



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102794509 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201210311554. 4

US 2004/0045419 A1, 2004. 03. 11,

(22) 申请日 2008. 07. 22

US 2004/0045419 A1, 2004. 03. 11,

(30) 优先权数据

审查员 张倩

11/834, 371 2007. 08. 06 US

(62) 分案原申请数据

200880110481. 4 2008. 07. 22

(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 詹姆斯·P·伯克 艾伦·B·坎贝尔

戴尔·L·埃内斯 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.

B23D 79/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 1-177924 A, 1989. 07. 14,

EP 0403842 A2, 1990. 12. 27,

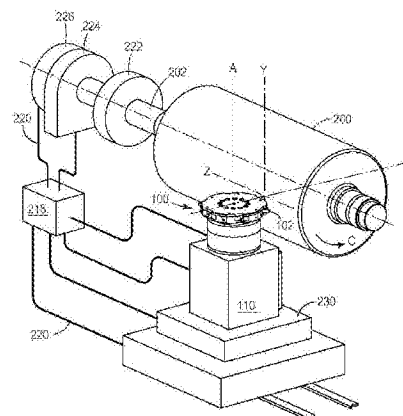
权利要求书1页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

飞切方法以及相关工具与制品

(57) 摘要

本发明公开了一些飞切加工工件的方法, 在这些方法中飞切头或其所联接的切削元件的位置被作为时间函数获知。本发明还公开了一些在如圆柱形辊那样的工件内形成如凹槽或凹槽段等特征结构的方法。这些特征结构可按照一个或多个所公开图案来提供。本发明还提供了以所述方式用工具加工的制品, 诸如呈现某些有益性质的聚合物薄膜或片材。



1. 一种在圆柱形工件上形成多个相邻的纵向延伸的特征结构的方法, 包括以下步骤:

(a) 在所述工件的第一圈旋转中, 从所述工件的第一端部附近开始形成各特征结构的起始部分; 以及

(b) 在所述工件的接连旋转过程中, 形成各特征结构的后续部分, 各特征结构的所述后续部分与所述起始部分基本上对齐, 这些后续部分形成为逐步接近工件的第二端部,

其特征在于, 在所述工件旋转一圈的过程中, 围绕所述工件的周边形成多个特征结构段, 所述特征结构段具有始端与终端, 后续形成的所述特征结构段相对于此前形成的所述特征结构段按螺旋角错开,

选择所述螺旋角, 使得在所述工件转过一整圈后, 在所述工件接下来的一圈旋转中要形成的第一个特征结构段相对于在所述工件的所述一整圈旋转中已形成的第一个特征结构段沿纵向送进预定的距离。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中在步骤 (a) 中, 从所述工件的第一端部附近开始, 相对于所述工件的中心旋转轴线以一定角度形成各特征结构的所述起始部分。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中所述特征结构是凹槽。

4. 一种利用权利要求 1 所述的方法制成的圆柱形工具, 其具有从第一端部向第二端部延伸的特征结构, 其中最接近于所述第一端部的特征结构的多个部分全都比接近于所述第二端部的特征结构的对应部分相对地更锐利。

5. 根据权利要求 4 所述的圆柱形工具, 其中所述特征结构是凹槽。

6. 根据权利要求 5 所述的圆柱形工具, 其中所述工具的特征在于, 不存在锐利凹槽沿其与钝凹槽相邻的虚缝。

7. 根据权利要求 5 所述的圆柱形工具, 其中所述凹槽包括多个凹槽段, 所述凹槽段具有始端与终端, 且所述凹槽段按照整数砖块图案布置, 其中所述整数大于一。

8. 根据权利要求 5 所述的圆柱形工具, 其中所述凹槽包括多个凹槽段, 所述凹槽段相对于彼此各自形成在多个位置上, 且沿着与所述凹槽段关联的任一螺旋角平行的线测量的、接连的邻接凹槽的凹槽深度分布为多模式。

飞切方法以及相关工具与制品

[0001] 本申请是申请日为“2008年7月22日”、申请号为“200880110481.4”、发明名称为“飞切系统与方法以及相关工具与制品”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及加工系统与方法,特别涉及飞切系统与方法以及相关工具与制品。

背景技术

[0003] 一种将凹槽或其他特征结构加工到工件中的方法是用旋转飞切头使切削元件触及工件。飞切头与工件可彼此相对运动,例如这使切削元件能够将长凹槽切入工件。如果该工件是圆柱形辊,则飞切头可沿着辊的外表面的长度向下切出凹槽,可按等于间隔即凹槽间的节距的距离对辊进行分度,然后可沿着辊的长度向下切出与第一凹槽相邻的另一凹槽。如此,整个辊上可加工出纵向凹槽而形成微复制工具,该工具例如又可用来形成用于显示的那种聚合物片材,或用作逆反射片材。

[0004] 本发明涉及对一些飞切系统和工件加工方法的改进。

发明内容

[0005] 本发明包括许多形态和实施例,其中包括工件加工中使用的方法,该方法包括以下步骤:(a) 提供飞切头,其适于承载用于加工工件的切削元件并绕中心轴线旋转;以及(b) 作为时间函数确定飞切头相对于中心轴线的位置。该方法也可包括以下步骤:发送位置信号,其包含与作为时间函数的飞切头位置有关的信息;提供控制器,用来接收包含与作为时间函数的飞切头位置有关的信息的位置信号;用从所发送的位置信号获得的信息产生指令信号;以及将该指令信号发送到驱动飞切头的马达或控制主轴的马达,使前者 and 后者之一方或双方的速度改变。

[0006] 在另一形态中,本发明的方法包括以下步骤:(a) 提供飞切头,其适于承载切削元件并绕中心轴线旋转;(b) 提供主轴,其适于装载工件并绕中心轴线旋转;(c) 作为时间函数确定飞切头相对于飞切头中心轴线的位置;以及(d) 作为时间函数确定主轴相对于主轴中心轴线的位置。

[0007] 在本发明的方法的另一实施例中,该方法包括以下步骤:(a) 提供附带切削元件的飞切头;(b) 提供圆柱形工件;(c) 在工件围绕中心旋转轴线旋转时,用飞切头在工件表面内形成初始特征结构,该初始特征结构具有短于工件的长度的大致平行于旋转轴线延伸的主轴线;(d) 围绕一中心旋转轴线旋转工件;以及(e) 用飞切头在工件表面内形成后续特征结构,该后续特征结构具有大致平行于旋转轴线延伸的主轴线,其中该后续特征结构位于以初始特征结构为基准的预定位置。后续特征结构可对准或紧接于初始特征结构,使得这两个特征结构近似于单个的连续特征结构。

[0008] 在本发明方法的又一实施例中,该方法包括以下步骤:(a) 形成各特征结构或凹槽的起始部分,从工件的第一端部附近开始;以及(b) 在工件的接连旋转过程中形成各特

征结构或凹槽的后续部分,各特征结构或凹槽的后续部分与起始部分基本上对准,这些后续部分形成逐步接近工件的第二端部。这个方法会导致,与那些在靠接工件的第二端部处形成的后续部分的特征结构或凹槽相比,工件的第一端部附近的起始部分的特征结构或凹槽形成得更锐利。

[0009] 用一个或多个上述方法制作的工具,诸如微复制工具,也是本发明的一部分。用这样的工具制造的如聚合物制品那样的制品也属于本发明的范围,那些组装在显示器(诸如电视机或计算机显示器)中的聚合物制品同样如此。

[0010] 可根据本发明提供其他的工具,包括如下的圆柱形工具:一种包含各自围绕该工具的周边而形成多个凹槽段的圆柱形工具,在该工具中一些凹槽段与另一些凹槽段对齐,从而形成大体均匀的纵向延伸凹槽;一种具有从第一端部向第二端部延伸的纵向延伸特征结构或凹槽的圆柱形工具,其中,与接近于第二端部的特征结构或凹槽的相应部分相比,那些最接近于第一端部的特征结构或凹槽的多个部分全都更锐利;或是一种具有从第一端部向第二端部延伸的纵向延伸凹槽的圆柱形工具,其中,该工具的特征在于不存在锐利凹槽沿其与不太锐利凹槽或钝凹槽相邻的虚缝。在某些附加实施例中,该工具可为其中形成有凹槽段的圆柱形工具,其中这些凹槽段具有始端与终端,且这些凹槽段按照整数的砖块图案进行布置,其中该整数大于一。

[0011] 根据本发明提供的另一种工具是其中形成有凹槽段的圆柱形工具,其中这些凹槽段具有始端与终端,并且接连的凹槽段相对于先前的凹槽段按螺旋角错开;还有一种包含多个凹槽段的圆柱形工具,其中凹槽段相对于彼此各自形成在多个位置上,且沿着平行于与这些凹槽段关联的任何螺旋角的线测量的、接连的邻接凹槽凹槽的深度分布为多模式。

[0012] 本发明包括用上述工具制造的如聚合物制品那样的制品,以及那些组装在显示器(诸如电视或计算机显示器)中的聚合物制品。

附图说明

[0013] 以下将参照附图描述本发明的各种形态,其中:

[0014] 图 1 是根据本发明的飞切头的分解视图;

[0015] 图 2 是根据本发明的飞切系统的正面透视图;

[0016] 图 3 是其外表面形成有凹槽段或特征结构的工件或辊之一例;

[0017] 图 3a、5a、5b 和 7 是根据本发明确定的凹槽深度分布的图形表示;

[0018] 图 4 是飞切头和工件或辊的正面透视图,其中飞刀头相对于辊倾斜;

[0019] 图 6 至 8 是在工件表面内形成的特征结构或凹槽段的示例性图案的平面图;

[0020] 图 9 和图 10 是在根据本发明制造的工件内形成的制品的正面透视图;

[0021] 图 11 是附带锋利切削元件的理想化的飞切头之一部分的剖视图,所示切削元件正在工件中切出凹槽或凹槽段;

[0022] 图 12 是附带不太锋利或钝的切削元件的理想化的飞切头之一部分的剖视图,所示切削元件正在工件中切出凹槽或凹槽段;

[0023] 图 13 是根据现有技术的刀具切削面之一部分的局部剖切透视图,其中呈现出虚缝;以及

[0024] 图 14 是根据本发明的刀具切削面之一部分的局部剖切透视图。

具体实施方式

[0025] 在传统的飞切操作中,飞切头相对于工件而设置,马达被开动而使该飞刀头和与其联接的一个或多个切削元件旋转,飞切头相对于工件移动而在工件中切出凹槽或其他特征结构。飞切作为一种铣削,一般是不连续的切削操作,就是说各切削元件在一段时间中与工件接触,在一段时间中不与工件接触,在此期间,飞切头转动该切削元件而通过一周的剩余部分,直到再次与工件接触。虽然飞切操作一般是不连续的,但所得到的由飞切头在工件内形成的凹槽段或其他表面特征结构则可按需要而为连续的(例如,由一些独立但连续的切口形成)或不连续的(由一些不连续的切口形成)。本发明在上下文中差不多总是被描述为用切削元件进行飞切而从工件上切除材料,但本发明在其范围内也可包括用装有锤击元件而不是切削元件的改型飞切头以锤击或以其他方式使表面变形的实施方式。

[0026] 如上文指出,用传统的飞切在切入工件而形成的一个或多个特征结构可以是凹槽,由在飞切头旋转时被切削元件切出的顺续的凹槽段构成,该凹槽沿着工件的长度延伸。在此方法中,知道单个切削元件相对于飞切头旋转轴线位于何处并不重要,因为该切削元件只是连续地从工件切削材料,直至它离开工件或马达停止。另一例类似的方法在飞切头被用来将螺旋凹槽切入圆柱形工件表面时采用,是一种将螺纹或螺丝扣切入工件的工艺。在此情况下,任何单个切削元件相对于飞切头的旋转轴线的位置也并不重要,因为这些切削元件一旦相对于工件而设置,就只是连续对工件进行切削,直至它们停止。换言之,如果切削元件第一次与工件接触的点被说成位于 0 度(相对于飞刀头的旋转轴线),知道切削元件绕着旋转轴线在任一时间点旋转到 5 度、165 度还是 275 度并不重要。

[0027] 本发明的一个特点是飞切头的位置作为时间函数来确定。这个信息对于在工件上,在相对于工件或其他特征或这二者的指定位置上,形成诸如凹槽段等特征结构的飞切操作是有用的。这种位置确定可以是绝对的,即已知相对于某个起始基准点的飞切头旋转位置;或是相对的,即已知相对于某个先前位置的飞切头的旋转位置。例如,使用以上作出的简单的角度位置描述,本发明可使使用者或系统确定在第一时间点(t_1)切削元件位于第一角度位置(a_1),在第二时间点(t_2)切削元件位于第二角度位置(a_2),如此等等。如果角度位置被规定为例如切削元件第一次接触工件的位置(位置 a_1)和切削元件已将凹槽或其他特征结构的某个已知部分切入工件的位置(位置 a_2),则装有用以在位置 a_1 和位置 a_2 之间改变切削元件的位置或定向或这二者的致动器的飞切头就可被启动而执行之。简言之,作为时间函数获知切削元件的位置可让操作者在任一时间点上规定该切削元件的位置,这使系统能够在工件内形成预定的图案、结构、凹槽、切口、设计或一般而言的特征结构。这被认为是传统的飞切系统或方法中所不具备的优点。

[0028] 以下将首先参照飞切头对本发明进行描述,然后涉及包含飞切头的飞切系统。最后,将描述本发明的各种操作特征以及它们的结果,尤其是关于成形刀具或用这样的刀具制造的制品。

[0029] 在本发明的飞切系统与方法中,其中一个实施例如图 1 所示,飞切头 100 包括切削元件 102 被夹持或附装在刀柄或刀夹 104 上,而刀柄或刀夹本身又可通过刀座 106 固定到飞切头 100 上。该切削元件可以是例如装载于刀夹 104 的金刚石。或者,切削元件(诸如金刚石)也可直接焊接在飞切头或飞切盘上,用来在工件内形成特征结构。

[0030] 飞切头包括(例如)通常固定在基座或台架上的箱体 110,固定于箱体的马达,诸如包括定子(未示出)的直流马达,以及由空气轴承 114 支承的旋转主轴 112,该空气轴承可包括气口 108。飞切头也可包括滑环或其他用以在飞切头的静止部分和转动部分之间传送信号或电力或这二者的组件。飞切头还包括编码器,诸如用以测量旋转主轴相对于箱体 110 的位置(或位置改变)的旋转编码器。该编码器有一个部件通常静止,位于相对于箱体(且通常容纳其中)或定子或这二者的固定位置。编码器的第二个部件一般固定在飞切头的旋转部分诸如主轴 112 上,并且它被调整为可与编码器的静止部件相互作用,产生指示这两个部件之间的相对移动的信号。例如,编码器的旋转部件可具有一系列的线或其他标记,并且编码器的静止部件可光学地检测这些线的存在或不存,在以确定两个部件之间的相对运动量。编码器(通常为静止部件)然后发送包含关于飞切头位置的信息的至少一个位置信号,该信号可由控制器接收并用来产生指令信号。例如,该指令信号可被发送到与飞切头或台架联接的马达。例如,指令信号可改变飞切头的速度,或其相对于工件的位置。

[0031] 虽然本说明书中提及的是装于飞切头的单个切削元件,但是飞切头可装多个切削元件,且这些切削元件可以相同或彼此不同。该切削元件可为单晶或多晶金刚石、碳化物、钢、立方氮化硼(CBN)或任何其他合适的材料。合适的金刚石切削刀片可购自 K&Y Diamond Company (Quebec, Canada)。切削元件诸如金刚石的几何形状和切削元件的刀柄或刀夹可以专门设计,以形成要求工件具备的表面特征或效果。切削元件一般可替换,可包括一种以上的刀片或其他形状,例如在美国专利公布 No. 2003/0223830 (Bryan 等人)中记载的那样,该专利公布之内容并入本文中。金刚石切削元件可在亚微米尺寸上研磨加工(包括例如通过离子减薄),以产生将会形成几乎任何所要求构型特征的切削元件。飞切头的其他特性可随意选择。例如,较大直径的飞切头可用来形成凹槽,由于切削半径较大,这些凹槽的底部自然会比用小直径飞切头切出的凹槽平坦。

[0032] 图 2 示出一种根据本发明的飞切系统。为便于描述,可对于飞切头 100 和工件 200 指定坐标系。该坐标系是任意指定的,用以更容易地在所提供的附图语境中理解本发明,而不是对本发明的范围加以限制。如图所示,该坐标系以切削元件的端部为坐标原点,并包含相互正交的 X、Y、Z 轴。X 轴垂直于辊 200,并且在图示的实施例中通过辊 200 的纵轴线。如图 2 所示,Y 轴垂直延伸,并且在图示的实施例中平行于或重合于辊的外表面的切线。Z 轴水平延伸并平行于辊的中心轴线。在图示的实施例中,工件还具有旋转轴 C,工件可相对于该轴在任一方向旋转。飞切头 100 具有旋转轴线 A,图 2 中该轴平行于 Y 轴。虽然图示的工件是圆柱形辊,但是在本说明中工件与辊的名称被可交换地使用,在本说明书中工件的特定形状并不重要,与本发明有关的工件可以具有其他形状和尺寸。如果工件为平面状(诸如板状或盘状)而不是圆柱形,那么可以相应地调整前文中各轴线的名称,以便于在该语境下理解本发明。

[0033] 在此实施例中,圆柱形工件 200 固定地支承在主轴 202 上,并且编码器 226 被定位并调整为可检测主轴相对于某个固定或起始点的位置或位置改变。该工件可以是金属(诸如不锈钢)制的辊 200,其外层用容易切削的材料制成,诸如黄铜、铝、镍磷合金、硬铜或聚合物。为简明起见,在此说明书中工件将经常被称为“辊”,但是该工件可根据系统而适当地调整为平面状、凸面状、凹面状,或者复合形状或其他形状。因此,在本说明书中“辊”一词拟用来例示一些具有任何合适形状的工件。如图 3 所示,该工件可包含设于一端的测试环带

210,在该处飞切头可被编程而切削出测试图案,以确定飞切头和工件是否定位并彼此相互同步。然后,可评价在测试环带上形成的特征之特性,并且一旦飞切头和工件的操作得到优化,就在工件的不同部分上进行实际加工操作。测试环带不是必需的,但它们对于确定须执行什么调整来使系统的实际性能与系统的理想或理论性能相一致是有效的。

[0034] 飞切系统最好由计算机或控制器 218 控制,该控制器可包含或被可操作地连接到:主存储器,用于存储一个或多个应用程序;辅助存储器,用于非易失性地存储信息;函数生成器,用于生成可输出到致动器或其他装置的波形数据文件;输出装置,用于接收信息或指令;处理器,用于执行主存储器或辅助存储器中保存的或从其他来源接收的应用程序;显示装置,用于输出信息的直观显示;或输出装置(诸如扬声器或打印机),用于以其他形式输出信息;或上述两项或多项的组合。控制器可用使用电缆 220 或合适的无线连接来交换数据或信号。一种有用的控制系统包括输入输出电路和 PMAC 控制器,可购自 Delta Tau Data Systems(Chatsworth,California)。那种 PMAC 控制器将多轴 PMAC2 控制器与一些放大器组合来实现运动控制,例如飞切头和辊的运动控制。

[0035] 本发明的控制系统使用软件或固件或这二者,它们可用公知的方式进行设计而产生文中描述的结果。具体而言,该软件最好使操作者能够建立波形数据文件,这些文件既代表单个凹槽段或其他表面特征结构的微级形状又代表工件上的凹槽段或其他形状的微米级图案(随机、伪随机或规则图案)。这些数据文件然后与各种控制系统部件进行通信以控制运转性能,且最好控制切削元件对于工件的同步。

[0036] 为了给各种部件的运动编程并加以协调,一般用软件输入所要求的参数来创建数据文件,然后由波形生成单元按需要将数据文件转换成传送给驱动装置、致动器和其他部件的信号例如,辊速度可设定在约 0.001 至大约 1000 转每分钟,并且飞切头速度可设定在约 1000 至约 100000 转每分钟。对约 5000、约 10000、约 25000 转和约 40000 转每分钟的飞切头速度作了测试,并且大体上被优选,这是因为较高的速度可缩短完成工件(诸如微复制工具)所需的时间。

[0037] 工件(图示实施例中的辊 200)可固定地支承在由马达驱动的主轴系统上,该马达由从控制器接收的指令信号控制。该主轴系统可包括一个或多个轴承 222,诸如空气或静压轴承。为简明起见,图 2 中仅示出位于辊的一端的轴承 222,而在图 4 中则没有示出,然而它们可在被设置并支承在任何相对于工件的合适位置上。辊可由马达 224 在任一方向转动,或者,如果该工件不是圆柱形或是用不同的系统定位,则响应控制器 218 提供的指示而定位。一种示例性的装有马达的主轴系统可在名称 4R 或 10R(此型含空气轴承)下购自 Professional Instruments(Hopkins, Minnesota),或是一种适用于较大工件的供油式静压主轴系统,可购自 Whitton Spindle Division, Whitton Manufacturing Company(Farmington, Connecticut)。主轴系统最好还包含旋转编码器 226,该编码器适于在所要求的精度范围内检测工件的位置,并将该信息传送给控制器以使控制器能够以下述方式将工件和飞切头同步。

[0038] 如图 2 所示,飞切头最好被支承在飞切台 230 上,该飞切台可称为“x-台”。该 x-台被调整为可沿 X、Y、和 Z 轴中的至少一个轴线移动,优选为沿着 X 和 Z 这两个轴线移动,更优选为依次地或最好同时地沿着 X、Y 和 Z 全部三个轴线移动,以将飞切头和一个或多个切削元件相对于工件定位。如本领域所周知,x-台可在一个以上的维度或方向上基本同时地

移动,以在控制器的控制下在三位空间中容易地确定刀片位置。

[0039] 其他的传统加工技术也可与本发明的系统和部件共同使用。例如,可用冷却液来控制切削元件、飞切头、致动器或其他部件的温度。可提供温度控制单元来维持冷却液在其循环时温度基本上恒定。用于冷却流体的温度控制单元和热库可包括使流体流过或流向各种部件的泵,并且它们一般也包括将热量从流体带走的制冷系统,以将流体维持在基本恒定的温度上。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,也可施加冷却液来维持工件被加工时基本恒定的表面温度。冷却液可为诸如低粘度油等油品。

[0040] 加工工艺的其他形态对于本领域技术人员也是已知的。例如,可以干式切削或使用油或其他加工助剂来切削辊;高速致动器可能需要冷却;任何空气轴承(诸如支承主轴的轴承)应使用洁净的干燥空气;并且主轴可用油冷却套或类似装置冷却。这种类型的加工系统一般被调整为可顾及各种参数,诸如部件的联动速度和工件材料的特性,诸如对于给定体积的待加工金属的比能,以及工件材料的热稳定性和性质。最后,PCT 专利公布 W000/48037 中记载这种类型的某些金刚石车削部件和技术以及美国专利公布 2004/0045419A1(Bryan 等人,该专利被转让给本发明的受让人)中记载的飞切部件和技术,在本发明的环境中也是可用的,这两个专利的内容以引用方式并入本文。

[0041] 工件 200 的位置作为时间函数来确定,例如在圆柱形辊的情况下使用与主轴联接的编码器 226,辊被固定安装在主轴上以围绕纵向旋转轴线转动。用于飞切头、主轴或其他工件支持系统的编码器不仅可用来测量速度,如用于飞切系统的一些传统编码器那样,也可用来测量位置。然后,编码器可发送分别表示飞切头或主轴的位置的位置信号。这有助于工件与飞切头的一个或多个切削元件的位置之间的同步。具体而言,可提供编码器来确定辊的旋转位置、飞切头相对于其旋转轴线的位置、飞切头相对于另一轴线如 Z 轴的位置以及移动飞切头的 x- 台相对于辊的位置。因此,虽然“确定飞切头位置”这一用语通常被用来指确定飞切头在其旋转过程中的位置,该用语也可另外包含确定相对于其轴向位置或围绕轴线的旋转位置的飞切头位置。一般而言,飞切头可对于任一轴线构成角度或围绕任一轴线旋转(或对其倾斜)。

[0042] 在一实施例中,这个同步可通过提供与辊联接的位置编码器(如角度编码器)和与飞切头联接的另一位置编码器来执行。当前有至少两种类型的编码器可供使用,即增量式编码器和绝对值编码器。增量式编码器可能价格较低,而如果与指示辊或飞切头的已知位置的分度信号一起使用(举例而言),则绝对值编码器可能会更有效。与辊(或其上安装有辊的主轴)联接的编码器 226 的分辨率应足以检测到该辊在沿其旋转轴线上的在所需凹槽节距几分之一范围内或在机加工至该辊中的特征结构的其他尺寸的几分之一范围内的位置变化。凹槽节距是从一个凹槽的中心至下一邻接凹槽的中心的距离,或从一个尖峰至下一相邻尖峰的距离,且对于其他表面特征结构一般可计算出相应的尺寸。

[0043] 可与本发明的某些实施例中的飞切头共同使用的编码器可在名称 E5D-100-250-I 下购自 U. S. Digital Corp. (Vancouver, Washington),该编码器可设置在飞切头上来测量该飞切头的角度位置。可与本发明的某些实施例工件或辊一起使用的编码器可在名称“Renishaw Signum RESM,413mm 直径,64,800 线数”下购自 Renishaw Inc. (Hoffman Estates, Illinois)。为特定应用而选用的编码器取决于所要求的分辨率、飞切头或其他部

件的最高速度以及最高信号速度。

[0044] 由切削元件切入工件而形成的特征结构可为简便而称为“凹槽段”或“凹槽”，但是如果需要也可用切削元件形成其他的表面特征结构。在工件表面上切出的特征结构的深度可在 0 至 150 微米的范围，或优选在 0 至 35 微米的范围，或为形成光学薄膜微复制工具而更优选在 0 至 15 微米的范围。这些深度范围并不用来限制本发明的范围，但它们可代表可用在在以这样的工具制造的聚合物片材中实现某些光学效果的特征结构的尺度。对于辊工件而言，任何个体特征结构的长度受到辊围绕其纵轴线旋转速度的影响，因为在以较高速度转动的辊上切出长特征结构的难度更大。跟切削元件以与工件相同的方向运动的情况相比，该切削元件与工件以相反方向运动时一般更容易形成较长的凹槽。特征结构几乎可以为任何长度，例如在本发明的飞切头用来形成近似于围绕圆柱形辊周边的螺纹切口的特征结构的情况下。如果需要个体特征结构，例如它们的长度可以从 1 微米到几毫米，然而这一范围并不用来限制本发明的范围。对于螺纹切削，节距或邻接凹槽之间的间隔可设为从约 1 微米至约 1000 微米。这些特征结构可具有任何类型的三维形状，例如，对称的、非对称的、棱柱形的和半椭球形的特征结构。在一些其中工件表面的材料不是被移除而是压入或以其他方式变形的实施例中，其变形可通过改变刀夹所载刀具的特性来改变。

[0045] 在根据本发明的切入工件而形成的表面特征结构，既可在宏观尺度上又可在微观尺度上得以控制。微观结构上的表面特征结构可包括在制品表面上的、压入制品表面的或从制品表面凸出的任何类型、形状和尺寸的结构。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。作为另外一种选择，在另一些实施例中，微观结构的节距可大于 1000 微米。这些尺寸之提供只是出于说明目的，用本说明书中描述的致动器和系统制作的特征结构或微观结构可为任何能够用该系统加工的范围内的尺寸。

[0046] 在工件为绕其纵向轴线旋转的圆柱形辊的情况下，安排用于切削与该轴线平行的凹槽或一系列凹槽的飞切头可能需要重新定向，以使所得到的凹槽或一系列凹槽实际上平行。换言之，如果该切削元件在辊为静止时会在该辊上切出平行凹槽，则如果让该辊在切削过程中旋转（在其他参数保持不变的条件下）就会在该辊上切出稍有弯曲的凹槽。一种补偿这种影响的方法是将切削头倾斜，使得切削元件在该辊的旋转方向上在其切削结束时比在其切削开始时更远。由于该切削元件仅在短距离内与辊接触，其结果可以近似于在辊表面的平行切削，尽管该辊在旋转。也可对系统作其他方式的调整而达到相同或类似的目的，例如通过使飞切头能够绕着辊旋转线以跟上辊的旋转，虽然其实现成本可能较高。

[0047] 在一个可用于加工工件（诸如图 2 所示的圆柱形工件 200）的系统和方法中，飞切头设置成其旋转轴线 A 与 Y 轴平行，以在工件表面上切出与 Z 轴平行的凹槽或特征结构。然而，不是沿着工件长度切出整个凹槽，而是切削单个凹槽段且工件（在其外表面上）转过与所要求节距相等的距离，或邻接凹槽所要求位置之间的距离。然后切出第二凹槽段，并且工件转过与接着的邻接凹槽所要求位置之间的节距相等的距离。重复进行此过程，直至凹槽段环绕工件的整个周边形成。当工件转过一整圈，控制器（因其已接收到与工件联接的编码器发送的位置信号）可将在后一圈旋转的步骤中切入工件而形成的凹槽段跟在前一圈旋转的步骤中切削的凹槽段对齐，在工件的外表面上形成与纵向延伸的凹槽或其他所要求结构等效的特征结构。然而，纵向延伸凹槽仅为可在工件内形成的若干特征结构中的一种。在

以下更详细描述的一个优选实施例中,工件的旋转、飞切头的旋转以及飞切头在 Z 向的位移互相配合且较为恒定,这可使在部件的起始、停止或位置改变或等待该部件达到稳定工作状态中所耗费的时间最小化。

[0048] 为了形成根据本发明的微复制工具,工件(诸如圆柱形辊)被铣削加工以实现所要求的表面特征结构。辊坯可具有外层,在其中切出结构或图案。在该层中切出无序图案或其他图案后,又可在其上涂覆一个或多个保护该图案的附加层,该层可允许精确地形成薄膜或容易将薄膜脱离,或实现其他有用的功能。例如,可以在该工具上镀覆铬或类似材料,尽管这种层可能将工具的锐边“包圆”而不甚理想。任何可加工材料均可使用;例如,工件可用铝、镍、铜、黄铜、钢或塑料(如丙烯酸树脂)制造。特定材料的选用取决于例如某个有特定要求的应用,比如用经加工的工件来制造各种薄膜。

[0049] 图 3 示出一种理想化的工件 200,其中个体凹槽段 301 在工件的第一圈旋转中通过飞切形成,之后在第二圈旋转中形成凹槽段 302,之后在第三圈旋转中形成凹槽段 303,如此等等。在第二圈和后续的旋转中形成的凹槽段与在第一圈旋转中形成的凹槽段对齐,结果得到近似于在第一端部和第二端部之间延伸的纵向凹槽的一组特征结构。可以将这些凹槽段延伸而得到横跨工件全长的凹槽,但是在辊坯的两头留出面积的做法是可取的,可用来形成测试环带或其他目的。

[0050] 尽管认为,与传统的飞切操作相比,围绕其周边在工件中切出接连的凹槽段具有某些优点,但不希望工件上出现可见的接连凹槽段搭接的区域。这些特征结构搭接在 331(该处在第二圈旋转中形成的凹槽段与在第一圈旋转中形成的凹槽段搭接)、332(该处在第三圈旋转中形成的凹槽段与在第二圈旋转中形成的凹槽段搭接)处可见,如此沿着辊的长度搭接下去。如果在工件上可见到这些特征结构搭接,它们就会在工件上形成的薄膜或片材上产生对应的可见到的结构,这也是不可取的。即使这些特征结构搭接不容易看见,也最好使之最小化或将它们消除,以改善在工具上制造的制品的光学性能。以下将更详细地描述将这种外观最小化的方法。

[0051] 如上文指出,用编码器确定飞切头的位置,承载工件的主轴的位置同样地用图 2 中的编码器 226 进行确定。由于切削元件一般相对于飞切头固定,且工件一般处于相对于主轴的固定位置,知道了飞切头和主轴的位置就使操作者能够获知切削元件和工件的位置。如图 2 所示,来自编码器的数据被输入控制器 218,而控制器又例如将指令信号传送给使飞切头旋转的马达,或者传送给使飞切头的 Z-轴移动的马达,或者传送给使承载工件的主轴旋转的马达,或者传送给一个以上的上述马达。如果飞切头和工件之间的位置关系已被确定,就可说该飞切头电子地“接合”于工件,因为在这两个部分之间实际并不存在任何机械上的齿轮传动。如果飞切头电子地接合于根据本发明的工件,控制器就可确定切削元件何时切入工件以及位于何处切入工件。在本文开始提及并以引用方式并入本文的共同未决美国专利申请中详细描述的本发明的另一形态中,使用者也可让控制器改变切削元件相对于飞切头的位置或定向,如果该切削元件连接于能够产生这种运动的致动器。例如,使用者可将控制器编程而在工件上形成具有基本上直线状底部的凹槽段,这可以通过启动可每秒改变数千次切削元件的位置的致动器以使切削元件循着预定的切削路径来实现。

[0052] 如果飞切头和工件这二者的位置均得到控制,实际上一方正常地开始以固定的或预定的速度旋转,而另一方与之接合(例如被减速或加速),使二者彼此处于正确的位置。因

为飞切头以每分钟数千转的速度运转,它具有相当大的能量、惯量和 / 或动量,因此实际上无法使飞切头加速或减速来与工件的位置相配合。相反地,将飞切头编程为基本上以固定的速度旋转,而承载工件或辊的主轴可被加速或减速,因此切削元件和工件可彼此相对地在适当的位置上。这个系统可被认为其中有一个“主动部件”即飞切头,而工件及其对应的主轴“从动于”该飞切头。也可相反的情况,即让飞切头从动于工件,这是第三实施例,其中飞切头的旋转、工件的旋转和飞切头的 Z-轴移动均受到同步控制。在工件的测试带上对飞切系统进行实验测试通常是有效的,可确定飞切头和工件是否适当接合而产生所要求的结果。

[0053] 以上描述了本发明的一些较为简单的应用,其中在工件内形成平行于 Z 轴的凹槽或特征结构。同一方法的变型是在工件上与 Z 轴成角度地形成凹槽或特征结构,例如,如图 4 所示,将飞切装置相对于图 2 所示位置转过 45 度,或者将飞切头相对于图 2 所示的位置转过 90 度,或转到任何其他定向上。可以形成这样的切削加工,结果可得到相对于工件成任何角度的直线状凹槽,或者得到非直线状特征结构,甚至得到相互交叉的特征结构。其他的角度设置也是可能的,包括以不同的角度切出一些平行凹槽组,以在辊或工件表面上产生棱柱或其他微结构。

[0054] 在工件上与 Y 和 Z 轴均成角度地以预定图案形成凹槽或特征结构,要比将它们平行于 Z 轴形成更为复杂。更为复杂的原因在于,对于工件的每一圈旋转,飞切头不只是如以上记载的一些其他实施例那样在 Z 向送进固定距离来形成下一凹槽。相反地,应在分析或实验上确定飞切头对于工件的每一圈旋转的 Z 向行程,以在工件继续旋转时后续的凹槽段与早先的凹槽段对齐,如果要求凹槽段对齐的话。例如,如果围绕辊的周边形成一系列 45 度的凹槽段,则各段在 Z 向比先前的段稍作送进,那么在辊转过整圈后在第二圈旋转中形成的凹槽段将会平行于在第一圈旋转中形成的凹槽段,但未必与它们端对端地对准。这一问题的解决办法是计算出在辊转过一个整圈后第二圈旋转中形成的凹槽段应作调整的距离,以使它们与在第一圈旋转中形成的段端对端地对准。该距离然后被在一个单圈旋转中形成的凹槽段数等分,并将所得出的等分值加到各接连凹槽段之间的节距上,以在工件转过一个整圈后在第二圈旋转中形成的凹槽段相对于在第一圈旋转中形成的凹槽段有效地旋进所要求的距离。同样的过程可用于后续各圈的旋转。

[0055] 飞切头可以相对于一个或一个以上的图示轴线转过角度,并且也可或代之以围绕一个或一个以上的轴线旋转,以使切削元件在预定的位置和方向切入工件。例如,飞切头可以相对于图 2 所示围绕 X 轴转过 90 度以使它与 Y 轴对齐,然后它可围绕 Y 轴转过例如 45 度,以使切削元件以某种方式切入工件。

[0056] 能够与圆柱形工件的纵轴线成角度地形成凹槽是本发明对于传统圆柱形工具的优势,传统的圆柱形工具包括平行或垂直于工具纵轴线的基本上直线状的凹槽。这是因为希望以凹槽相对于片材的边缘成 45 度来使用片材的使用者,通常会从具有纵向或横向延伸的凹槽的较大片材上切割出那样的片材。这会造成较大片材边缘附近的材料严重浪费。在本发明的情况下,可直接在一个工具上形成具有与片材边缘成 45 度(或任何选定角度)延伸的凹槽的片材,从而将该片材切割使用时沿其边缘的材料浪费减至最小。

[0057] 图 6 是在工件表面上以预定的图案进行凹槽段或其他特征结构之形成的简图。在此视图中,凹槽段由切削元件在离飞切头的旋转轴线某个半径处切削,因此,在切削元件进

入而开始形成凹槽段处凹槽段比较窄且浅,在切削元件位于凹槽段中心处变得较宽且较深,而切削元件位于凹槽段的结尾处又变为窄且浅的状态。如果该切削元件与能够改变切削元件相对于飞切头的位置的致动器联接,就可形成具有不同特点的其他特征结构。

[0058] 在本发明的这一形态中,飞切头在第一位置 401 形成凹槽段,工件转过预定的量(例如 1.0 度)后,形成另一个凹槽段或特征结构 402,该工件又转过相同的量,重复进行这一操作直到该工件旋转 360 度,即一个整圈。在工件的下一圈旋转中,在沿着工件朝辊的远端的距离 Z_1 处形成凹槽段 411,该凹槽段形成在先前切入工件而形成的特征结构之间—例如在相对于凹槽段 401 的旋转位置为 0.5 度的旋转位置处。然后改工件被旋转(例如又转过 1.0 度)而形成凹槽段 412,如此进行到围绕该工件一个整圈。在第三圈旋转中切出的特征结构与在第一圈旋转中切出的特征结构对齐;在第四圈旋转中切出的调整与在第二圈旋转中切出的特征结构对齐,如此等等。这可以称为“双砖”图案,因为这类类似于将第二道砖错开 1/2 单块砖长而砌在第一道砖顶上的情况。其效果是可降低全部凹槽都沿着一条线开始并结束时特征结构搭接在视觉上凸显的情况,因为在此实施例中特征结构沿着(例如)线 431 和 432 开始和结束。以上述的方式使用飞切头在工件内形成图案化特征的一个重要好处是能够作为时间函数确定切削元件的位置。

[0059] 虽然图 6 的工件为了简明而示出为以逐次送进 1 度而形成的凹槽段,但是,在第一圈旋转结束时送进 0.5 度后再继续绕着辊逐次送进 1 度,最好有另一种可以省去一个不等的中间步的工序。在该工序中,一个整圈旋转后的错开或送进(例如 0.5 度)被除以在一圈旋转中形成的凹槽数,从而确定加在第一圈旋转中形成的各接连凹槽段之间的节距上的增量送进。此例中,各凹槽段增量送进之结果是在一整圈旋转后将该图案送进总共 0.5 度。此工序允许飞切头和工件以恒定的速度运动,而不是在每圈的结尾错开不连续的短步或长步。

[0060] 图 6 所示的凹槽段或特征结构可在辊上循着“螺旋角” α 而形成,使得各接连凹槽段在 Z 向相对于前一段错开。该螺旋角可选择成使得在辊转过一整圈后,凹槽段或特征结构送进一个凹槽段的长度。图 6 示出可称为双砖图案的图案,该图案包含螺旋角。在一圈旋转中形成的各接连凹槽段或特征结构相对于先前的凹槽段或特征结构在 Z 向按螺旋角(α)错开。该螺旋角选择成在工件转过一个整圈后,在第二圈旋转中形成的第一凹槽段或特征结构相对于在第一圈旋转中形成的凹槽段或特征结构在 Z 向位移所要求距离。在第二圈旋转中形成的凹槽段或特征结构的位置因此可在已知位置介于在第一圈旋转中形成的凹槽段或特征结构之间。凹槽段或特征结构通常都很小,图 6 中的效果为了清晰而作了夸大。在实际的圆柱形工件上,在单圈旋转中可能形成 25000 至 100000 个凹槽段,例如,因此任何两个相邻凹槽段之间的螺旋角错开效果均难以观察到。结果,特征结构搭接线如 331 和 332 或 431 和 432 仍然可见。如下所述,本发明的另一形态涉及最小化或防止出现这些视觉上凸显的特征结构搭接。

[0061] 本发明可有利地用来将凹槽段或特征结构沿着工件交错排列,或以其他方式使凹槽或特征结构显得不如图 5 和图 6 那么重复性或周期性。例如,可将凹槽以可称为“四砖”图案的图案来形成,如图 7 所示。在此方法中,在辊的第二圈旋转中形成的凹槽段或特征结构相对于在第一圈旋转错开单个凹槽段长度的 1/4,在辊的第三圈旋转中形成的凹槽段或特征结构相对于第二圈旋转错开单个凹槽段长度的 1/4,如此等等。换言之,Z 向的每转送

进量大约为(最好确实是)一个凹槽段长度的四分之一。因为图 7 表示在大径辊上形成的一些很小的凹槽段,其螺旋角几乎觉察不到。这种四砖图案的效果是可使凹槽段或特征结构的图案在视觉上较不明显。

[0062] 虽然对“双砖”和“四砖”图案作了专门描述,基于同样的教导内容也可使用其他图案,包括奇数的砖块图案,例如“三砖”、“五砖”和“七砖”图案。这些图案全都可称为“整数”砖块图案,其中该整数大于一,但是非整数砖块图案也是可能的(例如 2.25 砖块,4.5 砖块)。对于不同的最终用途最好有各种各样的砖块图案,这取决于其光学效果的重要性。

[0063] 在上述的附图中,凹槽段可表现为离散或独立于其他凹槽,除了在它们各自的端部与先前或后续的凹槽搭接,如图 5 所示。本发明的另一形态涉及将凹槽段或其他特征结构按照预定图案隔开或靠接或搭接之能力。如果工件上凹槽段相互隔开,凹槽之间出现的槽间表面区域就可在所得到的薄膜、片材或在该工件上制造的其他制品上提供某些光学上的或其他的优点。凹槽段可与其他凹槽段靠接,这意味着在相邻的凹槽段之间基本上没有槽间表面区域,但这些凹槽段并不妨碍或干涉相邻凹槽段的形状或对称性。凹槽段也可与接连的特征结构或凹槽段搭接,取代图 5 至图 7 所示的规则排列的特征结构,提供了一种图 8 所示的具有较少光学可感图案的特征结构布置。在该图中,接连的凹槽段仍然围绕辊的周边形成,例如,但是后来的凹槽段搭接早先的凹槽段,时后者不再具有图 5 至图 7 所示的那种理想、完整的凹槽。取决于这种搭接的位置和范围,对于观看者这些在切入工件而形成的特征结构可能显得不规则,然而实际上却是预定图案之一部分。这种凹槽段搭接特征结构可与上述的各种“砖块”图案相结合。

[0064] 在本发明的另一形态中,工件中形成的凹槽段或特征结构的一致图案,无论是否按螺旋角错开,均可测定其规则性或周期性。本发明的这种形态涉及沿着平行于螺旋角的假想线(或垂直于凹槽段的纵轴线,如果不存在螺旋角)测量接连凹槽段的凹槽或特征结构深度。例如,图 3 所示的工具包含不带螺旋角的凹槽段,并且如果在柱形图上绘出这些凹槽的深度,就会是如图 3 所示的单模式凹槽深度分布。图 5 所示的工具表面的凹槽段的深度(该凹槽段也没有螺旋角),或为单模式(如果该假想线从各段端部起的 1/4 距离处将凹槽段切开)或为双模式(如果该假想线在宽处切开一个凹槽段并在窄处切开相邻的凹槽段)。这种情况如图 5a 和图 5b 所示。沿着平行于螺旋角的线测量的图 6 所示图案的凹槽深度分布具有图 5 所示图案的相同效果,因为它们各自为“双砖”图案。

[0065] 与相对于图 5 和图 6 所描述的单模式或双模式凹槽深度分布形成对比,图 7 和图 8 所示图案的凹槽深度分布各为多模式,就是说当按照上述方法将测量到代表两个以上凹槽深度的结果。图 7a 示出一种理论上的多模式凹槽深度分布。除了其他因素之外,绝对模式数的因素包括相邻凹槽段或特征结构之间的搭接程度和用以沿着测量凹槽深度的线的位置。据认为,与作为本发明另一种形态的呈现单模式或双模式凹槽深度分布图案的工具相比,那些呈现多模式凹槽深度分布图案的工具在观察者面前显得较不规则或更无序。这被认为是因为在凹槽段相交的区域没有全部规则地对齐。同样地,用具有多模式凹槽深度分布的工具制造的薄膜、片材或其他制品也被认为在这些制品的观察者和使用者面前显得较不规则或更无序。最后,多模式凹槽深度分布可为规则的(起因于有序的凹槽图案,如图 7 和图 8 所示),或为无序的(不规则的)。本发明的另一形态涉及工具和用具有规则的多模式凹槽深度分布的工具制造的制品。

[0066] 在本发明的一优选实施例中,在工件中切出特征结构的整个过程中工件的旋转、飞切头的旋转和飞切头的 z 轴移动以比较稳定的状态工作。之所以被优选,是因为这可将飞切头或工件的停止、始动或位置改变所耗费的时间最小化,或将在变动后等待二者中的一方或双方回复到稳定工作状态的时间最小化。这也有助于将由于飞切操作中的中断而可能发生的错误减至最小。达到稳定操作模式的一个途径是对控制器编程来以较为恒定的速度运行飞切头和工件,以及为辊的每一圈旋转准备预定的 Z 轴送进,因此接连的凹槽段(例如)可在连续和预定的基础上从辊的一端到辊的另一端围绕辊而形成。

[0067] 虽然以上的讨论一般的提及了沿 Z 轴从工件的开始切削的一端向工件的另一端的单向运动,但是需要时飞切头也可被编程为沿着 Z 轴向前和向后移动,以在不同的后续 Z 轴位置上对工件进行凹槽切削。还有,如果需要不太规则的凹槽图案,可在沿着 Z 轴的凹槽位置引入随机差异(称之为 Z -轴噪声),同样也可在工件的角度位置中引入随机差异。

[0068] 图9和图10示出用上述类型的工具制造的制品。特别是,图9和图10的制品可以是微结构的聚合物薄膜或薄膜表面,它们具有某些光学上可用的性质。图9所示的制品呈现四砖图案和多模式凹槽深度分布,图10所示的制品呈现以上描述的那种双砖图案。这些结构本身产生自切入工件而形成的相邻凹槽段,其中这些凹槽段至少在它们的端部搭接。

[0069] 以上本发明的各种形态描述成似乎在工件上先前无任何特征结构形成,但是本发明也可用来修改、补充或配齐工件上已存在的特征结构。这些特征结构可能已用其他铣削、车削或飞切操作形成,或用任何其他已知或今后开发的表面成形或变形方法形成。例如,工件的表面上有时形成一些很小的棱锥,它们可以有助于形成具有倒棱锥(角锥棱镜)的可反射光的聚合物片材。这些棱锥可通过飞切装置的三道后续加工来形成,这三道加工中任一道或多道可包含本发明的形态。在文中描述的飞切操作之后进行附加的切削、铣削或其他加工也是有效的,可切除材料或使之变形,或对表面特征结构进行精加工。

[0070] 对于在切削加工圆柱形工具中经常遇到的另一个问题,本发明可提供可能的解决方法。在传统的刀具切削操作中,切削元件平行于 Z 轴在圆柱形工件中切出长凹槽,在工件或工具被分度后,切削元件切口切出与第一条平行的第二条长凹槽,如此重复进行。在工件的单独一圈旋转中,其整个表面上都可形成凹槽,其最后的凹槽与第一个凹槽相邻。然而,当切削元件形成第一个凹槽时,如图11所示,该切削元件较为锋利,但是当切削元件形成最后的凹槽时,如图12所示,该切削元件变钝,或至少不太锋利。图11和图12示出切削元件在切削图2所示的工件。第一个锐利凹槽或其他特征结构和最后一个钝凹槽或其他特征结构之间的差异,会在工件造成虚缝。这种效果示出于图13,该图是根据现有技术的刀具切削之一部分的局部或剖切透视图。用锋利刀具切出的“锐利”凹槽邻接于最后“钝”凹槽的位置,产生虚缝(如图13中的“VS”处),这会在工件上制成的薄膜、片材或其他制品中形成对应的虚缝。该锐利凹槽和不太锐利或钝凹槽之间的交界处被称为“虚缝”因为该缝是由于线的两侧存在不同特征结构而造成的视觉缝,并不是两件不同材料(诸如金属工具或聚合物片材)的有形拼接。如果所需要的该工具上制成的片材的最终尺寸小于该圆柱形工具的周长,就有可能将该虚缝修剪掉,但是这样会产生片材边角料,或许量还相当大。如果所需要的片材的最终尺寸大于该工具的周长,则就不存在有效的办法来避免使用带虚缝的片材。

[0071] 这个问题可用本发明的某些形态得到解决。如果围绕辊的周边形成凹槽段,且如

果在飞切头的第二和后续的飞切头各道加工中形成的后续凹槽段与先前的凹槽段对齐,就能够制造出具有与纵向延伸的连续凹槽等效凹槽的辊。然而,在这个方法制造的工具中,辊的一端的那部分凹槽锐利,而在该辊另一端的那部分凹槽则不太锐利或已变钝。更重要的是,在这样的工具上不存在锐利凹槽和钝凹槽彼此相邻的部位,并且如图 14 所示,在该工具上不出现虚缝。还有,任何用该工具制成的片材、薄膜或制品均不包括虚缝,这是本发明的一个优点。切削元件在使用过程中磨损的程度可描述为尖头刀具上曲率半径的逐渐加大,因为刀尖变圆了,如图 12 与图 11 的比较表明了这种情况。虽然这些图中只示出了被磨圆的外面的切削元件峰刃或刃口,被磨圆的里面的切削元件谷部(valleys)也会磨损并呈现增大的曲率半径。磨损也可描述为切削元件的平面部分或磨光面上的刮痕,或描述为磨光面平面度的偏离。然而,“锐利”刀具和“钝”刀具之间或“锐利”特征结构或凹槽和“钝”特征结构或凹槽之间的差别之精确程度对于本发明并不重要,因为本发明的实用特点就是,避免用相对较锐的刀具产生的相对较锐的凹槽和用相对较钝的刀具产生的相对较钝的凹槽之间的虚缝。传统的刀具切削系统被认为不能有效地显示此优点。

[0072] 本发明的另一好处,具体而言就是能够确定飞切头的位置(因此与其联接的切削元件的位置),在于能够以随机或预定的方式改变切削元件的位置或定向以产生某些所要求的效果。例如,切削元件的位置可由控制器来控制,因此在切削元件在工件内形成特征结构的时间过程中该位置发生改变,从而得到具有预定的形状、位置或这二者之特征结构。在本发明的一实施例中,这是通过用致动器改变切削元件(或独自或连同卡座或夹头)的位置或定向或这二者而实现的。

[0073] 该致动器可以执行切削元件的位置或定向之改变的任何装置,并且可以是快速刀具伺服机构(FTS)的部件。快速刀具伺服机构一般包括称为压电堆叠的固态压电(“PZT”)装置,该装置能够快速调整附装在压电堆叠上的切削刀具的位置。现在已有具有亚纳米定位分辨率的压电堆叠,它们反应非常快,且使用数百万甚至数十亿个循环后依然无磨损。致动器,诸如那些包括在快速刀具伺服机构内的致动器,可同使致动器能够调整定位差的位置传感器一起用于闭环操作,或用于不带位置传感器的开环操作。致动器从控制器接收信号,从而控制切削元件在工件内形成诸如凹槽段或凹槽等特征结构的方式。致动器最好可拆卸地连接到飞切头,这种连接或者直接连接,或者经由卡座或夹头间接连接。虽然该致动器只能沿着 X 轴伸出切削元件,但也可提供沿着任一轴线移动或绕着任一轴线转动切削元件的致动器。

[0074] 该致动器可通过一个或多个金属导线、光纤或其他信号传输器件接收一个或一种以上的信号。例如,该致动器可接收交流或直流电力而产生可改变刀夹的位置或定向的原动力。该致动器也可接收驱动信号,该驱动信号可与由致动器执行的位置或定向之改变成比例。该致动器可接收基准信号,诸如零电压信号,该信号允许或使得致动器回到其起始状态、位置或定向。最后,该致动器(或与硬件结合)可发送反馈信号,该信号例如提供关于刀夹或切削元件的位置或相对位置的信息,以使刀夹或切削元件的位置或定向随后的改变可被适当调整。所述类型的信号或其他信号可通过专用的金属导线或光纤,或在适当的地方沿着单个金属导线或光纤多路传输。文中描述的电力和信号(或任何其他必需或有用信号)的传输中,也会需要用以从静止部件向转动部件传送信号的滑环或其他机构,如本领域所周知。一种可能有用的滑环可在名称 09014 下购自 Fabricast, Inc. (South El Monte,

California)。传送电力或信号或这二者的其他部件包括汞润滑环、光纤旋转接头 (FORJ) 和无触点磁性滑环。

[0075] 虽然切削元件的卡座或夹头在本发明的某些实施例中可便于切削元件的更换或精确定位,也可不使用这种夹头而将切削元件直接装到致动器上。切削元件可通过粘结剂、钎焊、锡焊或以其他方式直接固定到致动器上。

[0076] 根据本发明的工具制造的制品(诸如聚合物薄膜和片材)可用于显示器,诸如监视器或电视机,或者用作用于道路标志或其他用途的反射或逆反射片材。在本发明的另一实施例中,工具(样板工具)的纹理结构可转移到其他介质上,如转移到聚合物材料的带或板上,通过浇注与固化工艺而形成量产工具。该量产工具然后用来制造本文描述的那种微复制产品。这样就可得到其表面与样板工具的表面对应的制品。也可用其他方法(如电铸)来复制样板工具。这种称为中间工具的复制品,然后可用来制造微复制产品。

[0077] 在本发明的其他一些实施例中,切削元件不需要如传统飞切头那样从飞切头突出。取代或附加的方式是,这些切削元件可平行于或大致平行于飞切头的旋转轴线而伸出。这些切削元件可由致动器以上述的方式控制,用于称为“端面切削”或“端面飞切”的操作,将某些图案或特征结构切入工件表面。在此实施例中,切削元件与工件基本上连续接触,而不是如传统飞切的情况那么断续地接触。

[0078] 微复制结构(诸如上述类型的片材)已被用于逆反射道路标志和车辆牌照以及如手提电脑显示器等显示器,用来控制向观看者射出的光,也被用于其他光学薄膜,研磨或摩擦控制薄膜,粘接薄膜,具有自配合型面的机械紧固件(例如,如美国专利 No. 5, 360, 270 所公开的),或任何具有较小尺寸(如小于约 1000 微米)微复制特征结构的模塑或挤压成形件。

[0079] 以上相对于本发明的若干实施例对本发明作了描述,本领域技术人员应当理解可对本发明作出修改而不背离本发明的精神与范围。例如,描述为凹槽的结构可为具有其他特点的特征结构,描述为圆柱形的工件可被代之以其他形状,所述系统的各种部件可用不同的方式装配而取得相同的效果。因此,本发明不应受限于上述的公开内容,而由后面的权利要求书及其等同物限定。

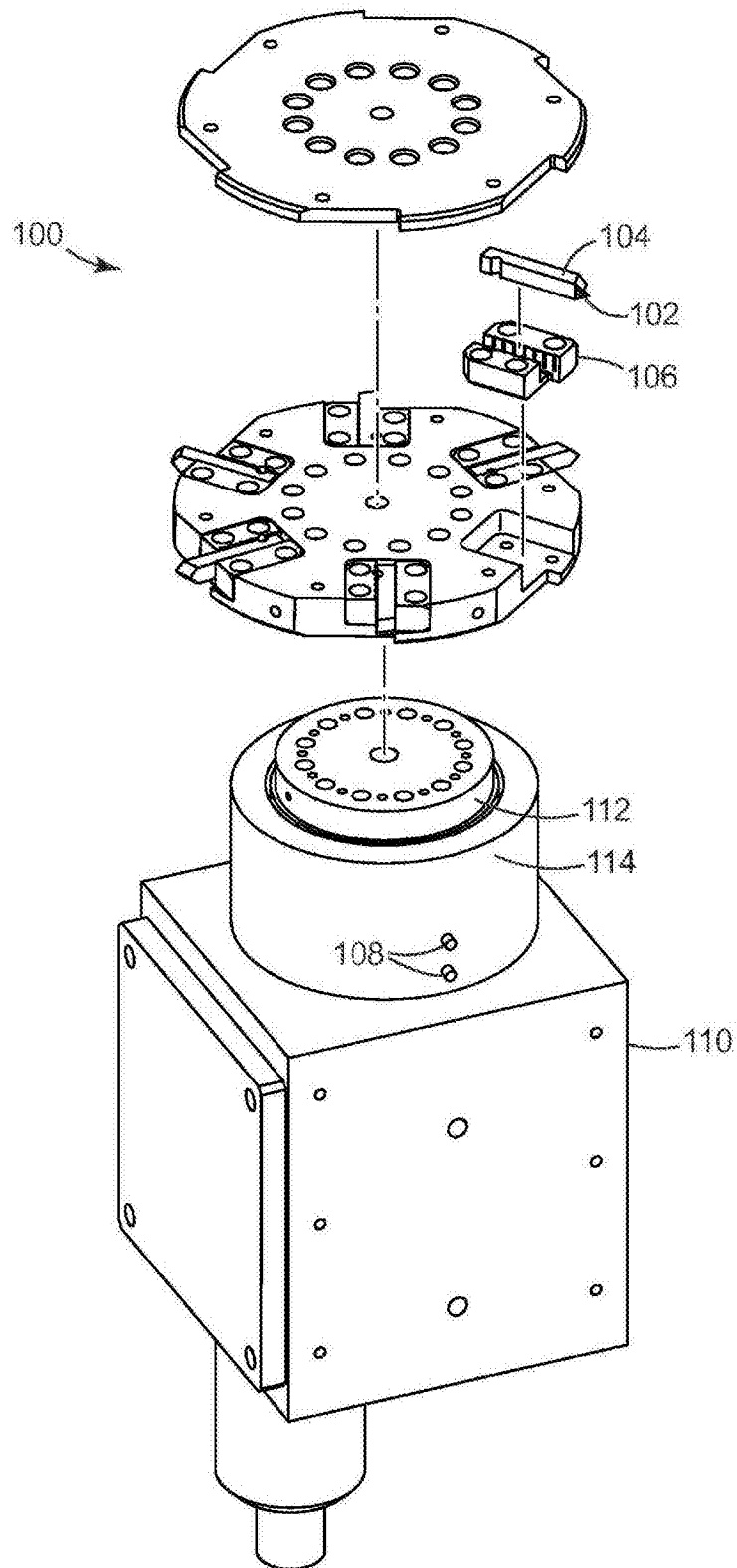


图 1

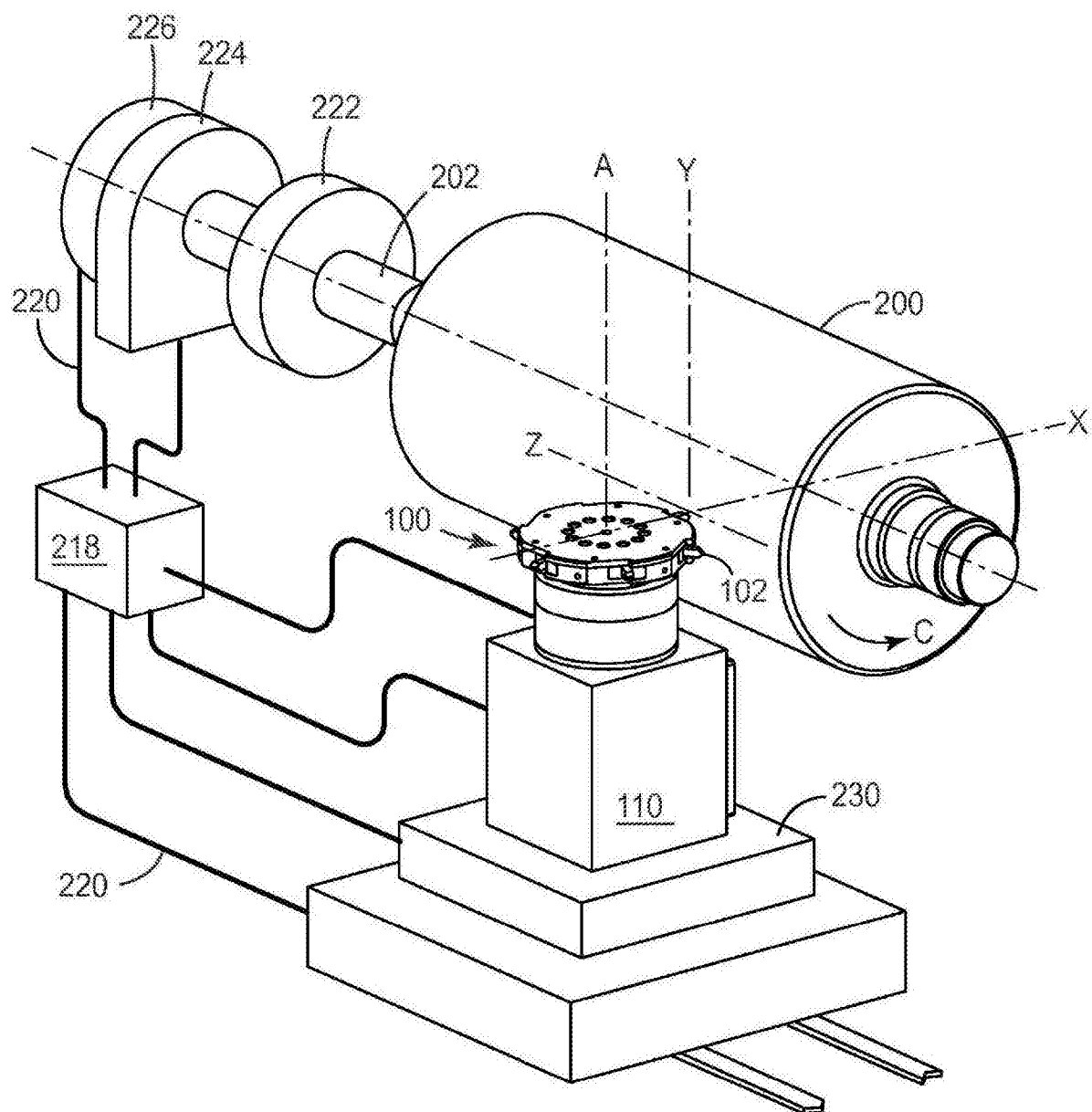


图 2

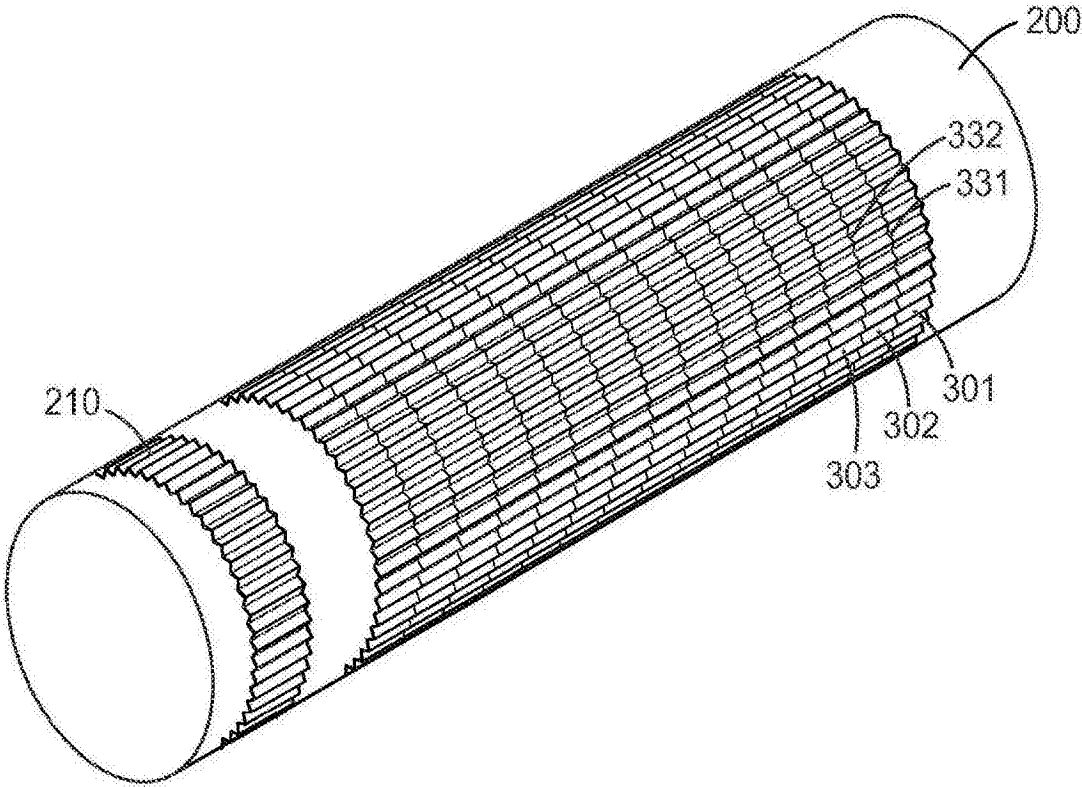


图 3

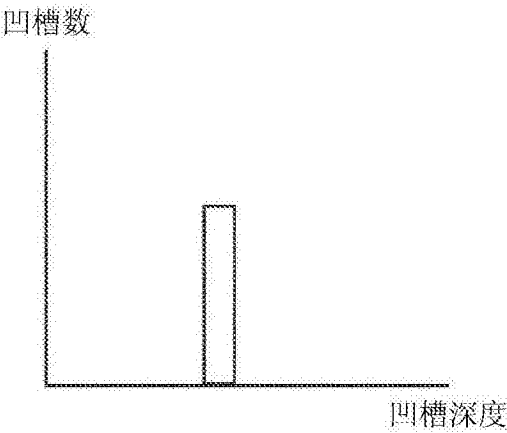


图 3a

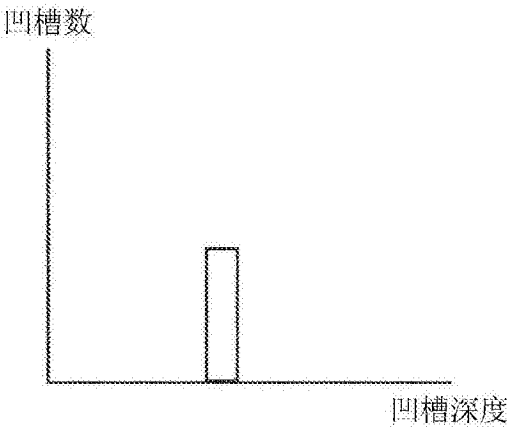


图 5a

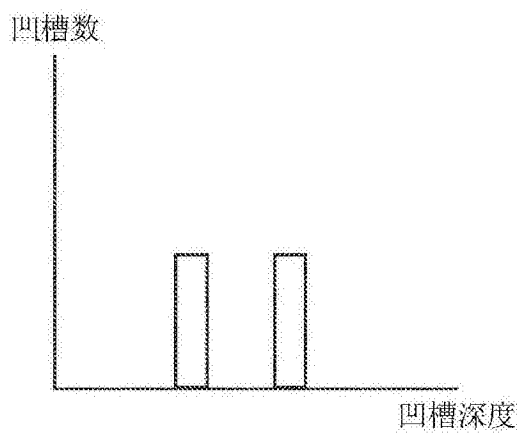


图 5b

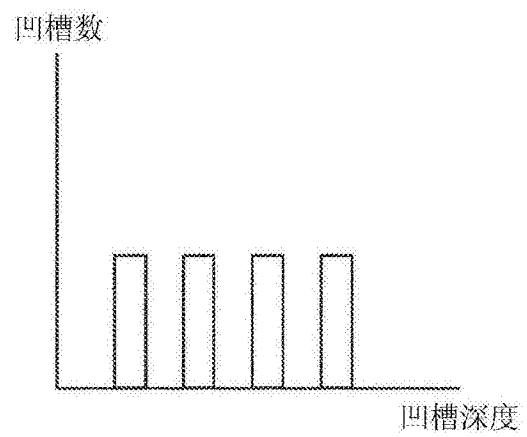


图 7a

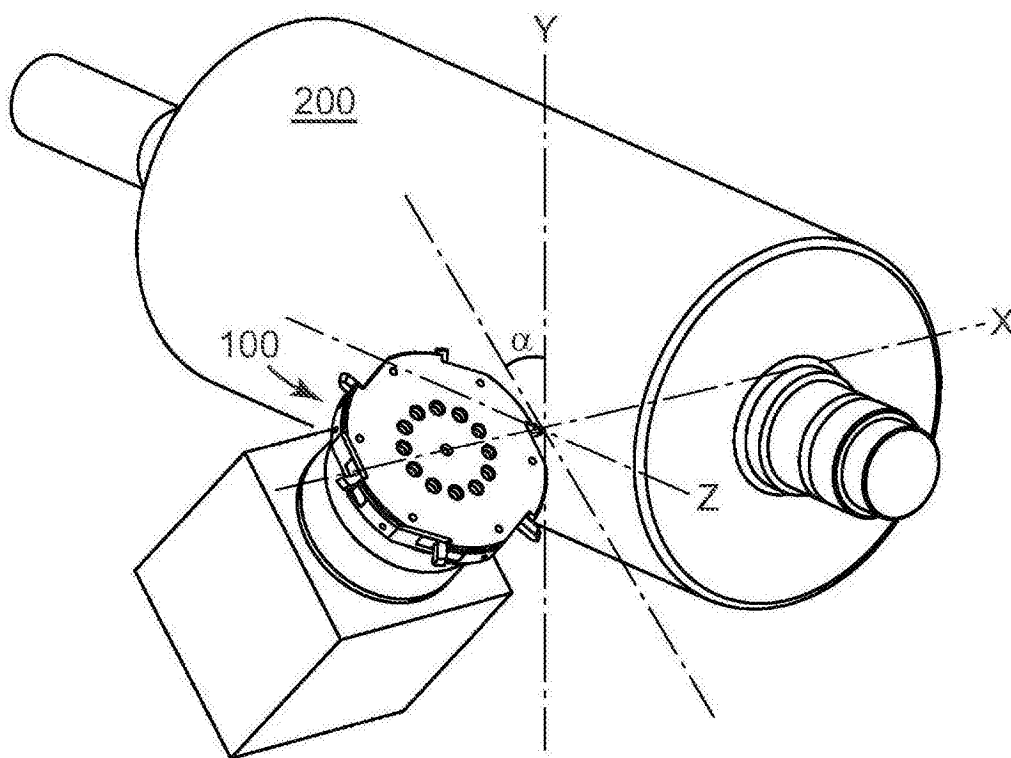


图 4

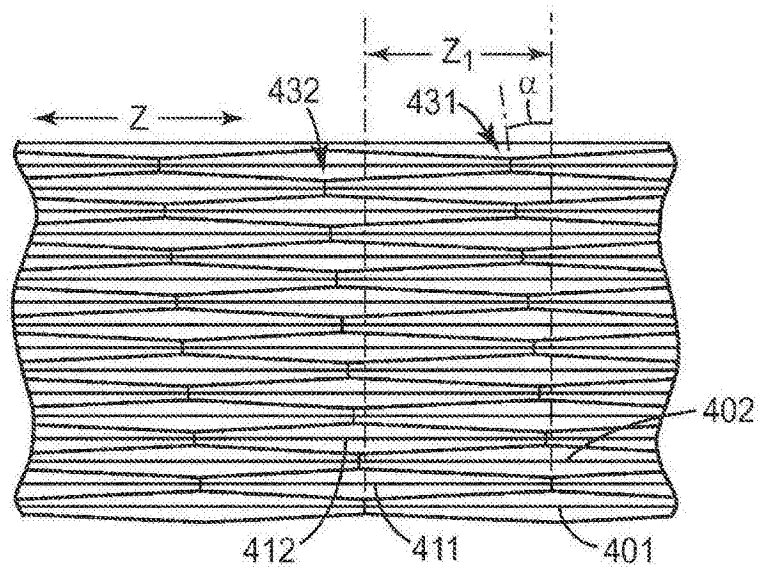


图 6

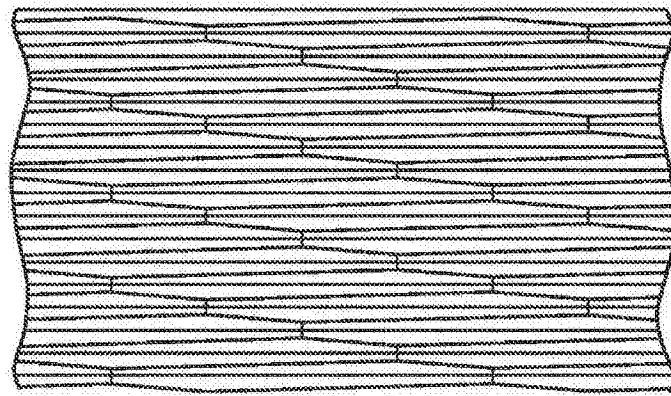


图 7

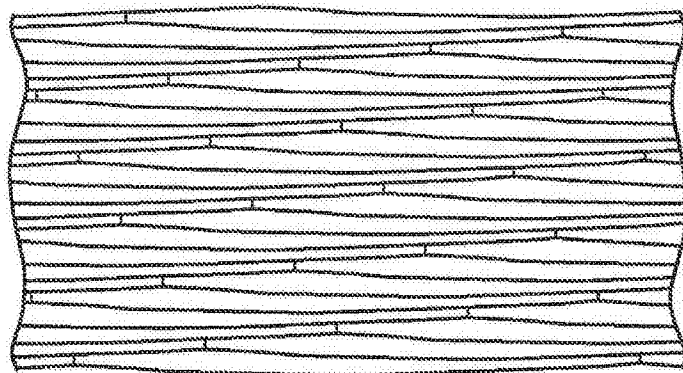


图 8

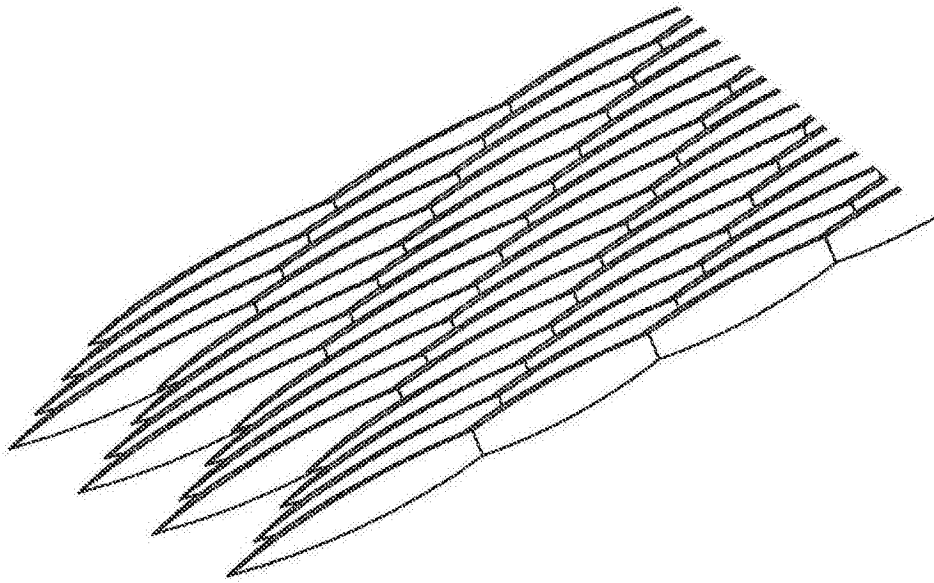


图 9

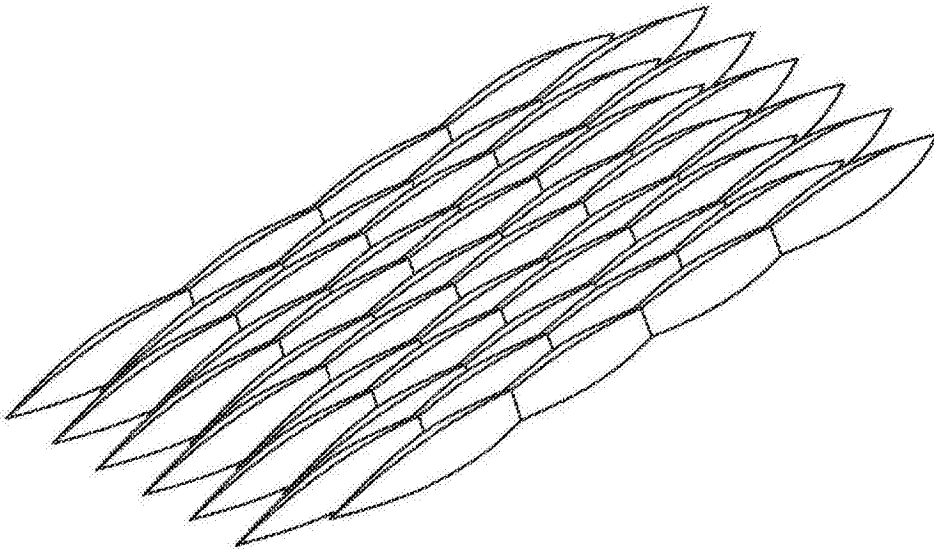


图 10

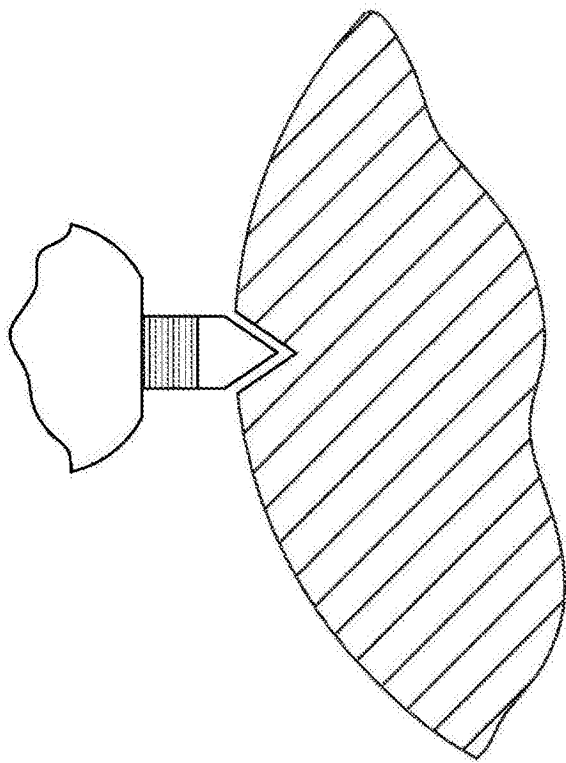


图 11

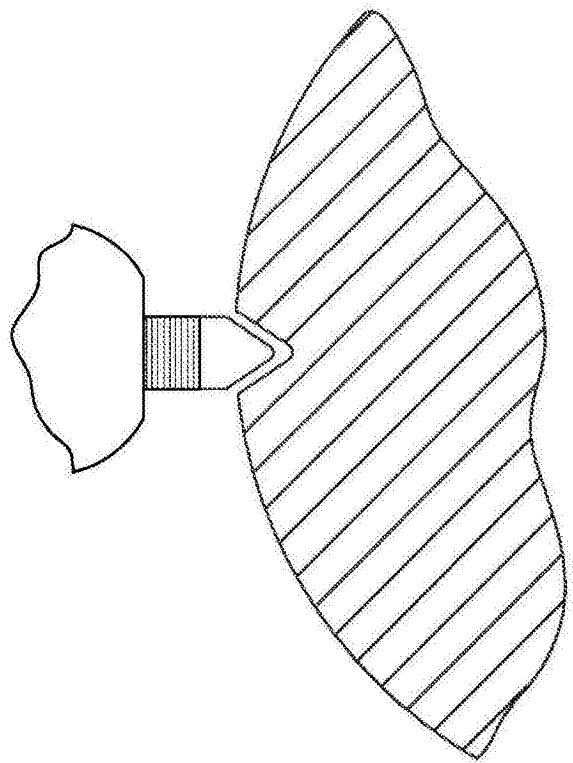


图 12

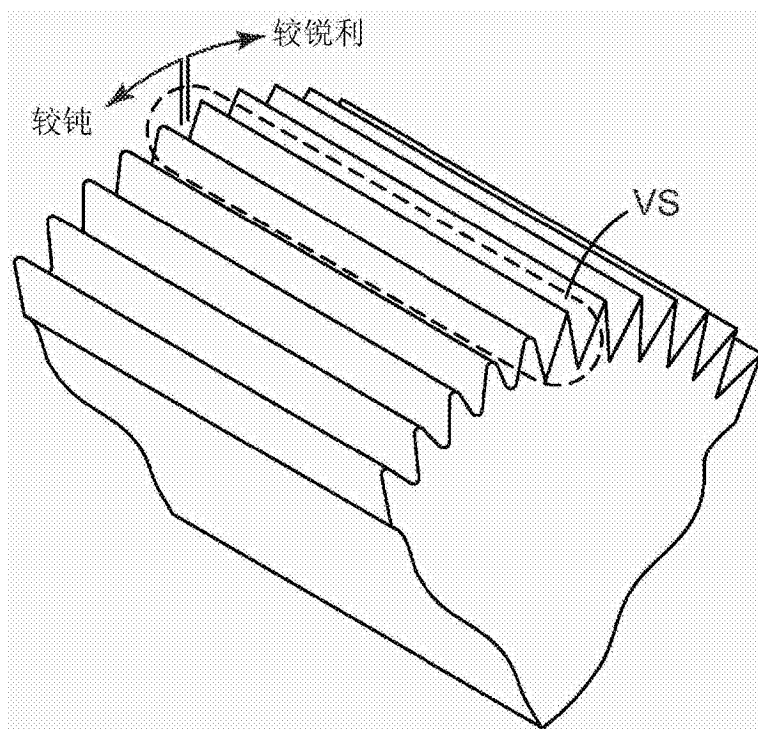


图 13 现有技术

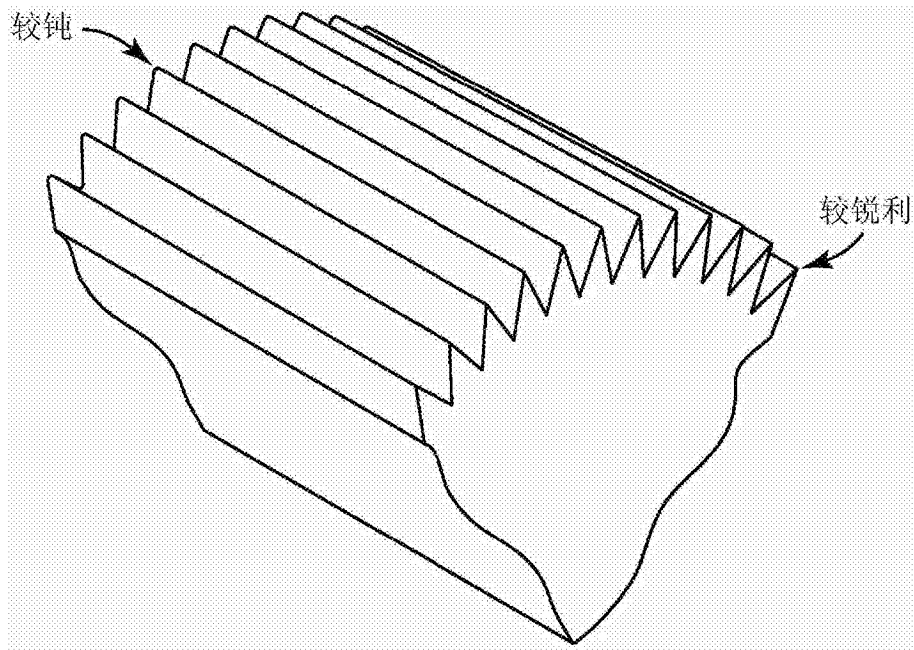


图 14