方式切削的切削工具制成的膜将具有一组重复的衍射特征或凹槽,这些衍射特征或凹槽具有与多刀头刀具上的刀头间距相对应的基本上恒定的距离(例如距离240和254),并且该膜在衍射特征或凹槽的组之间存在随机重复的可变距离,该可变距离是由切削工具在Z方向上的速度的微小变化引起的。

[0106] 图13-22、图23A、图23B、图24A和图24B中所示的切削工具可采用(例如)金刚石块实现。刀头上的衍射特征可优选地通过离子铣削制成。在刀头上制备衍射特征的其它技术包括微细电火花加工、磨削、研磨、刻蚀或将划痕或特征赋予到刀头中的其它方法。或者,可以传统方式研磨金刚石,然后再精确地粘合在一起,以制备具有衍射特征的大工具组件。作为压痕衍射特征的替代形式,机加工刀头可具有凸出的衍射特征或具有压痕衍射特征和凸出衍射特征的组合特征。

[0107] 工件54可使用图13-22、图23B和图24B所示的任何示例性刀头进行加工,加工后的工件可用来制备上述膜。可利用(例如)上述系统和方法以连续切削或断续切削方式加工工件,以将衍射特征加工到工件中。然后,可用机加工工件或切削工具制备上述具有对应衍射特征的膜。这些膜可制成具有独特的衍射和折射光学功率。这些在增强膜中的独特的衍射和折射光学形式的示例性目的是为从中央视区移开光线提供更多的选择,比仅仅在刀头上设置一个半径具有更大的灵活性。

[0108] 利用上述离子铣削金刚石通过横向进给或螺纹切削可得到母模。横向进给和螺纹切削在美国专利No.7,140,812和6,707,611中有所描述,这些专利以引用方式并入本文中。在使用由这些刀头加工的母模制成的膜中,不一定在薄膜的每个凹槽上都存在特征。例如,可利用多头螺纹或横向进给切削将用常规金刚石和离子铣削金刚石切削的凹槽交错。离子铣削衍射特征可仅存在于通常对称棱镜角(例如90°)的两个小平面中的一个上。这类刀头允许更细微地光学调谐亮度分布。离子铣削衍射特征方便在光学膜(例如BEF)中产生更平滑的截止特性或亮度分布。离子铣削特征也方便缩短使用多个刀头时的光学膜切削时间。

[0109] 图13为在两个小平面上都具有衍射特征302和304的刀头300的侧视图。在本实例中,所示衍射特征302和304为V形凹槽或切口。衍射特征之间的光栅间距303可为恒定或变

化的,以产生重要的或所关注的不同性质。例如,与恒定的光栅间距相比,通过改变光栅间距,可使对应光学膜中的发散分布更平滑。该间距也可有助于波长相关和改善色彩效应。离子铣削光栅的形状不一定是V形,但通常应避免负的脱模角。光栅凹槽或切口的宽度和深度通常小于一微米,但也可大于一微米。可采用许多形状来制备切口或凹槽。对于可见光应用,光栅凹槽之间的距离303通常在0.5微米至10微米间距范围内,但也可以使用其它范围来达到设计目标。

[0110] 使用此设计制备金刚石切削工具:其中衍射特征302和304相隔5微米(距离303),并且每一个衍射特征都具有在整个凹槽上的1微米宽度。在这种情况下,所示衍射凹槽使光线远离折射区发生受控散射,并在膜样品内约31°处透射量最大。利用测角计进行的光度测量结果显示,该膜的衍射特征平滑地加宽了亮度分布。通过增大光栅间距和减少凹槽或特征的数量,可以调谐亮度分布。或者,通过减小光栅间距和增加凹槽或特征的数量,也可微调亮度分布。

[0111] 离子铣削金刚石形式的实例(下文结合图14-22所述)示出调谐亮度分布的其它实施例。

[0112] 图14为刀头306的侧视图,该刀头在一个小平面上具有衍射特征308,在另一个小平面310上无衍射特征。衍射特征308可以包括V形凹槽或切口并具有恒定或变化的光栅间距。

[0113] 图15为刀头312的侧视图,该刀头具有使用阶梯高度变化313的衍射特征314,各特征之间的阶梯高度变化可以是恒定或变化的。

[0114] 图16为刀头316的侧视图,该刀头具有沿着90°(318)小平面侧317和319的衍射特征320和322。根据设计情况或需要,衍射特征320和322可以靠近顶端或靠近凹部(远离顶端)。另外,衍射特征320和322可沿着90°小平面壁随意分布。

[0115] 图17为具有沿着平坦顶端325的衍射特征324的刀头323的侧视图。在一个实例中,刀头上这类构造的衍射特征采用具有10微米的宽度(325)和11个间隔1微米的V形凹槽(324)的金刚石制成。

[0116] 图18为具有沿着弯曲顶端327的衍射特征328的刀头326的侧视图。

[0117] 图19为刀头330的侧视图,该刀头具有沿着(例如)90°小平面的以阶梯形式形成的衍射特征332,阶梯具有高度333。

[0118] 图20为刀头334的侧视图,该刀头具有沿着刀头上基本平坦部分布置的透镜形状衍射特征336。

[0119] 图21为刀头338的侧视图,该刀头具有沿着弯曲小平面340的衍射特征,弯曲小平面340由沿着小平面的相邻的凹面部分和凸面部分形成。

[0120] 图22为刀头342的侧视图,该刀头具有沿着多个线性小平面344的衍射特征,线性小平面344由沿着小平面的成角度的相邻平坦部分形成。

[0121] 图23A和图23B示出通过离子铣削刀头形成衍射特征的方法。图23A为刀头350在离子铣削前的侧视图。刀头350可采用(例如)金刚石块实现,并具有小平面352和354以及平坦顶端356。图23B为刀头350通过离子铣削在顶端上的相同平面内形成衍射特征后的侧视图。特别地,在平坦顶端356中心点处进行离子铣削产生凹部358,从而形成两个衍射特征360和362,它们的顶点位于基本上相同的平面364内。

[0122] 图24A和图24B示出通过离子铣削刀头形成衍射特征的另一种方法。图24A为刀头370在离子铣削前的侧视图。刀头370可采用(例如)金刚石块实现,并具有小平面372和374以及平坦顶端376。图24B为图24A的刀头通过离子铣削在顶端上的不同平面内形成衍射特征后的侧视图。特别地,在平坦顶端376偏心点处进行离子铣削产生凹部378,从而形成顶点位于平面386内的第一衍射特征380,以及顶点位于不同于平面386的平面384内的第二衍射特征382。图23B和图24B所示衍射特征的制备过程可重复进行,以在刀头上制备若干个衍射特征,图23B和图24B所示的衍射特征并未按比例示出;相反,所示特征旨在说明用于在刀头上制备衍射特征的方法。

[0123] 利用具有上述衍射特征的刀头制备微复制制品(例如膜),可提供许多有利或理想的特征。例如,可将它们用于光管理应用,进行光导向、软化截光角、为光导装置提取光或在现有特征上产生装饰效应,例如在断续切削小透镜上产生彩虹效应。另外,在较大微结构上的衍射特征可以为光的偏转提供额外的自由度。

[0124] 上述刀头可用来制备宏观尺度(1微米以及以上尺寸)和纳米尺度(1微米以下尺寸)的特征,并且这些特征可使用一个或多个刀头以连续或断续切削方式制备。此外,可使用这些刀头沿工具内的X方向、Y方向、Z方向或这些方向的组合进行切削。例如,可用具有多个致动器的刀头切削特征。利用多个致动器对工具进行切削的系统在美国专利申请No.11/274723、No.11/273875、No.11/273981和No.11/273884中有所描述,所有这些专利申请均于2005年11月15日提交,并且均以引用方式并入本文中。或者,可以在不使用致动器的情况下在工具内切削衍射特征,这涉及使用(例如)低频伺服系统通过刀头在工具表面内进行深度基本保持不变或可变的连续切削。

[0125] 用衍射刀头进行非FTS加工

[0126] 作为用FTS致动器加工的一种替代形式,可以用非FTS刀架加工工件,其中刀头以基本上恒定的深度进入工件并沿着工件移动,从而加工出大致呈螺旋图案的特征。在该实施例中,刀头具有一个或多个衍射特征,并且在加工工件的过程中,这些特征中的至少一个与工件接触。如上所述,这种加工可以形成具有衍射特征的宏观尺度特征。然后,可以用加工出的工件制备具有对应特征的膜,例如光学膜。

[0127] 图25A-25C为示例性非FTS刀架400的视图。图25A和图25B为刀架400的透视图。图25C为刀架400的俯视图。如图25A-25C所示,刀架400包括基座402、附接到基座402上的垂直部分404以及附接到垂直部分404与基座402相对的一端的顶部410。顶部410包括小孔416和418,用于通过螺栓或其它紧固件将顶部固定到垂直部分404。块体412位于顶部410上并具有小孔420和422,用于通过螺栓或其它紧固件将块体固定到顶部410。刀柄414用来固定刀头以用于加工工件54,刀柄414通过块体412和顶部410之间的摩擦力牢牢固定在顶部410上。通过移除和重新固定块体412,可以调节刀柄414进入工件54中的X方向的位置,如箭头424所示(参见图25C)。基座402具有小孔(例如小孔406和408),用于通过螺栓或其它紧固件将刀架400附接到轨道32。或者,可以在轨道32和刀架400的基座402之间附接一个或多个其它柱子或结构。在加工期间,刀架400被构造和设置为,使得当刀头进入工件54中时,工件54不会接触基座402。当附接到轨道32时,刀架400可以将刀柄414上的刀头压入工件54中,并且在驱动器和编码器56控制下旋转工件54的同时,可以在计算机12控制下使刀架400在Z方向上沿着轨道32移动,从而使刀头沿着工件54移动。刀架400的部件可以采用(例如)不锈钢

或其它材料实现。

[0128] 图26A-26D为示例性刀柄414的视图。图26A为刀柄414的透视图。图26B为刀柄414的前视图。图26C为刀柄414的仰视图。图26D为刀柄414的侧视图。如图26A-26D所示，刀柄414包括侧430、位于前部434上的锥形和成角度的前表面432、底部表面438以及用于安装刀头并具有倾斜或锥形侧的凸出表面436。刀头可通过使用粘合剂、硬钎焊、焊接或其它方式安装到刀柄414的表面436。固定到刀柄414的刀头优选地包括具有衍射特征(例如图13-22所示的刀头)并采用上述示例性刀头材料的刀头，以用于在工件54内加工衍射特征。刀柄414可以采用(例如)下列材料中的一种或多种：烧结碳化物、氮化硅、碳化硅、钢、钛、金刚石或人造金刚石材料。

[0129] 虽然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而言，许多修改形式都是显而易见的，本专利申请旨在涵盖其任何修改或变化。例如，在不脱离本发明范围的情况下，刀架、刀柄和刀头可以使用各种类型的材料和这些部件中的构型。本发明应当仅受限于其权利要求书及其等同物。

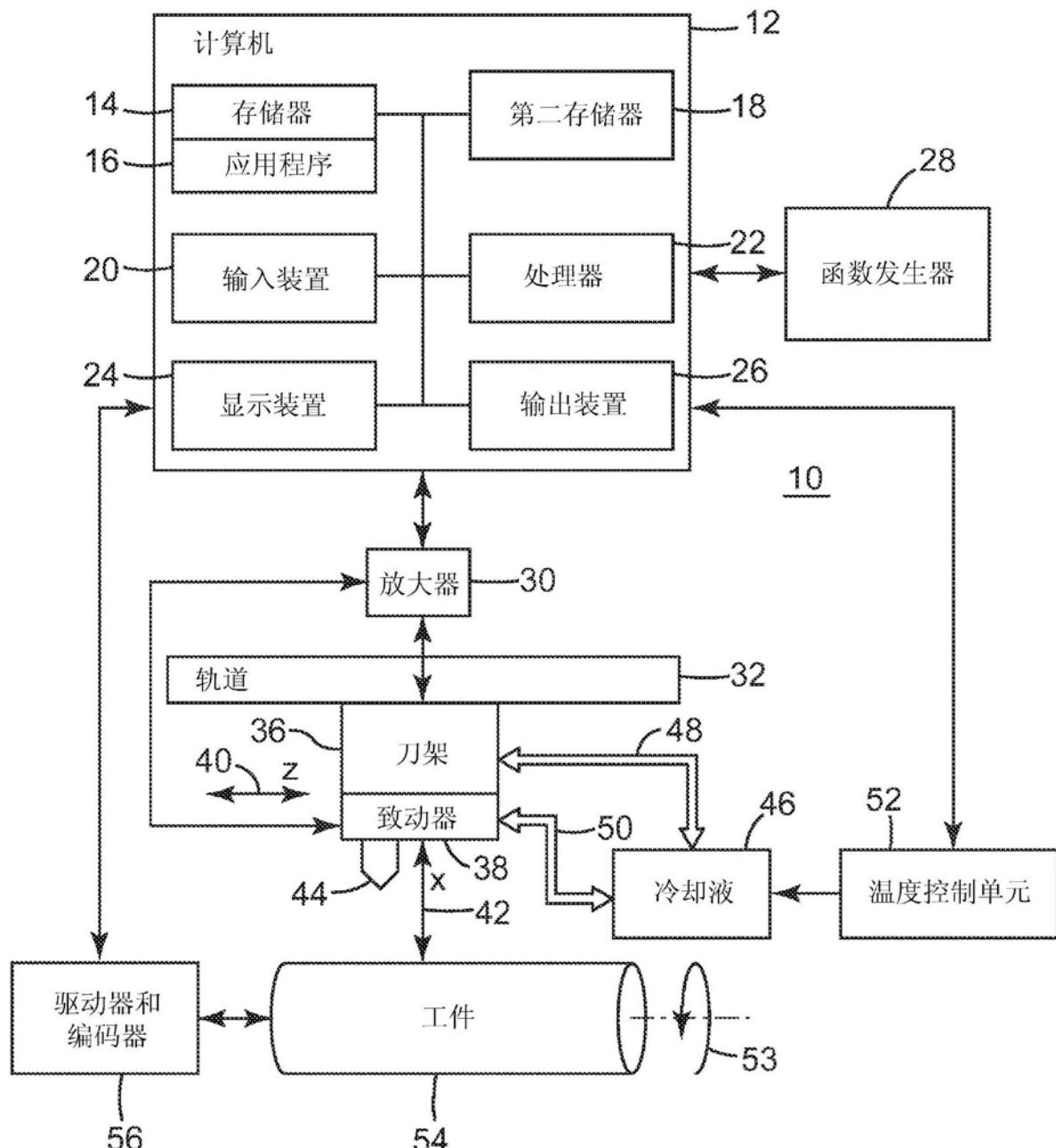


图1

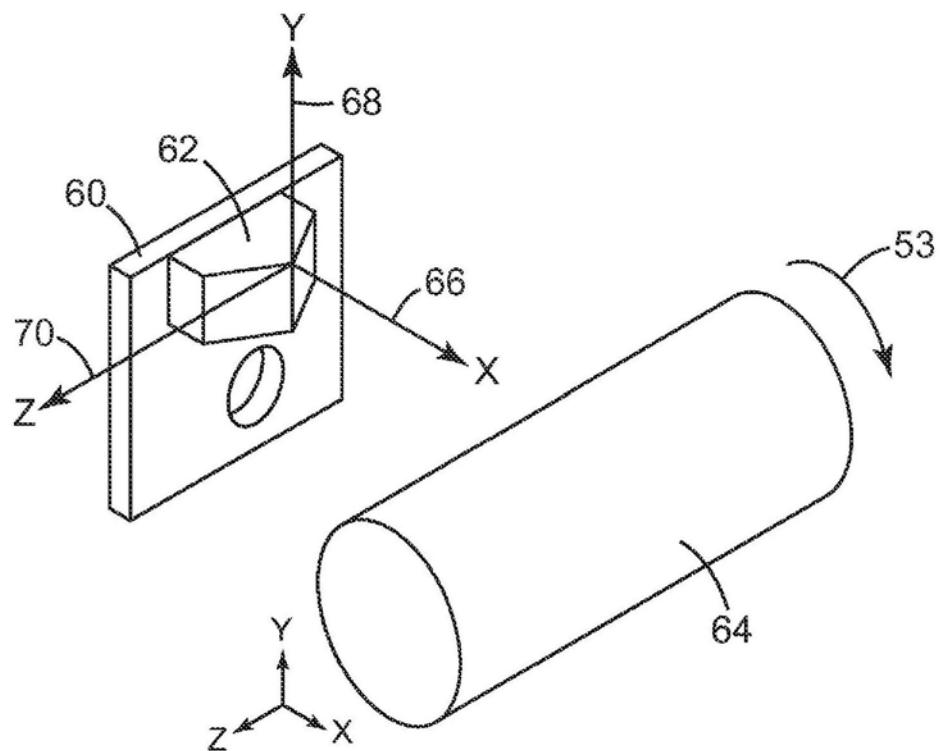


图2

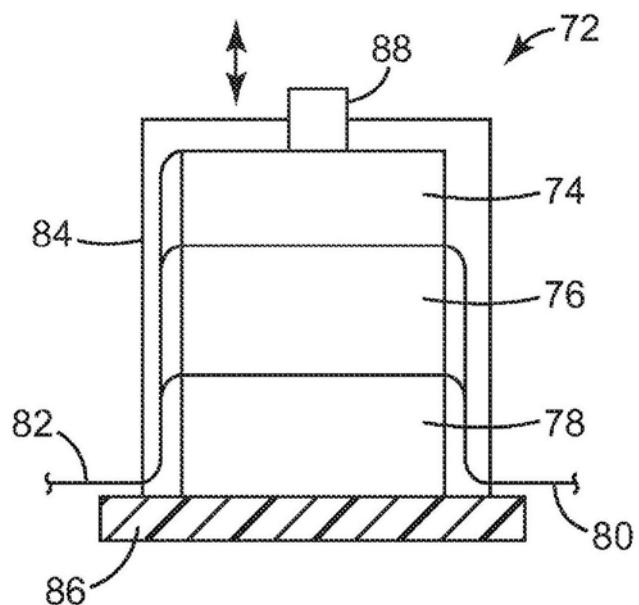


图3

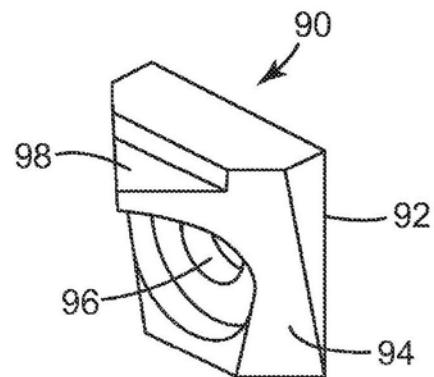


图4A

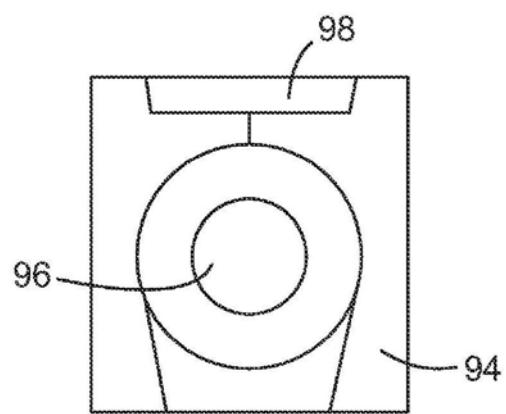


图4B

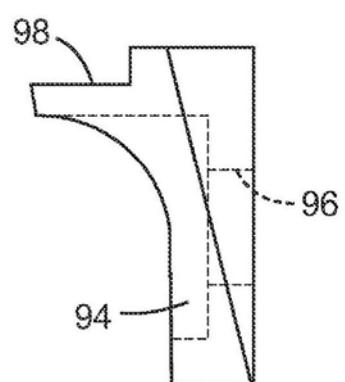


图4C

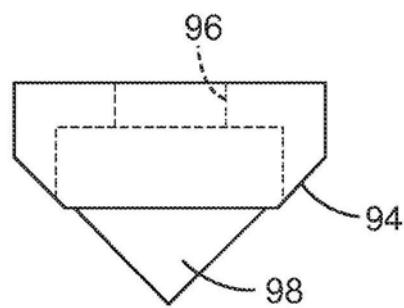


图4D

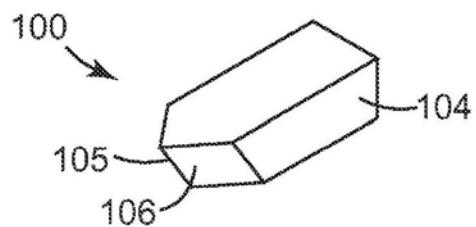


图5A



图5B

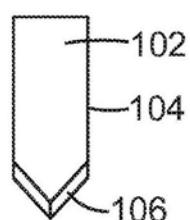


图5C

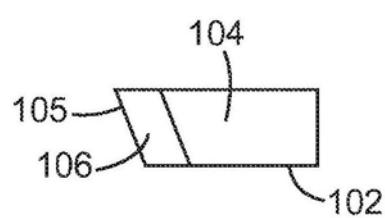


图5D

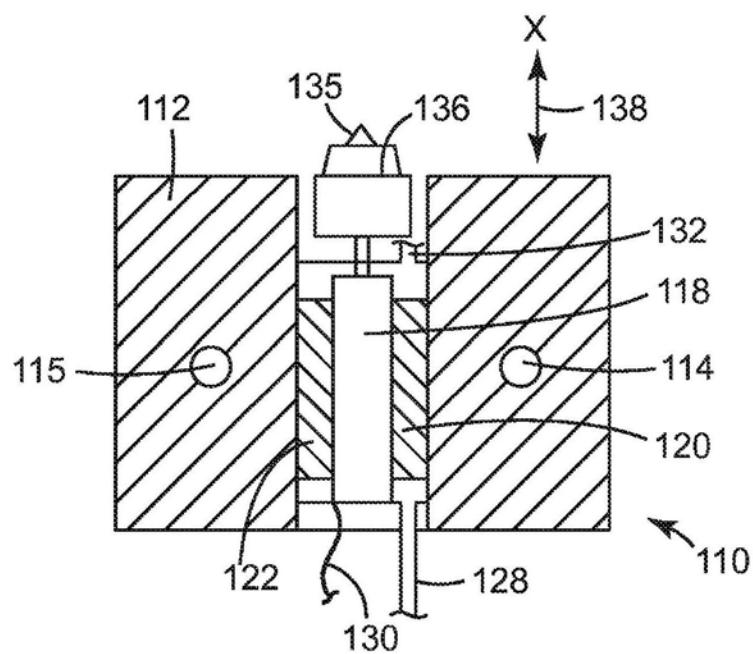


图6A

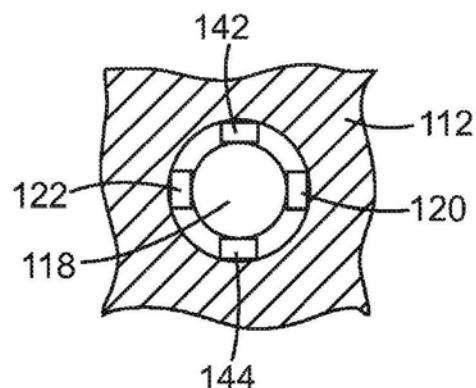


图6B

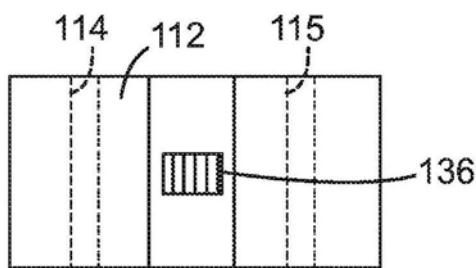


图6C

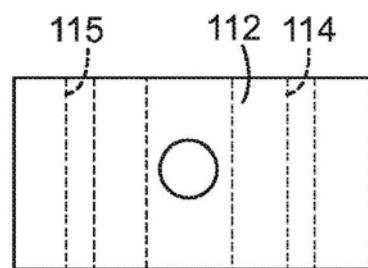


图6D

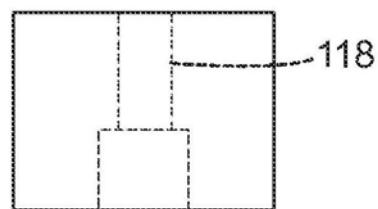


图6E

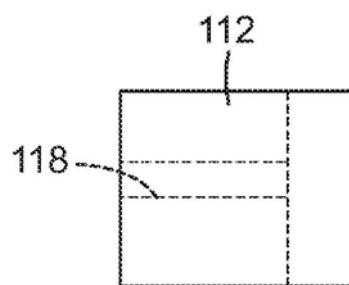


图6F

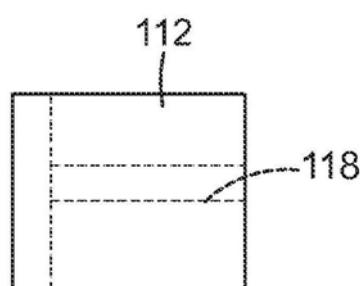


图6G

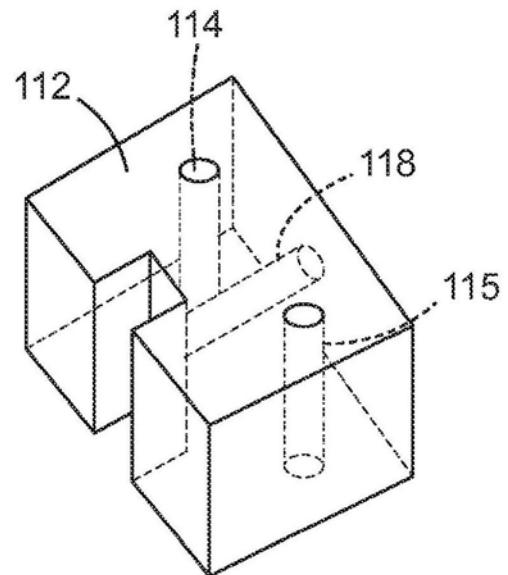


图6H

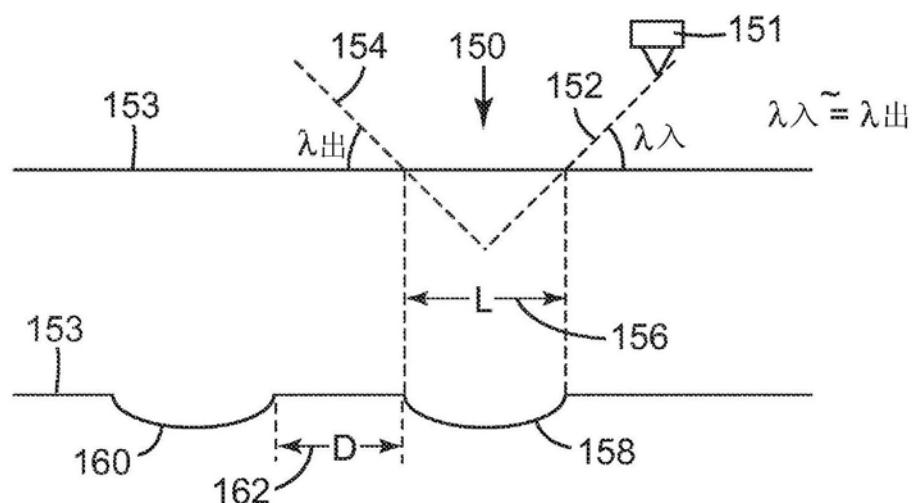


图7A

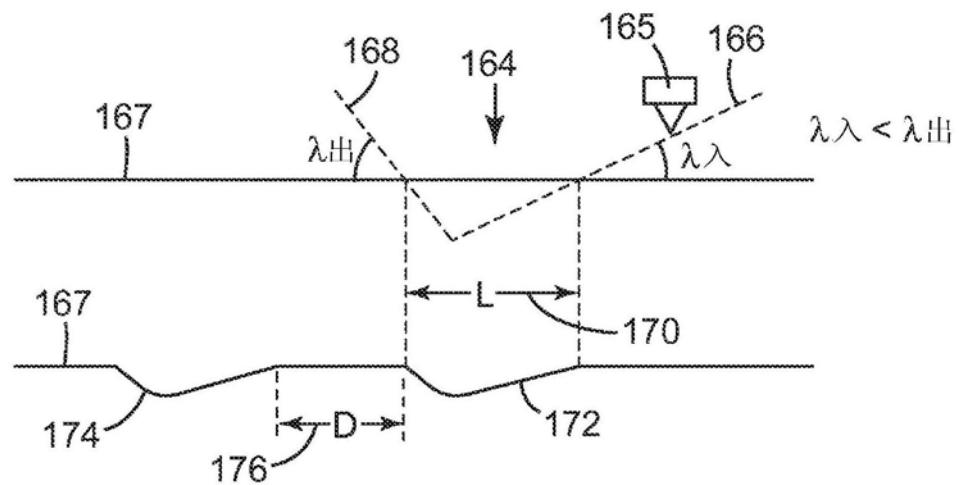


图7B

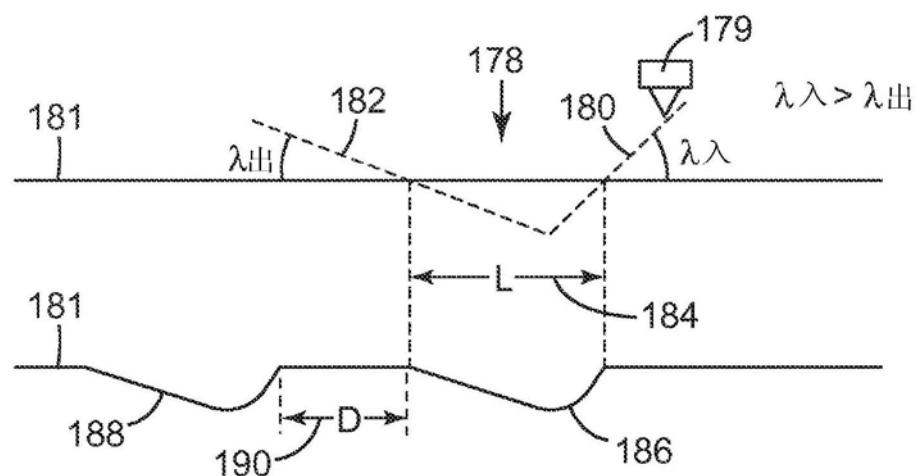


图7C

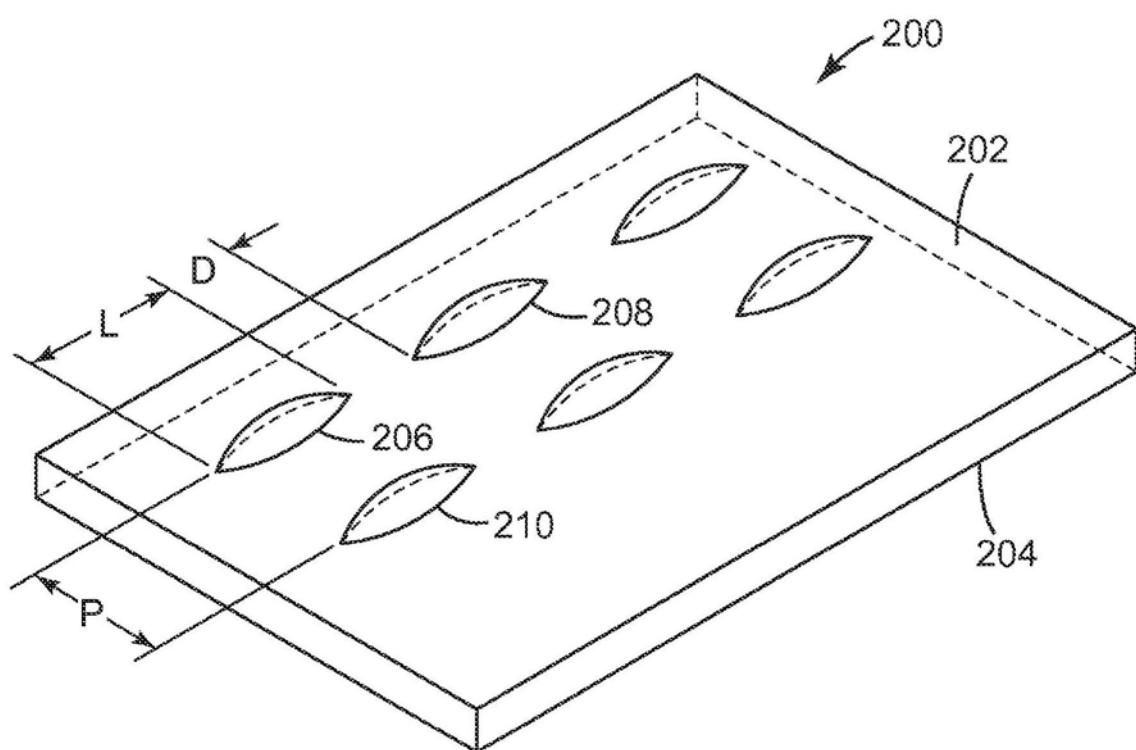


图8

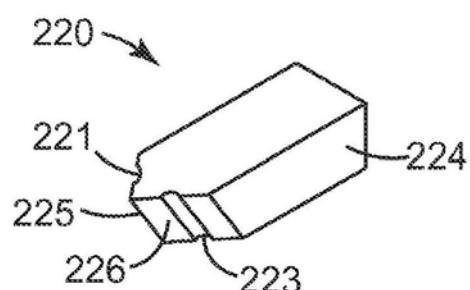


图9A

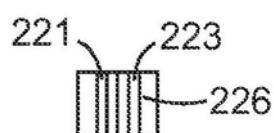


图9B

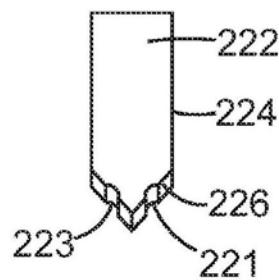


图9C

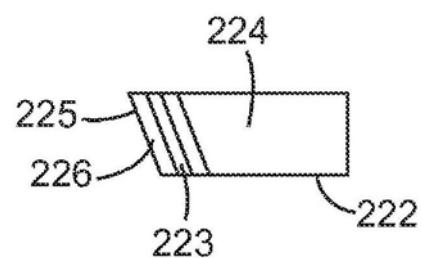


图9D

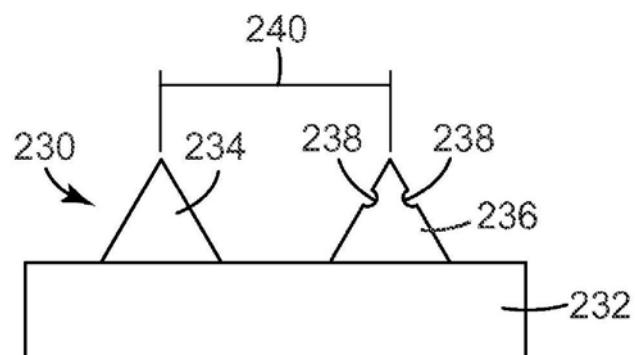


图10A

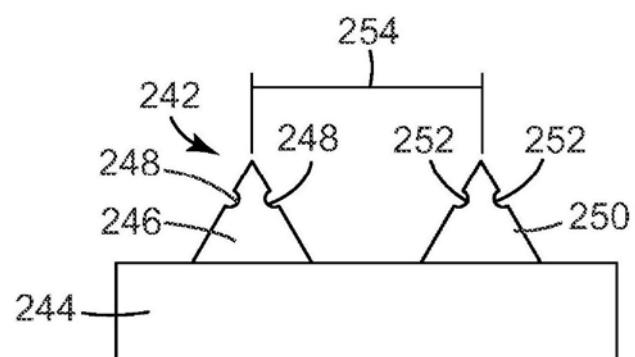


图10B

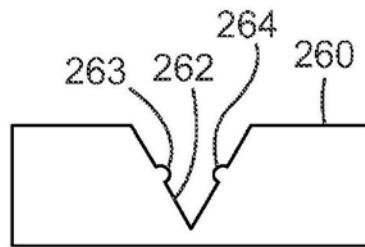


图11A

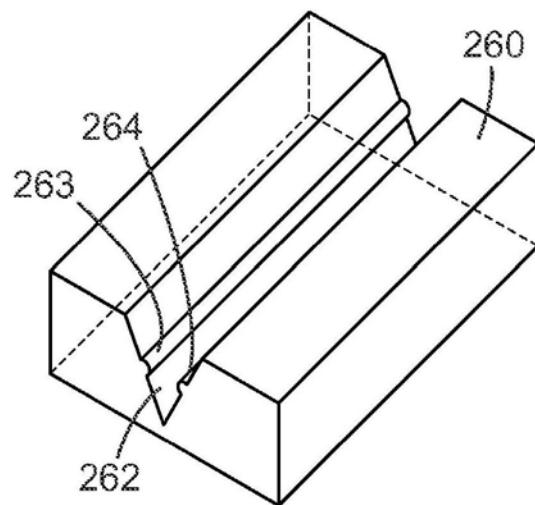


图11B

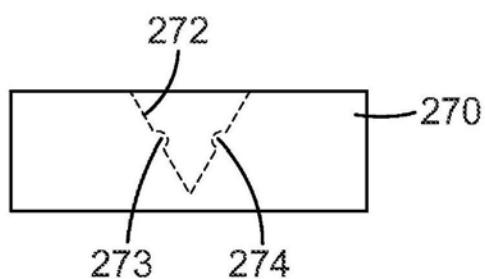


图12A

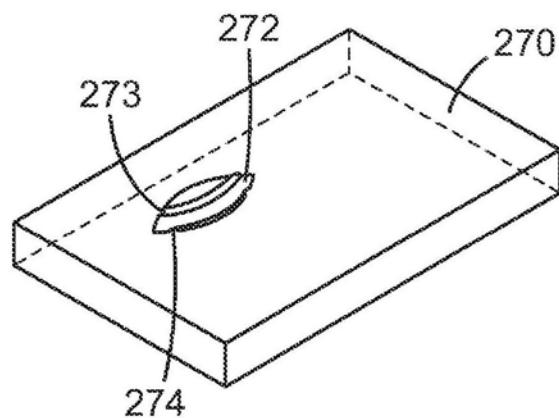


图12B

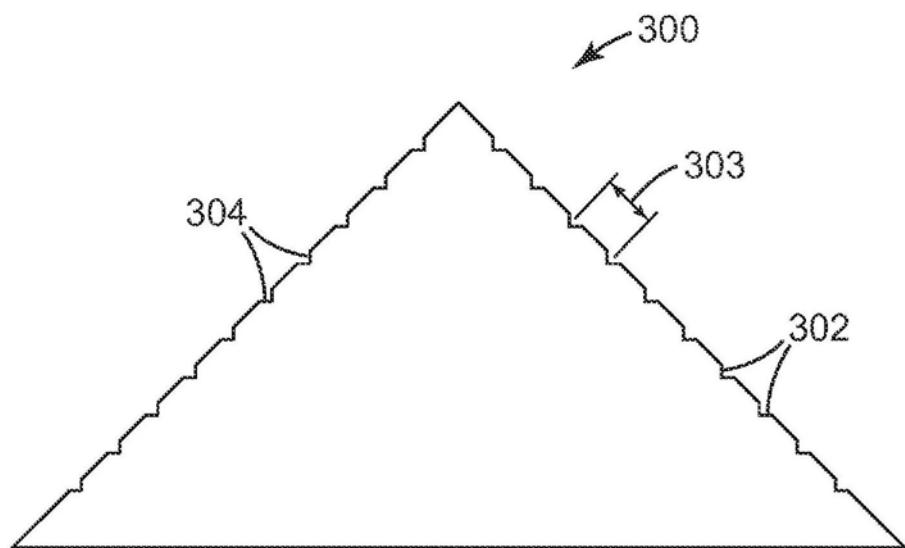


图13

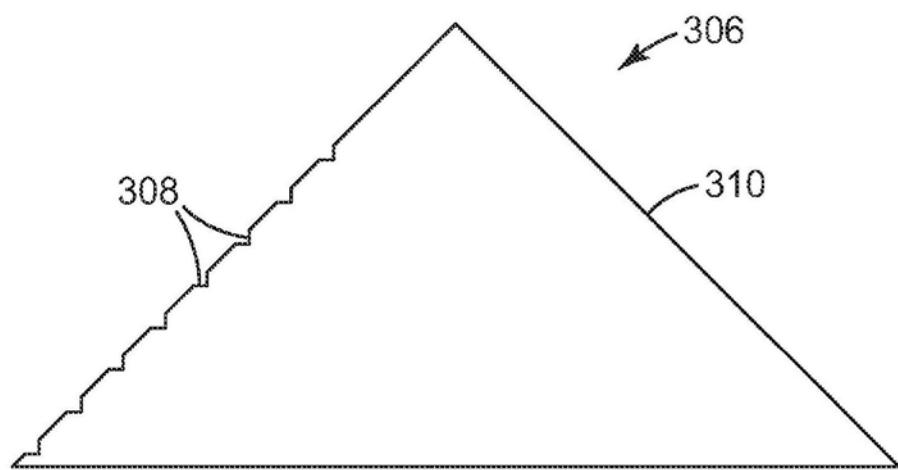


图14

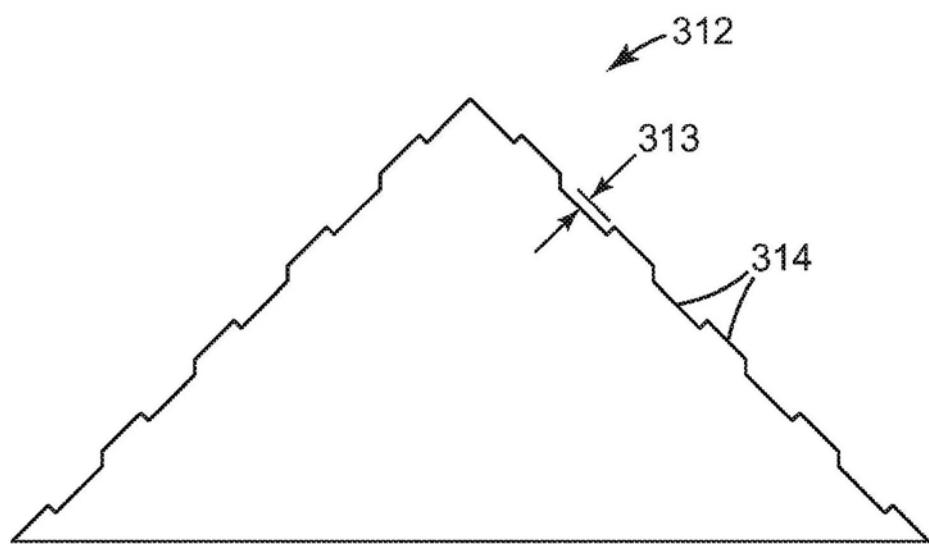


图15

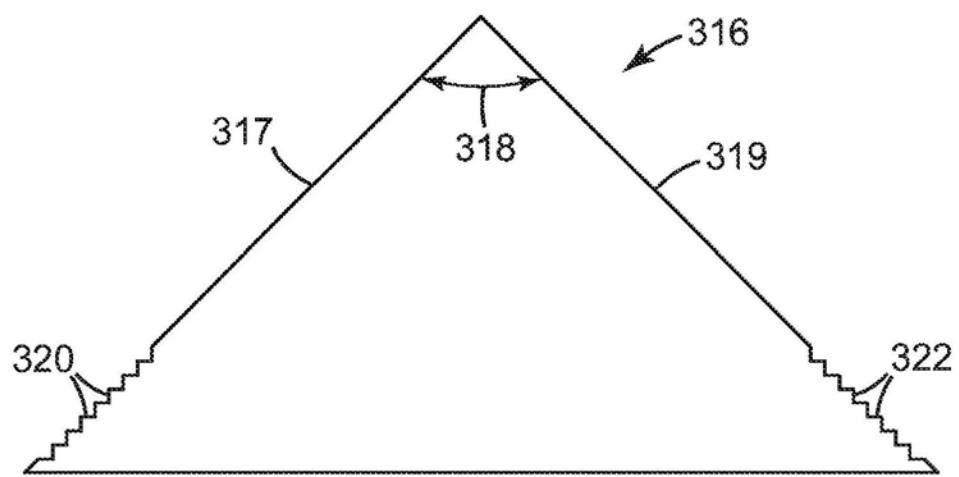


图16

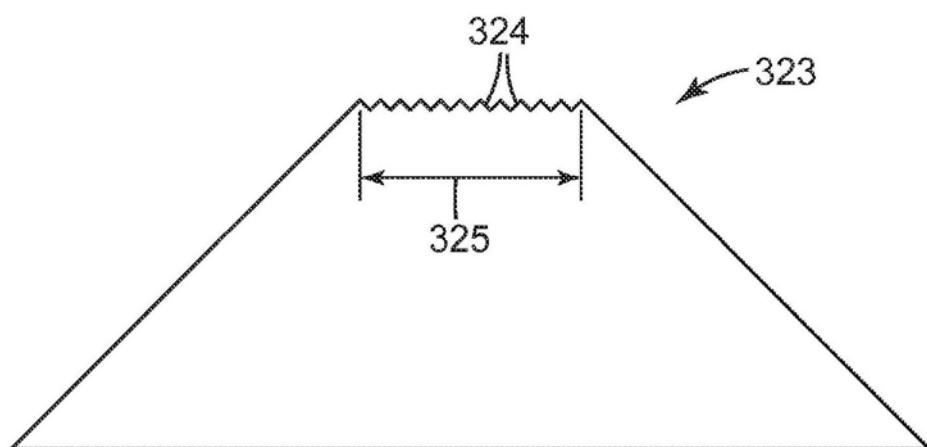


图17

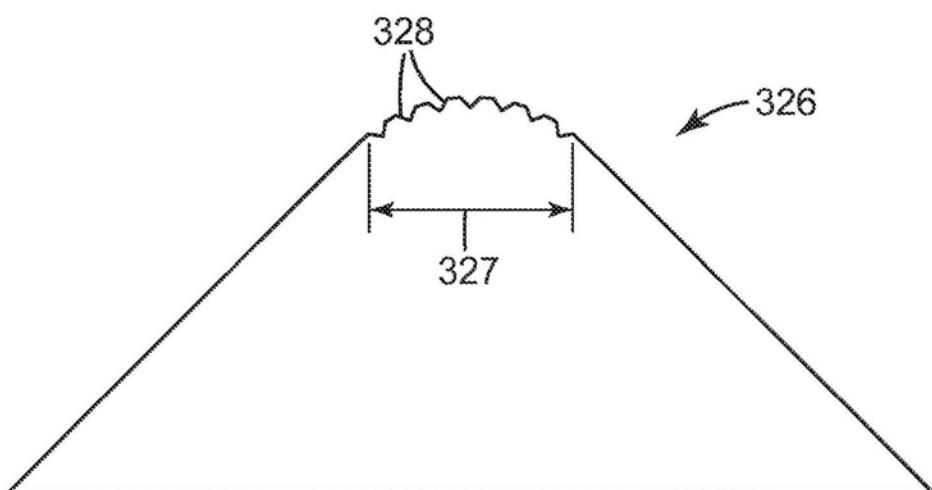


图18

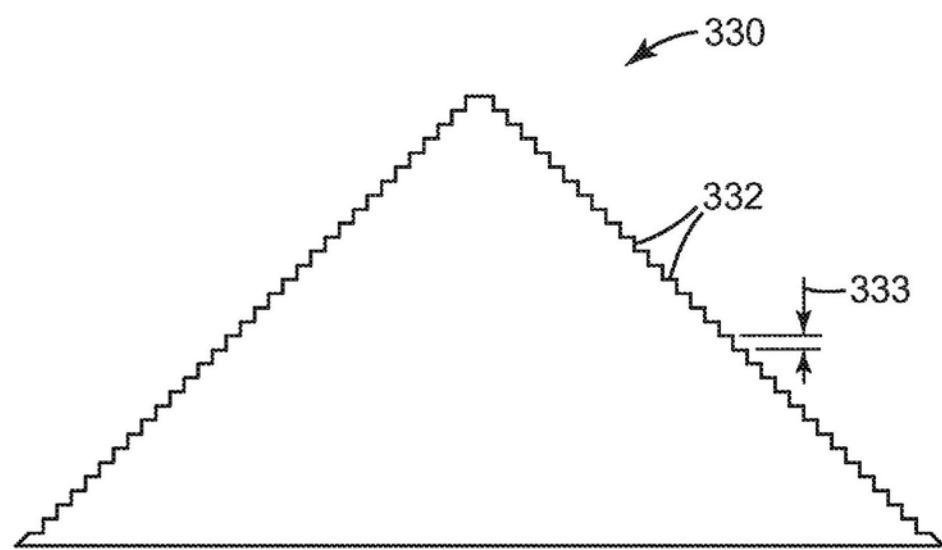


图19

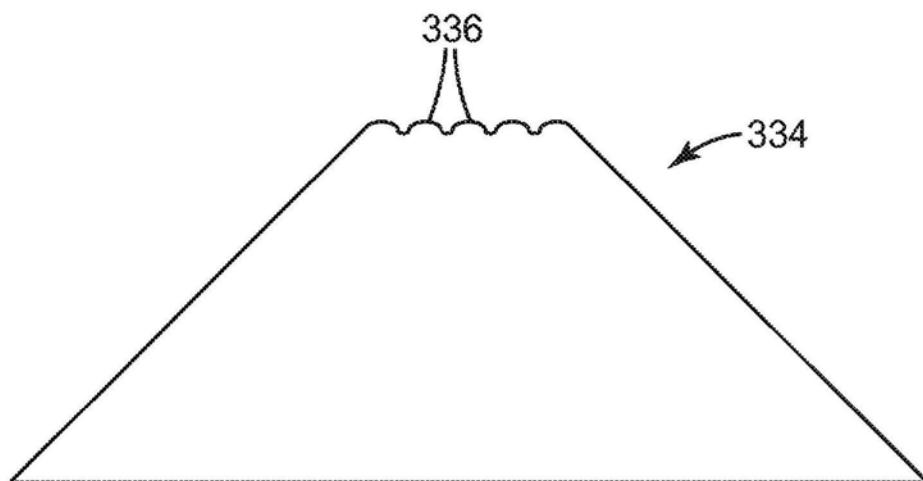


图20

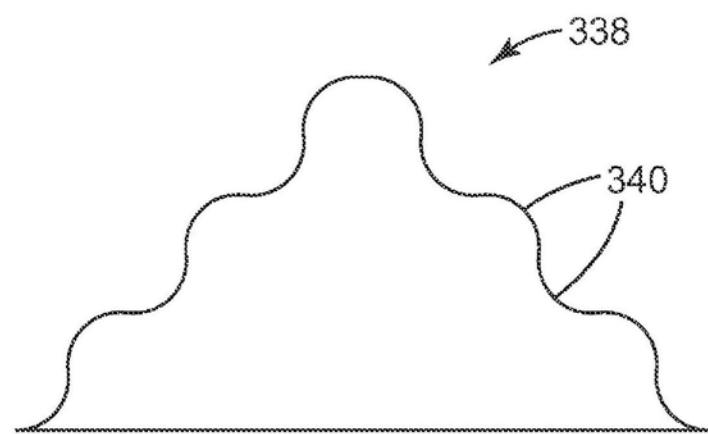


图21

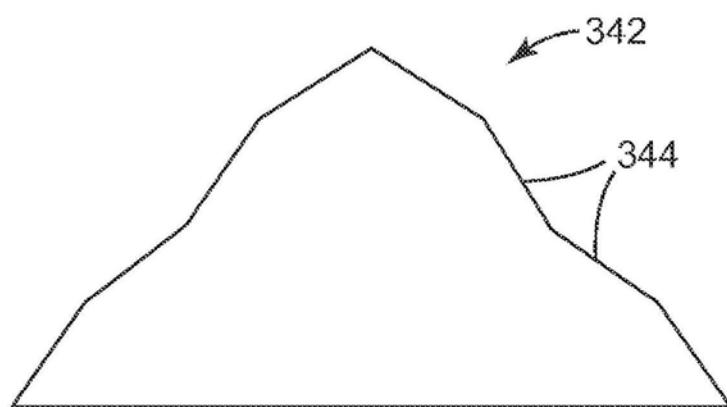


图22

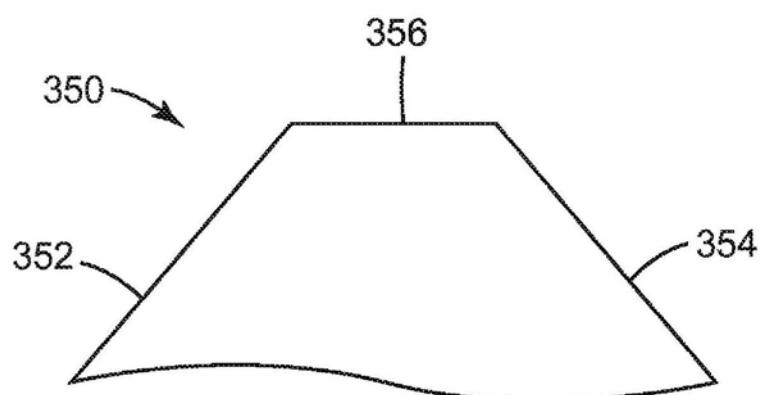


图23A

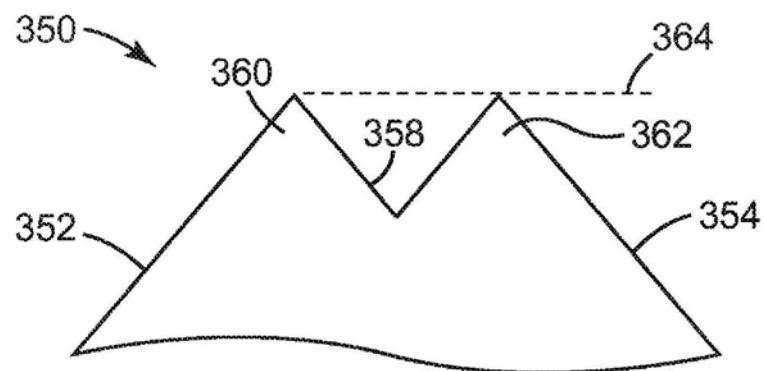


图23B

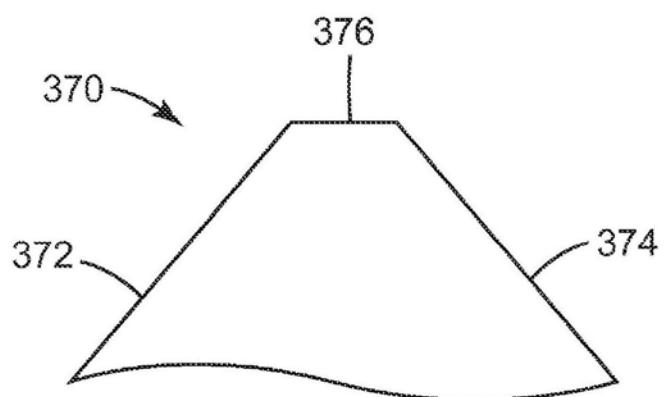


图24A

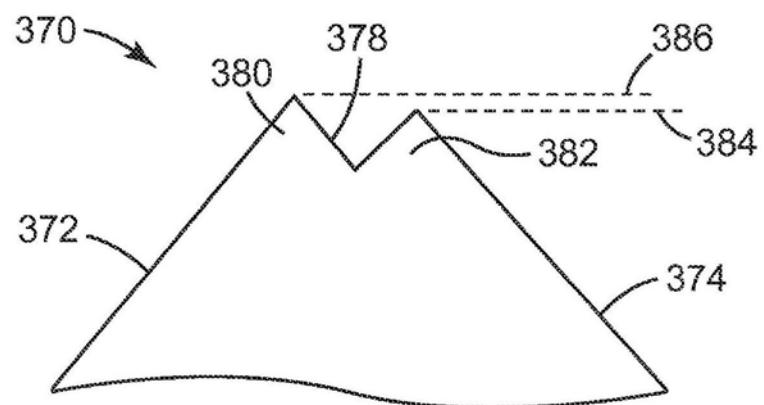


图24B

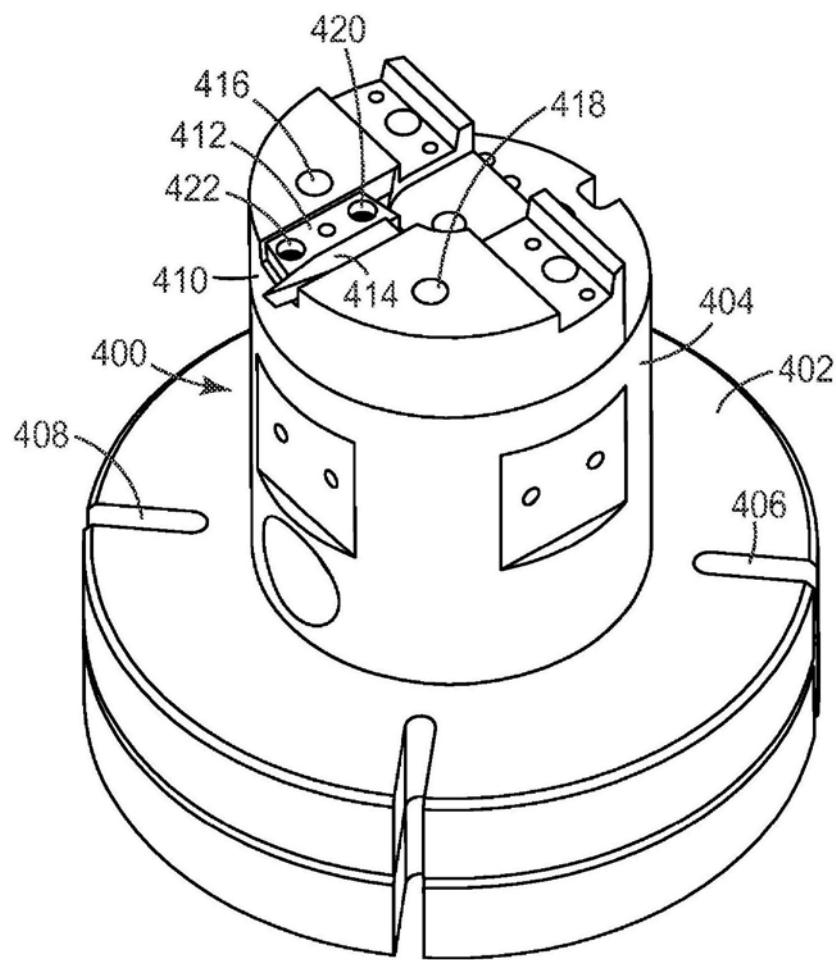


图25A

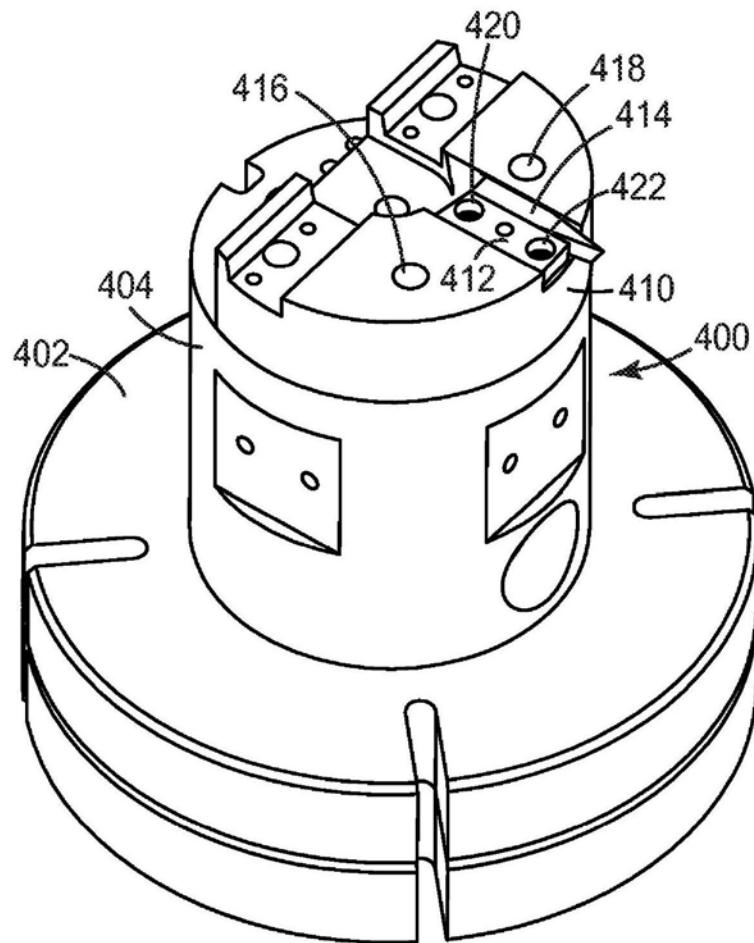


图25B

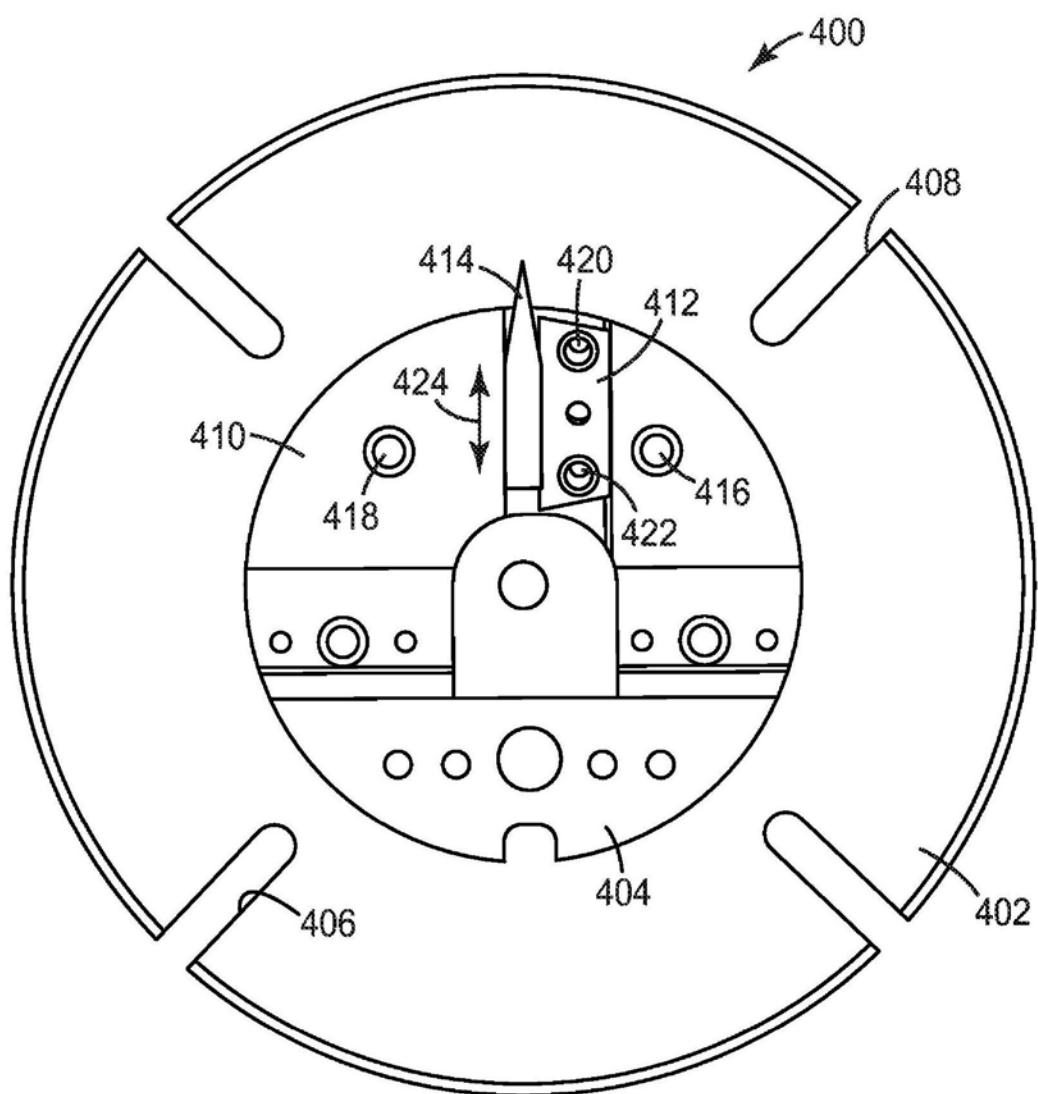


图25C

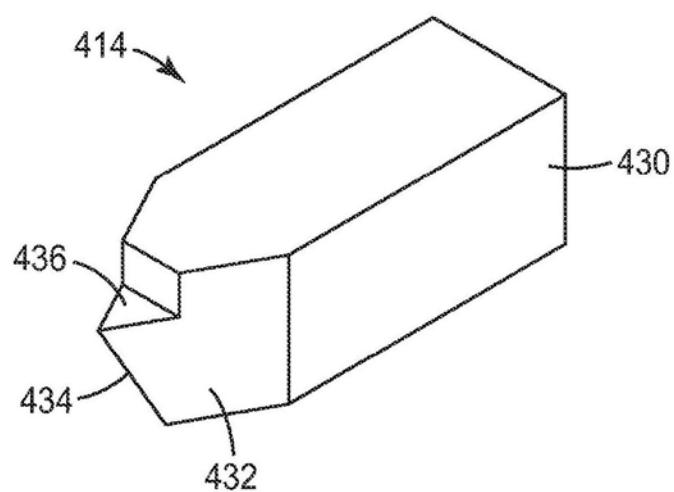


图26A

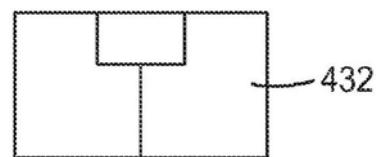


图26B

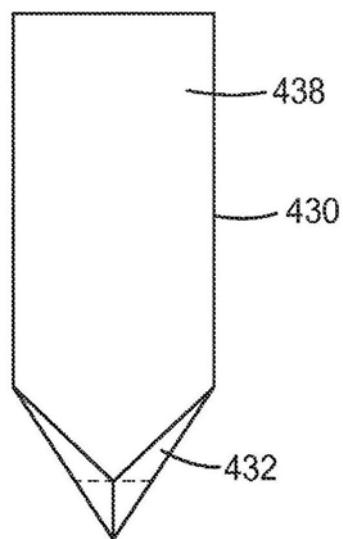


图26C

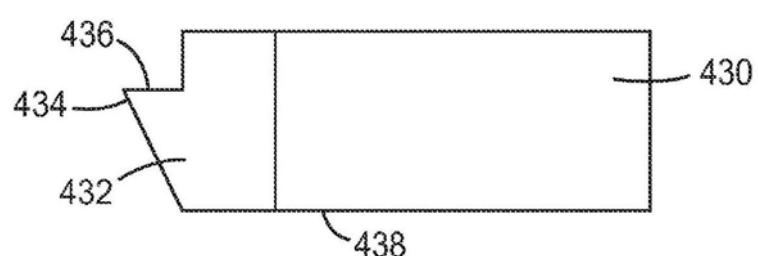


图26D