



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102458728 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 16

(21) 申请号 201080026266. 3

(22) 申请日 2010. 05. 03

(30) 优先权数据

61/175, 118 2009. 05. 04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 12. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/033351 2010. 05. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02010/129456 EN 2010. 11. 11

(71) 申请人 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

马克·E·加迪纳

罗伯特·L·埃尔文

(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.

B23B 1/00 (2006. 01)

B23B 27/20 (2006. 01)

B23B 5/48 (2006. 01)

B22D 11/06 (2006. 01)

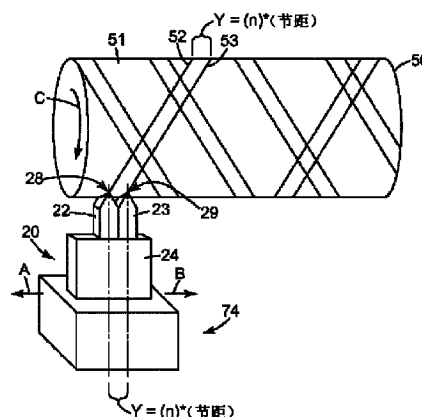
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 16 页

(54) 发明名称

用于制造微复制工具的方法

(57) 摘要

一种用于在工件 (50) 中切削图案的方法, 其中所述图案包括以节距 P 分隔开的相邻结构 (52、53)。该方法包括: 提供切削工具组件 (74), 该切削工具具有包括第一刀柄和第二刀柄, 该第一刀柄带有第一切削刀头 (22) 以在工件 (50) 中形成第一结构 (52), 该第二刀柄带有第二切削刀头 (23) 以在工件 (50) 中形成第二结构 (53), 其中第一切削刀头和第二切削刀头之间的距离 Y 等于 nP , 并且其中 n 是大于 1 的奇整数。所述工件相对于切削工具组件 (74) 旋转 (C), 并且所述切削工具相对于旋转的所述工件 (50) 沿着侧向 (B) 前进, 其中工件 (50) 每旋转一圈, 切削工具 (74) 沿着侧向前进距离 $2P$ 。



1. 一种用于在工件中切削图案的方法,其中所述图案包括以节距 P 分隔开的相邻结构,所述方法包括:

提供切削工具组件,所述切削工具组件包括第一刀柄和第二刀柄,所述第一刀柄带有第一切削刀头以在所述工件中形成第一结构,所述第二刀柄带有第二切削刀头以在所述工件中形成第二结构,其中所述第一切削刀头和所述第二切削刀头之间的距离 Y 等于 nP ,并且其中 n 是大于 1 的奇整数,

使所述工件相对于所述切削工具组件旋转,以及

使所述切削工具相对于旋转的所述工件沿着侧向前进,其中所述工件每旋转一圈,所述切削工具沿着所述侧向前进距离 $2P$ 。

2. 一种用于在工件中切削图案的方法,其中所述图案包括以节距 P 分隔开的相邻结构,所述方法包括:

提供切削工具组件,所述切削工具组件包括第一刀柄和第二刀柄,所述第一刀柄带有第一切削刀头以在所述工件中形成第一结构,所述第二刀柄带有第二切削刀头以在所述工件中形成第二结构,其中所述第一切削刀头和所述第二切削刀头之间的距离 Y 等于 nP ,并且其中 n 是偶整数;

使所述工件相对于所述切削工具组件旋转;

从起始位置处开始,使所述切削工具相对于旋转的所述工件沿着侧向前进,其中所述工件每旋转一圈,所述切削工具沿着所述侧向前进距离 $2Y$;

使所述切削工具返回到所述起始位置,并且使所述切削工具沿着所述侧向前进距离 P 至偏移起始位置;以及

从所述偏移起始位置处开始,使所述切削工具相对于旋转的所述工件沿着所述侧向前进,其中所述工件每旋转一圈,所述切削工具前进距离 $2Y$ 。

3. 一种用于在工件中切削图案的方法,其中所述图案包括以所需的节距 P 和与 P 的最大可接受偏差 Δ 分隔开的相邻结构,所述方法包括:

提供切削工具组件,所述切削工具组件包括第一刀柄和第二刀柄,所述第一刀柄带有第一切削刀头以在所述工件中形成第一结构,所述第二刀柄带有第二切削刀头以在所述工件中形成第二结构;

设定在所述第一切削刀头和第二切削刀头之间的距离 $Y = nP$,其中 n 是大于 ϵ / Δ 的整数,并且其中 ϵ 是在所述第一切削刀头和第二切削刀头之间实现所需的间距的精度;

测量所述第一切削刀头和第二切削刀头之间的实际距离 S ;

使所述工件相对于所述切削工具组件旋转;以及

使所述切削工具相对于旋转的所述工件沿着侧向前进,其中所述工件每旋转一圈,所述切削工具沿着所述侧向前进距离 $2P'$,其中 $P' = S/n$ 。

4. 一种导光膜,其包括:

结构化的主表面,所述结构化的主表面包括沿着第一方向延伸的线性微结构的行的阵列,其中

所述阵列中的每个线性微结构都包括具有恒定高度的多个第一区域和具有最大高度的多个第二区域,所述最大高度大于所述多个第一区域的所述恒定高度;

其中间隔开 n 行的任何两个线性微结构的所述第二区域彼此线性配准,但是不与所述

两个线性微结构之间的线性微结构的所述第二区域配准, n 大于 2。

5. 根据权利要求 4 所述的导光膜, 其中至少一些所述线性微结构中的所述第一区域和第二区域具有相同的侧向横截面形状。

6. 一种用于在工件中切削图案的方法, 所述方法包括:

提供包括多个切削刀头的切削工具组件, 其中所述切削刀头具有非恒定的高度, 其中所述切削刀头之间的距离 P 是非恒定的, 并且其中所述切削工具组件具有宽度 Y ;

使所述工件相对于所述切削工具组件旋转, 以及

使所述切削工具相对于旋转的所述工件沿着侧向前进, 其中所述工件每旋转一圈, 所述切削工具沿着所述侧向前进距离 Y 。

用于制造微复制工具的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于加工诸如微复制工具的工件的方法。本发明还涉及能够由这些工具制造的微复制结构,例如导光膜。

背景技术

[0002] 金刚石加工技术可以用来形成各种工件,例如微复制工具,包括浇注带、浇注辊、注塑模具、挤出或压印工具,等等。微复制工具常用于挤出工艺、注塑成型工艺、压印工艺、浇注工艺等中以形成具有微复制结构的部件。导光膜、研磨剂膜、粘合剂膜、具有自配合外形的机械紧固件或者任何模制的或挤出的部件可以包括微复制结构,微复制结构的尺寸小于大约 1000 微米。

[0003] 采用切削工具组件制造微复制工具的工艺成本高且耗时。通过参考结合在本文中的美国专利申请公开 No. 2004/0045419(‘419 公开)描述了切削工具组件,其包括多个切削刀头,多个切削刀头可以用来加工微复制工具或其它工件。具体地,在切削工具组件的单个切削道次(pass)中,可利用切削工具组件的多个切削刀头在微复制工具中形成多个凹槽或其它结构。具有多个切削刀头的切削工具组件能够在单个切削道次中形成多个结构,并且这样的工具可减小生产时间和/或比具有单个切削刀头的切削工具组件更快速地形成更复杂的图案。例如,如果切削工具组件包括两个金刚石,那么在微复制工具中切削凹槽所需的道次数量可以减少一半。

[0004] 切削刀头精确地形成与将在微复制工具中形成的凹槽或其它结构相对应。切削刀头精确地定位在安装结构中,使得刀头彼此间隔开,间隔的距离等于将在微复制工具中形成的凹槽的一个或多个节距。

[0005] 此外,不同的金刚石刀头可以限定将在微复制工具中形成的不同结构。在这种情况下,不需要使用两个不同的切削工具组件来在工件中形成两个或更多个物理上不同的结构。这种技术可以提高微复制工具的质量,并能够减少与形成微复制工具相关的时间和成本,继而可以有效地降低与最终形成微复制制品相关的成本。

发明内容

[0006] ‘419 公开描述了飞切、横向进给切削和螺纹切削技术,这些技术可以用来利用具有多个切削刀头的切削工具组件有效地生产微复制工具。工件每旋转一圈,‘419 公开教导了(图 12)切削工具前进的侧向距离等于将在工件中形成的相邻结构之间的单个节距(P)。相比之下,本发明中描述的飞切、横向进给切削和螺纹切削方法要求的是,工件每旋转一圈,具有切削刀头的切削工具组件前进多个节距。这提供了增强的切削精度并且减少了完成工件加工所需的道次的数量。

[0007] 例如,如果切削工具组件的切削刀头间隔开的距离等于 nP ,其中 n 是奇整数,那么工具可以前进距离 $2P$,使得能够在一个切削道次中完全加工该工件(在本文中也称为单个起始切削)。作为另一个实例,如果切削刀头之间的距离选择为 nP ,其中 n 是偶整数,那

么本发明中描述的飞切、横向进给切削和螺纹切削方法要求的是,工件每旋转一圈,切削工具组件前进距离 $2(nP)$,使得能够在两个切削道次中完全加工该工件(在本文中也称为两个起始切削)。

[0008] 因此,本发明提供的是,切削刀头间距、刀头形状和尺寸的选择,以及工件每旋转一圈的侧向前进可以进一步减少加工时间,并且便于更精确地形成具有复杂和变化形状的凹槽和其它结构。

[0009] 在一个实施例中,本发明涉及用于在工件中切削图案的方法,其中该图案包括以节距 P 分隔开的相邻结构。该方法包括:提供切削工具组件,该切削工具组件具有第一刀柄和第二刀柄,该第一刀柄带有第一切削刀头以在工件中形成第一结构,第二刀柄带有第二切削刀头以在工件中形成第二结构,其中第一切削刀头和第二切削刀头之间的距离 Y 等于 nP ,并且其中 n 是大于 1 的奇整数。工件相对于切削工具组件旋转,切削工具相对于旋转的工件沿着侧向前进,其中工件每旋转一圈,切削工具沿着侧向前进距离 $2P$ 。

[0010] 在另一个实施例中,本发明涉及用于在工件中切削图案的方法,其中该图案包括以节距 P 分隔开的相邻结构。该方法包括:提供切削工具组件,该切削工具组件具有第一刀柄和第二刀柄,该第一刀柄带有第一切削刀头以在工件中形成第一结构,第二刀柄带有第二切削刀头以在工件中形成第二结构,其中第一切削刀头和第二切削刀头之间的距离 Y 等于 nP ,并且其中 n 是偶整数。工件相对于切削工具组件旋转。在起始位置处开始,切削工具相对于旋转的工件沿着侧向前进,其中工件每旋转一圈,所述工具沿着侧向前进距离 $2Y$ 。切削工具返回到起始位置,并且沿着侧向前进距离 P 到偏移起始位置;以及从该偏移起始位置处开始,切削工具相对于旋转的工件沿着侧向前进,其中工件每旋转一圈,切削工具前进距离 $2Y$ 。

[0011] 在另一个实施方案中,本发明涉及用于在工件中切削图案的方法,其中该图案包括由所需节距 P 和与 P 的最大可接受偏差 Δ 分离开的相邻结构。该方法包括:提供切削工具组件,该切削工具组件具有第一刀柄和第二刀柄,该第一刀柄带有第一切削刀头以在工件中形成第一结构,该第二刀柄带有第二切削刀头以在工件中形成第二结构。在第一和第二切削刀头之间形成距离 $Y = nP$,其中 n 是大于 ϵ / Δ 的整数,并且其中 ϵ 是在第一和第二切削刀头之间实现所需间距的精度。如果第一和第二切削刀头之间的实际距离等于 S ,那么工件相对于切削工具组件旋转,切削工具相对于旋转的工件沿着侧向前进,其中工件每旋转一圈,切削工具沿着侧向前进距离 $2P'$,其中 $P' = S/n$ 。

[0012] 在另一个实施例中,本发明涉及导光膜,该导光膜包括结构化的主表面,该结构化的主表面具有沿着第一方向延伸的线性微结构的行的阵列。阵列中的每个线性微结构都包括具有恒定高度的多个第一区域和具有最大高度的多个第二区域,该最大高度大于多个第一区域的恒定高度,其中间隔开 n 行的任何两个线性微结构的所述第二区域彼此线性配准,但是不与所述两个线性微结构之间的线性微结构的所述第二区域配准, n 大于 2。

[0013] 在另一个实施例中,本发明涉及用于在工件中切削图案的方法。该方法包括:提供具有多个切削刀头的切削工具组件,其中切削刀头具有非恒定的高度,其中切削刀头之间的距离 P 是非恒定的,并且其中切削工具组件具有宽度 Y 。工件相对于切削工具组件旋转,切削工具相对于旋转的工件沿着侧向前进,其中工件每旋转一圈,切削工具沿着侧向前进距离 Y 的。

[0014] 附图和下文的具体实施方式详细描述了本发明的一个或多个实施例。从说明书及附图以及从权利要求中可显而易见本发明的其他特征、目的和优点。

附图说明

[0015] 图 1 为适用于横向进给或螺纹切削加工工艺以用于形成微复制工具的设备的概念性透视图；

[0016] 图 2 为能够用在图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备中的切削工具设备的俯视图。

[0017] 图 3A-3F 为在工件中切削凹槽的切削工具以及在工件中形成的所得凹槽和凸起的示意性剖视俯视图。

[0018] 图 4A-4H 为在工件中切削凹槽的切削工具以及在工件中形成的所得凹槽和凸起的示意性剖视俯视图。

[0019] 图 5A-4F 为在工件中切削凹槽的切削工具以及在工件中形成的所得凹槽和凸起的示意性剖视俯视图。

[0020] 图 6A-6C 为在工件中切削凹槽的切削工具以及在工件中形成的所得凹槽和凸起的示意性剖视俯视图。

[0021] 图 7A-7B 为能够用在图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备中的切削工具设备的俯视图。

[0022] 图 8-10 为能够用在图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备中的切削工具设备的俯视图。

[0023] 图 11A-11C 为可以利用工件制成的导光膜的示意性透视图,该工件利用图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备进行加工。

[0024] 图 12A 为能够用在图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备中的切削工具的示意性剖视图。

[0025] 图 12B-12C 为工件的示意性剖视图,该工件具有由图 12A 的切削工具切削的凹槽。

[0026] 图 13A 为能够用在图 1 的横向进给 / 螺纹切削设备中的切削工具的示意性剖视图。

[0027] 图 13B 为工件的照片,该工件具有由图 13A 的切削工具切削的凹槽。

[0028] 在各图中,类似的附图标记代表类似的元件。本申请中的附图不是按比例绘制的。

具体实施方式

[0029] 图 1 示出了包括安装结构 24 的切削工具组件 20。安装结构 24 包括具有切削刀头 28 的第一切削刀柄 22 以及具有切削刀头 29 的第二切削刀柄 23。虽然图 1 中所示的切削工具组件包括两个切削刀头,但是可以在安装结构 24 中安装任意数量的切削工具刀柄。切削刀头 28、29 可以具有相同的形状和尺寸,或者可以具有不同的形状和尺寸,以在工件中形成所需的微结构图案。本发明中所述的工件是微复制工具,例如图 1 中所示的工具 50,但是本方法可以与能够通过飞切、横向进给和螺纹切削中至少一种进行加工的任何工件一起使用。在图 1 中,微复制工具 50 是浇注辊,但也可使用切削工具组件 20 形成其它微复制工具,如浇注带、注射模具、挤出或压印工具,或者其它工件。

[0030] 切削工具组件 20 固定在工具机 74 中,该工具机 74 将切削工具组件 20 相对于微复制工具 50 定位。工具机 74 使切削工具组件 20 相对于微复制工具 50 沿着侧向(如箭头

A 和 B 所示) 移动。同时,微复制工具 50 沿着箭头 C 所示的方向绕轴线旋转。工具机 74 可以利用旋转的微复制工具 50 接触切削工具组件 20,以利用横向进给切削、螺纹切削、飞切技术和 / 或它们的组合(在本文中仅仅详细描述螺纹切削技术)在微复制工具 50 的表面 51 中切削凹槽。当切削刀头 28、29 加工微复制工具 50 时,在微复制工具 50 的表面 51 中形成凹槽和凸起的对应图案。此外,在切削工具组件 20 和加工工具 74 之间可以任选地使用快速工具伺服器(fast tool servo)(图 1 中未示出)。例如,快速工具伺服器可以使切削工具组件 20 振动,这在表面 51 中形成特定的微结构。当合适的材料在工具 50 上浇注或挤出时,微结构化的制品形成有凸起结构,该凸起结构与通过切削刀头 28、29 在工具 50 的表面 51 中形成的凹槽相对应。

[0031] 在图 2 中更详细地示出了多个刀头的切削工具 20,每个切削刀头都可以通过一个或多个变量描述,这些变量包括例如切削高度(H)、切削宽度(W)和刀头角度(θ)。切削高度(H)限定了切削刀头能够切入工件的最大深度,也可称之为切削深度。当制品浇注在工具上时,该切削深度与制品中的结构的高度(从基部到峰部)相对应。切削宽度(W)可被定义为平均切削宽度或如图 2 所标记的切削刀头的最大切削宽度。当制品浇注在工具上时,该切削宽度与制品中的结构的基部处的宽度相对应。例如,形成的高度(H)和 / 或宽度(W)可小于约 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。

[0032] 可以用来限定切削刀头 28、29 的尺寸的另一个量是纵横比,即高度(H)与宽度(W)的比。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。

[0033] 图 2 中的变量(Y)指的是切削工具 20 中相邻的切削刀头 28 和 29 之间的标称距离,并且在本文中按照节距(P)整数(n)进行限定。在本发明中,术语“节距”(P)指的是将在工件中形成的两个相邻结构之间的距离,该两个相邻结构例如在图 1 的微复制工具 50 的表面 51 中通过相应的切削刀头 28、29 形成的相邻的凹槽 52、53。如下更详细地解释,在本发明中,假定 n 是大于或等于 1 的整数,这意味着切削工具 20 中的切削刀头 28、29 分隔开的距离不止一个节距 P。

[0034] 通常,切削刀头 28、29 可以在安装结构 24 中相对于彼此定位在小于 10 微米或小于 1 微米或者甚至大约 0.5 微米的公差内。这种精确放置可能是要求的,以有效地形成微复制工具以用于制造光学膜、粘合剂膜、研磨剂膜、机械紧固件等。根据待形成的微复制工具的尺寸,工具上相邻结构的节距 P 可以小于约 5000 微米、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 微米,并且可以接近刀头 28、29 的 0.5 微米间距的公差。

[0035] 在一些实施例中,切削刀头 28、29 中的一个可以固定,另一个切削刀头可以移动,直到切削刀头 28、29 具有所需的间距。例如,参考图 2,刀柄 22 可以固定在安装结构 24 中,以精确地定位切削刀头 28,然后刀柄 23 可以在安装结构 24 内移动,直到切削刀头 29 处于所需的位置。刀柄 22、23 可以通过例如攻丝、垫片调节、弯曲或单独的定位平台在安装结构 24 中移动。在图 2 未示出的可供选择的实施例中,切削刀头 28、29 可以设置在单个刀柄上,或者在单晶中可以铣削两个切削刀头。

[0036] 例如,通过聚焦离子束铣削工艺形成的金刚石刀头可以实现上述各种高度、宽度、

节距和纵横比。聚焦离子束铣削是指向金刚石发射加速的离子（如镓离子）以铣削掉金刚石原子的工艺（有时也称之为烧蚀）。加速镓离子可以一个原子一个原子地移除金刚石中的原子。还可能单独地或者与离子束铣削组合地使用不太昂贵的技术（例如研磨或磨削）来形成金刚石刀头和 / 或图 2 中的切削刀头 28、29 的其它部分。研磨指的是利用松散的研磨剂从金刚石去除材料的工艺，而磨削指的是利用固定在介质或基质中的研磨剂从金刚石去除材料的工艺。

[0037] 参见图 3A 和图 3B，切削工具 120 包括工具安装结构 124，该工具安装结构具有刀柄 122、123 和切削刀头 128、129。切削工具 120 可以沿着箭头 D 的方向移动就位，使得切削刀头 128、129 接合工件 150 的表面 151 并且在表面 151 中加工所选深度的凹槽。在工具 120 中，切削刀头 128、129 分隔开一个节距 P 的距离，即在式 $Y = nP$ 中， $n = 1$ ，且 $Y = P$ ，这意味着切削工具 20 中切削刀头 28、29 之间的距离 Y 将等于工件中的结构的节距，即 $Y = P$ 。如图 3C 所示，在工件 150 的第一旋转期间，切削工具 120 沿着方向 B 侧向地移动，使得第一切削刀头 128 切削第一凹槽 $\alpha 1$ ，第二切削刀头 129 切削相邻的第二凹槽 $\beta 1$ 。凹槽 $\alpha 1$ 和 $\beta 1$ 的槽分隔开的距离为 P。在图 3D 中，在工件 150 的第二旋转期间，工具 120 沿着方向 B 再次移动为 2P 的侧向距离，使得第一切削刀头 128 在表面 151 中切削凹槽 $\alpha 2$ ，第二切削刀头 129 切削凹槽 $\beta 2$ （图 3E）。再次地，凹槽 $\alpha 2$ 和 $\beta 2$ 的槽分隔开的距离为 P。在工件 150 的第三旋转期间，工具 120 沿着方向 B 再次移动为 2P 的侧向距离，使得第一切削刀头 128 在表面 151 中切削凹槽 $\alpha 3$ ，第二切削刀头 129 切削凹槽 $\beta 3$ （图 3F）。再次地，凹槽 $\alpha 3$ 和 $\beta 3$ 的槽分隔开的距离为 P。工件 150 每旋转一圈，切削工具 120 以 2P 的侧向增量移动，直到完全加工（或者基本上整个表面）151 的所需部分。

[0038] 根据上述内容，如果切削刀头 128、129 之间的距离 Y 选择为等于 nP ，其中 n 为奇整数，并且工具在工件每旋转一圈时前进距离 2P，那么仅仅需要一个切削道次来完全处理工件 150 的表面 151。

[0039] 图 3A-3F 所述的方法称为一个起始或一个道次工艺，在本申请中，其意味着切削工具从其起始位置相对于工件沿着仅一个侧向移动，以在单个道次中连续地加工工件的表面的所需部分。在一些实施例中，在单个道次中加工基本上整个表面，而在其它实施例中，仅仅需要加工部分表面。

[0040] 在本申请中，多个起始或多个道次工艺指的是这样的切削方法，其中切削工具采取第一切削道次来加工工件的第一部分，采取第二切削道次来加工工件的第二部分。

[0041] 在第一切削道次中，切削工具从第一起始位置相对于工件沿着第一侧向移动，以部分地加工工件的表面的第一部分。在第一切削道次之后，工件的表面包括凹槽的第一图案。在第一切削道次完成之后，切削工具沿着与第一侧向相反的第二侧向移动至第二起始位置。在这个“返回”道次期间，切削工具不加工工件。第二起始位置可以与第一起始位置相同，或者与第一起始位置不同。

[0042] 在切削工具放置在第二起始位置处之后，切削工具进行第二切削道次以加工工件的第二部分。工件的第二部分可以与第一部分相同，或者与第一部分不同。切削工具从第二起始位置沿着第一侧向移动，直到工件被加工。

[0043] 例如，在多个起始工艺中，在一些实施例中，第二起始位置与第一起始位置不同，并且切削工具在工件中形成凹槽的第二图案，该第二图案与在第一切削道次中形成的凹槽

的第一图案不同。

[0044] 在另一个实例中,在多个道次工艺中,在一些实施例中,切削工具返回至与第一位置相同的第二位置。在这些实施例中,切削工具跟随在第一切削道次中形成的凹槽的第一图案。然而,在第二切削道次中,切削工具可以移动得更深入工件中,以从工件的表面去除额外的材料。第二切削可以提供较好的结构保真性(对于一些结构,如果在第一切削道次中从工件表面去除的材料量太多,则可能出现撕裂或变形),和/或可以为在第一切削道次中形成的凹槽增加额外的结构部件。

[0045] 通常,一个起始工艺提供了比多个起始工艺更为精确的凹槽和峰部成形。在多个切削道次之间,诸如湿度、温度等的切削条件可能改变,这可能不利地影响在工件中加工的凹槽的精度。多个起始切削还要求切削工具相对于工件重新定位至少一次,与单个起始方法相比,这可能导致凹槽布置不够精确。单个起始切削还比多个起始切削只是更快且更容易,并且优选地将工具成本保持为最小。

[0046] 参见图 4A 和图 4B,切削工具 220 包括工具安装结构 224,该工具安装结构具有刀柄 222、223 和切削刀头 228、229。切削工具 220 沿着箭头 E 的方向移动,使得切削刀头 228、229 切削到工件 250 的表面 251 中。在工具 220 中,切削刀头 228、229 分隔开两个节距 P 的距离,即在式 $Y = nP$ 中, $n = 2$, 且 $Y = 2P$ 。如图 3B 所示,在工件 250 的第一旋转期间,在起始点 252 处开始,工具 220 沿着方向 B 侧向地移动,使得第一切削刀头 228 在工件 250 中切削第一凹槽 $\alpha 1$,第二切削刀头 229 切削相邻的第二凹槽 $\beta 1$ 。凹槽 $\alpha 1$ 和 $\beta 1$ 的槽分隔开的距离为 $2P$ 。在工件 250 的第二旋转期间,工具 220 沿着方向 B 移动为 $4P$ 的侧向距离,以在表面 251 中切削下一组凹槽,并且第一切削刀头 228 切削凹槽 $\alpha 2$,第二切削刀头 229 切削凹槽 $\beta 2$ (图 4C)。再次地,凹槽 $\alpha 2$ 和 $\beta 2$ 的槽分隔开的距离为 $2P$ 。在工件 250 的第三旋转期间,工具 220 沿着方向 B 再次移动为 $4P$ 的侧向距离,第一切削刀头 228 在表面 251 中切削凹槽 $\alpha 3$,第二切削刀头 229 切削凹槽 $\beta 3$ (图 4D)。凹槽 $\alpha 3$ 和 $\beta 3$ 的槽分隔开的距离为 $2P$ 。工件 250 的每旋转一圈,切削工具 220 沿着方向 B 以 $4P$ 的侧向增量移动,直到切削工具 220 到达表面 251 的端部(在图 4D 中未示出)。

[0047] 参见图 4E,工具 220 接着沿方向 A 侧向地移动回到第二切削起始点 254,该第二切削起始点 254 从初始切削起始点 252 偏移一个节距 P 的距离。如图 4F 所示,在第二起始之后的工件 250 的第一旋转期间,工具 220 沿着箭头 F 的方向朝向表面 251 移动,并且第一切削刀头 228 在表面 251 中切削第一凹槽 $\alpha 1'$ 和第二凹槽 $\beta 1'$,每个凹槽的槽分隔开的距离为 $2P$ 。此外,凹槽 $\alpha 1'$ 的槽与相邻的凹槽 $\alpha 1$ 的槽的距离为 P 。参见图 4G,在工件 250 的第二旋转期间,工具 220 再次移动距离 $4P$,以进行第二切削并且形成凹槽 $\alpha 2'$ 和 $\beta 2'$ 。凹槽 $\alpha 2'$ 和 $\beta 2'$ 的槽彼此的距离为 $2P$,并且与凹槽 $\alpha 2$ 和 $\beta 2$ 的距离分别为 P 。如图 4H 所示,在工件 250 的第三旋转期间,工具 220 再次移动距离 $4P$,以进行第三切削并且形成凹槽 $\alpha 3'$ 和 $\beta 3'$ 。凹槽 $\alpha 3'$ 和 $\beta 3'$ 的槽彼此的距离为 $2P$,分别地,并且与凹槽 $\alpha 3$ 和 $\beta 3$ 的距离为 P 。这个工序一直持续到表面 251 被完全加工。

[0048] 根据上述内容,如果切削刀头 228、229 之间的距离 Y 选择为等于 nP ,其中 n 为偶整数,并且工具在工件每旋转一圈时前进距离 $2nP$,那么两个切削起始可以用来完全处理工件 250 的表面 251。

[0049] 参见图 5A 和图 5B,切削工具 320 包括工具安装结构 324,该工具安装结构具有刀

柄 322、323 和切削刀头 328、329。切削工具 320 沿着方向 B(图 1)侧向地移动并且沿着箭头 G 的方向移动,使得切削刀头 328、329 切削到旋转的工件 350 的表面 351 中。在工具 320 中,切削刀头 328、329 分隔开三个节距 P 的距离,即在式 $Y = nP$ 中, $n = 3$, 且 $Y = 3P$ 。如图 5B 所示,在工件 350 的第一旋转期间,第一切削刀头 328 切削第一凹槽 $\alpha 1$,第二切削刀头 329 切削第二凹槽 $\beta 1$ 。凹槽 $\alpha 1$ 和 $\beta 1$ 的槽分隔开的距离为 $3P$ 。在工件 350 的第二旋转期间,工具 320 沿着方向 B 移动为 $2P$ 的侧向距离,以在表面 351 中切削下一组凹槽,并且第一切削刀头 328 在表面 351 中切削凹槽 $\alpha 2$,第二切削刀头 329 切削凹槽 $\beta 2$ (图 5C)。再次地,凹槽 $\alpha 2$ 和 $\beta 2$ 的槽分隔开的距离为 $3P$ 。在工件 350 的第三旋转期间,工具 320 沿着方向 B 再次移动为 $2P$ 的侧向距离,并且第一切削刀头 328 在表面 351 中切削凹槽 $\alpha 3$,第二切削刀头 329 切削凹槽 $\beta 3$ (图 5D)。再次地,凹槽 $\alpha 3$ 和 $\beta 3$ 的槽分隔开的距离为 $3P$ 。在工件 350 的第四旋转期间,如图 5E 所示,工具 350 沿着方向 B 移动为 $2P$ 的侧向距离,同时第一切削刀头 328 在表面 351 中切削凹槽 $\alpha 4$,第二切削刀头 329 在表面 351 中切削凹槽 $\beta 4$ 。再次地,凹槽 $\alpha 4$ 和 $\beta 4$ 的槽分隔开的距离为 $3P$ 。工件 350 的每旋转一圈,切削工具 320 沿着方向 B 以 $2P$ 的侧向增量移动,以形成分隔开的距离为 $3P$ 的凹槽 $\alpha 5$ 和 $\beta 5$,直到切削工具 320,直到表面 351 被完全加工。在最终切削之后,可以在线 360、361 处修整工件 350,以形成最终成形的微复制工具。

[0050] 为了利用单个起始制造相邻的凹槽之间为节距 P 的微复制工具,可以选择具有双切削刀头且切削刀头间距 $Y = nP$ (其中 n 是大于 1 的奇整数)的切削工具。在旋转的工件的每旋转一圈期间,切削工具应当前进距离 $2P$ 。

[0051] 上述工件可以用作微复制工具,以制造微复制型的制品,例如光学膜。为了确保光学膜当放置在诸如 LCD 的光学装置附近时不会产生不期望的光学效应(如,波纹图案、光耦合等等),期望的是在光学膜中制造精确的结构。为了在光学膜中制造精确的图案结构,重要的是利用具有精确凹槽图案的微复制工具制造光学膜。如果期望在工件中制造高度精确的凹槽图案,其中精确地控制凹槽之间的节距(P),那么还应当精确地控制用来制造微复制工具的切削工具的双切削刀头之间的距离 Y。例如,假定工件中的所需图案包括以节距 P 和与 P 的最大可接受偏差 $\pm \Delta$ 分隔开的相邻结构。假定双刀头切削工具用来制造该图案,那么应当设定第一和第二切削刀头之间的距离 $Y = nP$,其中 n 是大于 ε / Δ 的整数,其中 ε 是在第一和第二切削刀头之间实现所需间距的精度。如果第一和第二切削刀头之间的实际距离为 S,那么为了制造具有节距为 P 的凹槽的工件,工件每旋转一圈,切削工具应当相对于旋转的工件沿着侧向前进距离 $2P'$,其中 $P' = S/n$ 。

[0052] 例如,假定工件中的所需节距(P)为 $50 \mu m$, P 的最大变化(Δ)为 $\pm 0.1 \mu m$ 。假定切削工具的双切削刀头之间的距离 $Y = nP$ 的误差 ε 为 $10 \mu m$ 。因此, n 应当大于 ε / Δ , 或 $10 \mu m / 0.1 \mu m$, 或大于 100。如果 n 选择为 111,那么双切削刀头之间的实际间距 S 为 $(111)(50 \mu m) = 5550 \mu m$ 。因为 S 实际上为大约 $5560 \mu m$,所以实际节距 P' 应当选择为 $5560 \mu m / 111$ 或 $50.09 \mu m$ 。对于 $5560 \mu m$ 的切削刀头间距,工件每旋转一圈,切削工具应当前进侧向距离 $2P'$,以在工件表面上提供具有相同高度、相同基部宽度和对称侧壁的棱柱结构阵列。

[0053] 上述飞切、横向进给和螺纹切削方法为制造微复制工具提供了极大的灵活性。例如,当导光膜的微复制表面接触另一个膜的表面时,在光学显示器中可以出现“光耦合”,从

而引起在整个显示表面区域上的光强度发生变化。为了减轻光耦合效应,双刀头切削工具可以用来在工件 450 的表面 451 中切削凹槽,如图 6A-C 所示。该工具(未示出)具有间隔开的距离为 $8P$ 的两个切削刀头,并且在工件 450 的第一旋转期间,从第一起始位置 452 切削凹槽 $\alpha 1$ 和 $\beta 1$,每个凹槽都具有深度 $d1$ 。在工件 450 的第二旋转期间,工具侧向地前进距离 $2(8P) = 16P$,以切削凹槽 $\alpha 2$ 和 $\beta 2$,每个凹槽也都具有深度 $d1$ (图 6A 中未示出)。参见图 6B,在为达到表面 451 的端部所需的重复这个次序 n 次之后,工具返回至第二起始位置 454,该第二起始位置 454 与第一起始位置 452 偏移距离 P 。在工件 450 的第一后续旋转期间,工具切削凹槽 $\alpha 1'$ 和 $\beta 1'$,每个凹槽分隔开 $8P$ 并且具有深度 $d2 < d1$ 。在工件 450 的第二旋转期间,工具侧向地前进距离 $2(8P) = 16P$,以切削凹槽 $\alpha 2'$ 和 $\beta 2'$,每个凹槽也都具有深度 $d2 < d1$ (图 6B 中未示出)。参见图 6C,在为达到表面 451 的端部所需的重复这个次序 n 次之后,工具返回至第三起始位置 456,该第三起始位置 456 与第二起始位置 454 偏移距离 P 。在工件 450 的第一后续旋转期间,工具切削凹槽 $\alpha 1''$ 和 $\beta 1''$,每个凹槽分隔开 $8P$ 并且具有深度 $d2 < d3 < d1$ 。在工件 450 的第二旋转期间,工具侧向地前进距离 $2(8P) = 16P$,以切削凹槽 $\alpha 2''$ 和 $\beta 2''$,每个凹槽也都具有深度 $d2 < d3 < d1$ (图 6C 中未示出)。然后,工具可以返回至第四起始位置,第四起始位置与凹槽 $\alpha 1''$ 偏移距离 P ,并且该工艺可以为完全加工表面 451 而必要地持续 n 次。所得到的工具的凹槽具有变化的深度 $d2 < d3 < d1$,并且当由该工具制成的光学膜用在光学显示器中时,这个变化的深度可以用来减轻光耦合效应。

[0054] 在图 7A 所示的另一个实例中,切削工具 520 的一部分包括工具安装结构 524,该工具安装结构具有刀柄 522、523 和 525。每个刀柄 522、523、525 分别包括切削刀头 528、529 和 531。切削刀头 528、529 每个都具有高度 $h1$,这将在切削刀头 528、529 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 $d1$ 的凹槽(图 7A 中未示出)。切削刀头 528、529 被倒圆,这将在工件中加工每个深度为 $d1$ 的凹槽中的圆形槽。在切削工具 520 中,切削刀头 528、529 分隔开两个节距 P 的距离,即在式 $Y = nP$ 中, $n = 2$, 且 $Y = 2P$ 。从而,工件中的具有圆形槽的深度为 $d1$ 的凹槽将分隔开距离 $2P$ 。切削刀头 531 具有高度 $h2$,该高度 $h2$ 小于 $h1$,这将在切削刀头 531 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 $h2$ 的凹槽。切削刀头 531 是尖形的,这将在工件中加工每个深度为 $d2$ 的凹槽中的 V 形槽。在切削工具 520 中,切削刀头 531 分隔开两个节距 P 的距离,即在式 $Y = nP$ 中, $n = 2$, 且 $Y = 2P$ 。从而,工件中的具有 V 形槽的深度为 $d2$ 的凹槽还将分隔开距离 $2P$ 。

[0055] 在使用时,工件每旋转一圈,工具 520 将前进距离 $2(2P) = 4P$,所得的凹槽图案将包括间隔开距离 $2P$ 的具有圆形槽的深度为 $d1$ 的凹槽,每个凹槽被深度为 $d2$ 的 V 形凹槽分隔开。V 形凹槽也将分隔开距离 $2P$ 。包括与该凹槽图案对应的肋的结构图案的光学膜具有优良的抗划痕性能。

[0056] 在图 7B 所示的另一个实例中,切削工具 620 的一部分包括工具安装结构 624,该工具安装结构具有刀柄 622、623 和 625A-C。每个刀柄 622、623、625 分别包括切削刀头 628、629 和 631A-C。切削刀头 628、629 每个都具有高度 $h1$,这将在切削刀头 628、629 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 $d1$ 的凹槽(图 7B 中未示出)。切削刀头 628、629 包括横跨距离为 $d3$ 的平刀头,这将在工件中在深度为 $d1$ 的每个凹槽的底部处加工宽度为距离 $d3$ 的平槽。在切削工具 620 中,切削刀头 628、629 分隔开 4 个节距 P 的距离,即在式 $Y = nP$

中, $n = 4$, 且 $Y = 4P$ 。由此, 工件中的具有圆形槽的深度为 d_1 的凹槽将分隔开距离 $4P$ 。切削刀头 631A-C 具有高度 h_2 , 该高度 h_2 小于 h_1 , 这将在切削刀头 631A-C 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 h_2 的凹槽。切削刀头 631A-C 是尖形的, 这将在工件中加工每个深度为 d_2 的凹槽中的 V 形槽。在切削工具 620 中, 切削刀头 631A-C 分隔开一个节距 P 的距离, 即在式 $Y = nP$ 中, $n = 1$, 且 $Y = P$ 。由此, 工件中的具有 V 形槽的深度为 d_2 的凹槽还将分隔开距离 P 。

[0057] 在使用时, 工件每旋转一圈, 工具 620 将前进距离 $2(4P) = 8P$, 所得的凹槽图案将包括间隔开距离 $4P$ 的具有平槽的深度为 d_1 的凹槽, 每个凹槽被深度为 d_2 的三个 V 形凹槽分隔开。V 形凹槽将分隔开距离 P 。例如, 如果利用图 7B 所示的工具形成第一光学膜, 那么粘合剂可以施加到通过切削刀头 628、629 形成的肋上。然后, 具有相同或类似凹槽图案的第二光学膜可以施加在第一光学膜上, 第二光学膜中凹槽的纵向轴向定位成与第一光学膜中凹槽的纵向轴线正交。然后, 所得的层合结构可以放置在光学显示装置中。

[0058] 在图 8 所示的另一个实例中, 切削工具 720 的一部分包括工具安装结构 724, 该工具安装结构具有刀柄 722A-B、723A-B 和 725A-B。每个刀柄 722A-B、723A-B、725A-B 分别包括切削刀头 728A-B、729A-B 和 731A-B。所有的切削刀头都具有高度 h_1 , 这将在切削刀头接合工件的表面时形成具有相同切削深度 d_1 的凹槽 (图 8 中未示出)。切削刀头 728A-B 具有夹角 θ_1 , 切削刀头 731A-B 具有夹角 θ_2 , 切削刀头 729A-B 具有夹角 θ_3 , θ_1 、 θ_2 和 θ_3 中每个都是不同的。每个切削刀头都将在工件中加工大致为 V 形的凹槽, 但是每个凹槽都将具有略微不同的角度。在切削工具 720 中, 切削刀头 728A-B、729A-B 和 731A-B 每个都分隔开 3 个节距 P 的距离, 即在式 $Y = nP$ 中, $n = 3$, 且 $Y = 3P$ 。

[0059] 在使用时, 为了提供一个起始切削, 工件每旋转一圈, 工具 720 将前进距离 $2P$, 所得的凹槽图案将包括三个凹槽为一组的组, 每个凹槽分隔开 P 并且具有不同的 V 形夹角。每第三个凹槽将具有相同的夹角。

[0060] 在图 9 所示的另一个实例中, 切削工具 820 的一部分包括工具安装结构 824, 该工具安装结构具有刀柄 822 和 823。每个刀柄 822、823 分别包括切削刀头 828、829。切削刀头 828 每个都具有高度 h_1 , 这将在切削刀头 828 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 d_1 的凹槽 (图 9 中未示出)。切削刀头 828 为 V 形, 这将在工件中加工每个深度为 d_1 的凹槽中的 V 形槽。在切削工具 820 中, 切削刀头 828、829 分隔开两个节距 P 的距离, 即在式 $Y = nP$ 中, $n = 2$, 且 $Y = 2P$ 。从而, 工件中的具有 V 形槽的深度为 d_1 的凹槽将分隔开距离 $2P$ 。切削刀头 829 具有高度 h_2 , 该高度 h_2 小于 h_1 , 这将在切削刀头 829 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 h_2 的凹槽。切削刀头 829 被倒圆, 这将在工件中加工每个深度为 d_2 的凹槽中的圆形槽。在切削工具 820 中, 切削刀头 829 也分隔开两个节距 P 的距离, 即在式 $Y = nP$ 中, $n = 2$, 且 $Y = 2P$ 。从而, 工件中的具有圆形槽的深度为 d_2 的凹槽也将分隔开距离 $2P$ 。

[0061] 在使用时, 工件每旋转一圈, 图 9 中的工具 820 将前进距离 $2(2P) = 4P$, 所得的凹槽图案将包括间隔开距离 $2P$ 的具有 V 形槽的深度为 d_1 的凹槽, 每个凹槽被具有圆形槽的深度为 d_2 的凹槽分隔开。具有圆形槽的凹槽也将分隔开距离 $2P$ 。

[0062] 在图 10 所示的另一个实例中, 切削工具 920 的一部分包括工具安装结构 924, 该工具安装结构具有刀柄 922、923 和 925A-C。每个刀柄 922、923、925 分别包括切削刀头 928、

929 和 931A-C。切削刀头 928、929 每个都具有高度 h_1 ，这将在切削刀头 928、929 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 d_1 的凹槽（图 10 中未示出）。切削刀头 928、929 包括宽度为 d_3 的平刀头，这将在工件中在深度为 d_1 的每个凹槽的底部处加工宽度为距离 d_3 的平槽。在切削工具 920 中，切削刀头 928、929 分隔开 4 个节距 P 的距离，即在式 $Y = nP$ 中， $n = 4$ ，且 $Y = 4P$ 。从而，工件中的具有圆形槽的深度为 d_1 的凹槽将分隔开距离 $4P$ 。切削刀头 931A-C 具有高度 h_2 ，该高度 h_2 小于 h_1 ，这将在切削刀头 931A-C 接合工件的表面时形成具有相同切削深度 h_2 的凹槽。切削刀头 931A-C 被倒圆，这将在工件中加工每个深度为 d_2 的凹槽中的圆形槽。在切削工具 920 中，切削刀头 931A-C 分隔开一个节距 P 的距离，即在式 $Y = nP$ 中， $n = 1$ ，且 $Y = P$ 。从而，工件中的具有圆形槽的深度为 d_2 的凹槽也将分隔开距离 P 。

[0063] 在使用时，工件每旋转一圈，工具 920 将前进距离 $2(4P) = 8P$ ，所得的凹槽图案将包括间隔开距离 $4P$ 的具有平槽的深度为 d_1 的凹槽，每个凹槽被具有三个圆形槽的深度为 d_2 的凹槽分隔开。具有圆形槽的凹槽将分隔开距离 P 。包括与该凹槽图案对应的肋和透镜状元件的结构图案的光学膜对光学显示装置中相邻的膜具有优良的附着性。

[0064] 多刀头工具还可以与螺纹和横向进给切削组合使用，以提供具有独特图案的微复制工具，这可以形成具有所需光学效应的光学膜。例如，假定图 5A 中所示的切削工具 320 用在图 5B-5F 详细说明了的螺纹切削工序中，来加工具有凹槽的工件。在一个实施例中，工件可以是浇注辊，其可以用来制造光学膜，该光学膜具有与辊中的凹槽图案相对应的升起的肋状结构的阵列。该肋具有基本恒定的高度，图 11A 中示出了这样的光学膜 100 的实例。

[0065] 然而，假定利用图 5A 的工具 320 加工浇注辊，但是该工具 320 通过快速工具伺服器进行振动。在一个实施例中，所得的光学膜将具有与图 11B 的膜 102 类似的外观，包括波动的成对的分隔开 $3P$ 的波动（高度变化）凹槽，每个凹槽被高度基本上恒定的 2 个 V 形凹槽分隔开。高度基本上恒定的凹槽中的每个都分隔开 P 。

[0066] 在图 11C 所示的另一个实施例中，再次假定利用图 5A 的工具 320 加工浇注辊，这可以形成具有肋阵列的光学膜 106，每个肋都具有第一区域 107，第一区域 107 具有基本上恒定的高度 h_1 。然而，在选择间隔（其可以是规则的、伪规则的或无规的）处，工具 320 被横向进给距离 d 而进一步进入到工件中，以在每个肋上形成高度为 $h_2 = h_1 + d$ 的至少一个第二区域 108。因为工具 320 上的切削刀头间隔开 $3P$ 的距离，所以每第三个肋上的第二区域 108 将线性地配准，即与例如膜边缘的基准点具有基本上相同的距离。然而，每对第三个肋之间的两个肋将具有与第三个肋对上的肋非线性配准的第二区域（或者第三肋对之间的肋甚至可以完全没有第二区域）。例如，在图 11C 中，第二区域 108A 与膜边缘处的基准点 110 的距离为 x_1 ，第二区域 108B 与基准点 110 的距离为 x_2 ，第二区域 108C 与基准点 110 的距离为 x_3 ，其中 $x_1 \neq x_2 \neq x_3$ 。第二区域的这样的布置减轻了或者基本上消除了光耦合，同时当膜用在显示装置中时基本上保持了膜的光学增益。

[0067] 图 12A 中示出了另一种切削工具 1100，其包括多个切削刀头 1102、1104、1106 和 1108。切削刀头 1104、1106、1108 具有高度 h_1 ，同时切削刀头 1102 具有高度 $h_2 > h_1$ 。切削刀头 1102 还包括具有宽度 w 的平的切削区域，切削工具的总宽度为 Y 。

[0068] 参见图 12B，利用切削工具 1100 的第一切削道次在基质 1110 中产生具有 V 形横截面且深度为 d_1 的三个基本上相同的凹槽 β_1 、 γ_1 、 δ_1 ，其中切削刀头 1104 切削凹槽 β_1 ，

切削刀头 1106 切削凹槽 γ 1, 切削刀头 1108 切削凹槽 δ 1。切削工具 1100 上的切削刀头 1102 产生大致 V 形的凹槽 α 1, 该凹槽具有宽度为 w 的平的“底部”并且具有深度 $d2 > d1$ 。

[0069] 参见图 12C, 在第二切削道次中, 切削工具 1100 前进的侧向距离 Y 等于工具 1100 的总宽度。在第二切削道次中, 切削刀头 1102 切削到已有的凹槽 δ 1 中, 并且增加具有深度 $d2$ 的平的底部区域 1112。所得的凹槽包括两个初始凹槽 α 1 和 δ 1 的结构, 并且第二切削道次形成复合凹槽, 该复合凹槽具有切削工具 1100 上的第一切削刀头 1102 和最后一个切削刀头 1108 的附加结构。在第二切削道次中, 切削刀头 1104、1106 和 1108 还分别形成 V 形凹槽 β 2、 γ 2、 δ 2, 每个都具有深度 $d1$ 。在接下来的切削道次中, 切削工具 1100 将再次前进侧向距离 Y , 并且不计算第一凹槽 α 1, 平的底部结构将增加到每第三个凹槽 δ n 中。

[0070] 图 13A 是切削工具 1200 的剖视图, 该切削工具 1200 包括 6 个切削刀头 1202、1204、1206、1208、1210 和 1212, 每个都具有不同的形状、宽度和高度。例如, 切削工具 1204 具有高度 $h1$, 而切削刀头 1206 具有高度 $h2 > h1$ 。切削刀头 1212 具有高度 $h3 < h1 < h3$ 。在切削工具 1200 的所有切削刀头中, 切削刀头 1206 具有最大的总宽度 w 。切削工具 1200 的总宽度为 Y 。

[0071] 图 13B 是灌注材料的显微照片, 其示出了当工具 1200 用在如本文所述的多个起始切削工艺中时形成的图案。在第一切削道次中, 切削刀头 1202、1204、1206、1208、1210 和 1212 分别形成相应的凹槽 1302、1304、1306、1308、1310 和 1312。在第二切削道次中, 切削工具 1200 前进的距离 Y 等于工具的整个宽度, 以形成凹槽的第二布置, 在该第二布置中, 切削刀头 1202 形成凹槽 1322, 切削刀头 1204 形成凹槽 1324, 切削刀头 1206 形成凹槽 1326, 切削刀头 1208 形成凹槽 1328, 切削刀头 1210 形成凹槽 1330, 切削刀头 1212 形成凹槽 1332。使用这种切削技术, 切削刀头 1200 在每第六个凹槽中形成独特的凹槽形状。

[0072] 如上所述, 本发明适用于显示系统, 并且据信特别可用于减少具有多个光控膜的显示器和屏幕 (例如背光型显示器和背投式屏幕) 中的外观缺陷。因此, 不应认为本发明局限于上述具体实例, 而应当理解为涵盖如附带的权利要求书明确陈述的本发明的所有方面。本发明所属领域的技术人员在阅读本发明的说明书之后, 本发明可适用的各种修改形式、等同工艺以及众多结构将变得显而易见。权利要求书旨在涵盖这些修改形式和装置。

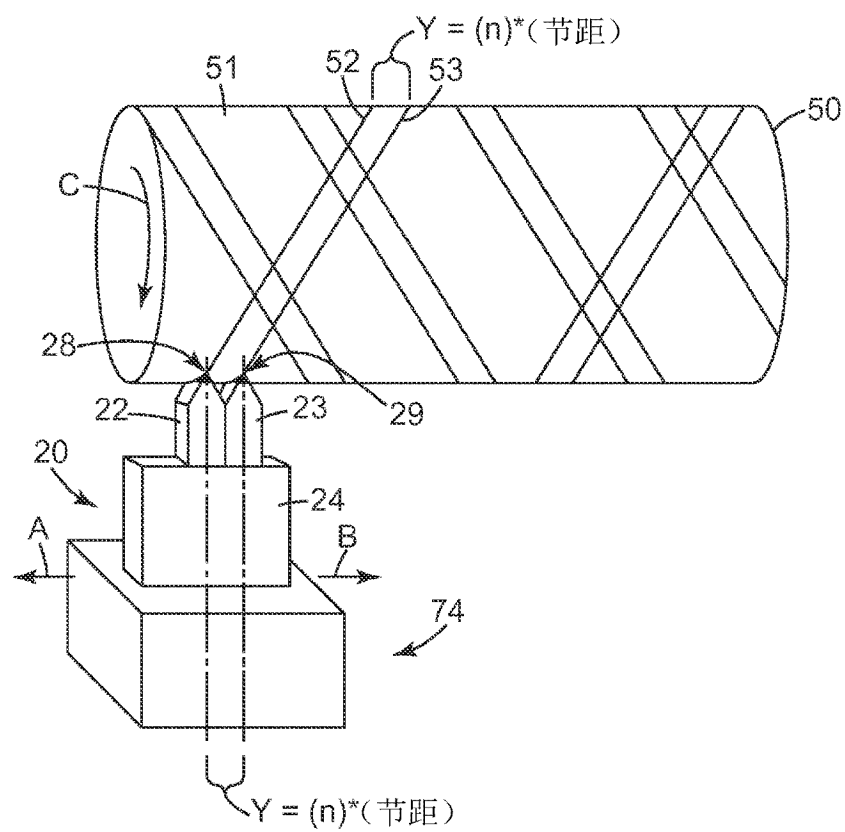


图 1

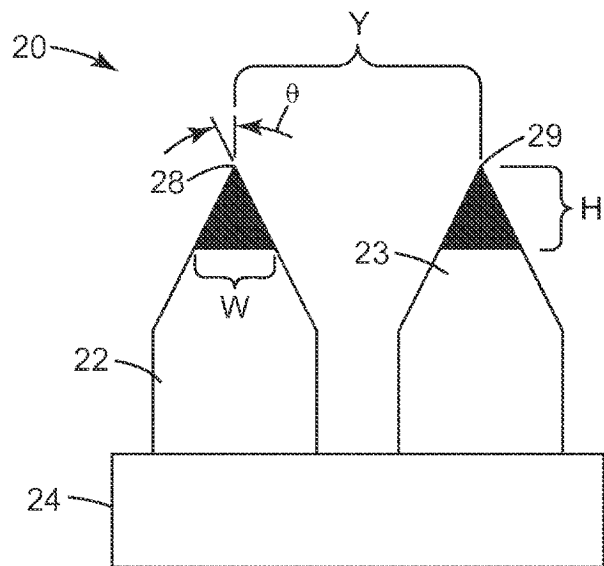


图 2

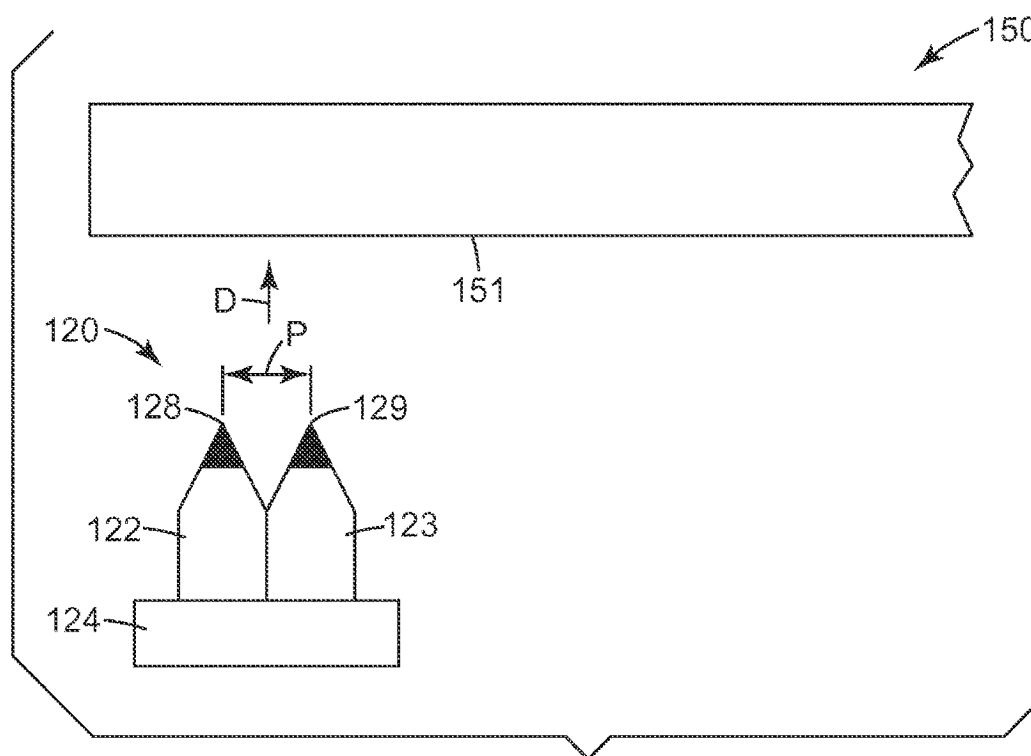


图 3A

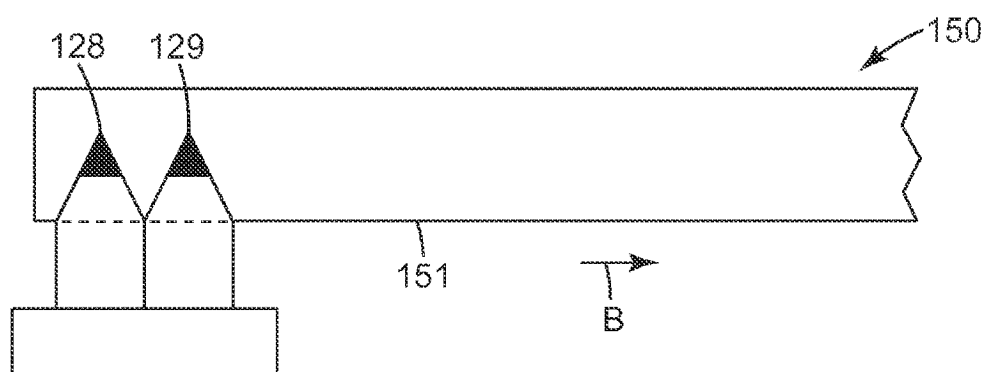


图 3B

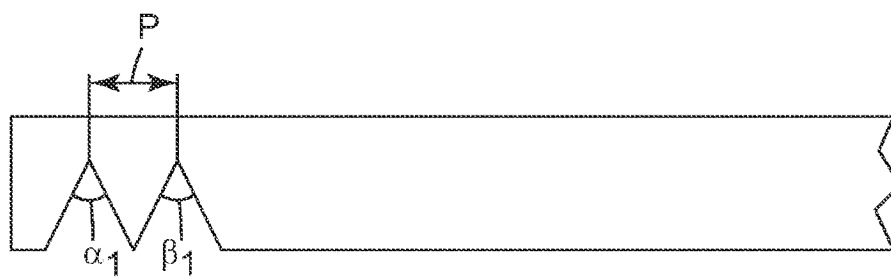


图 3C

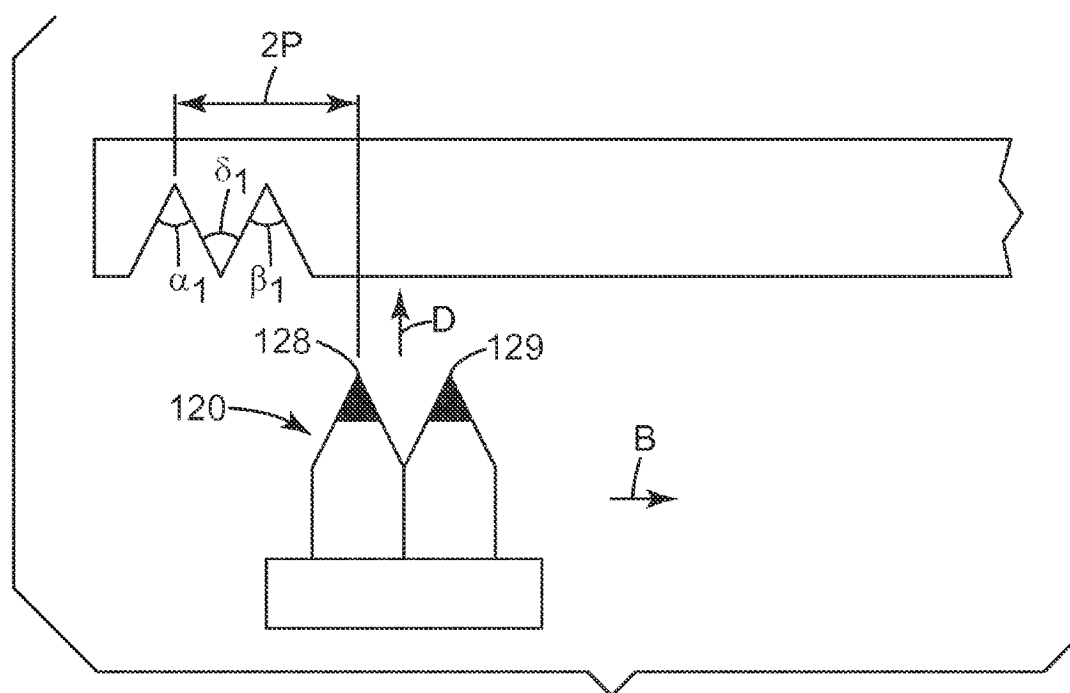


图 3D

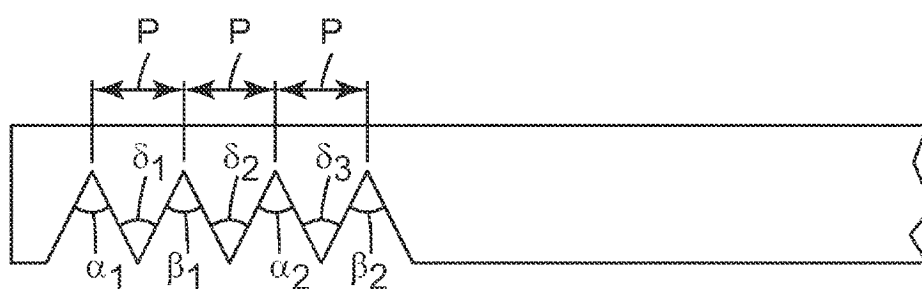


图 3E

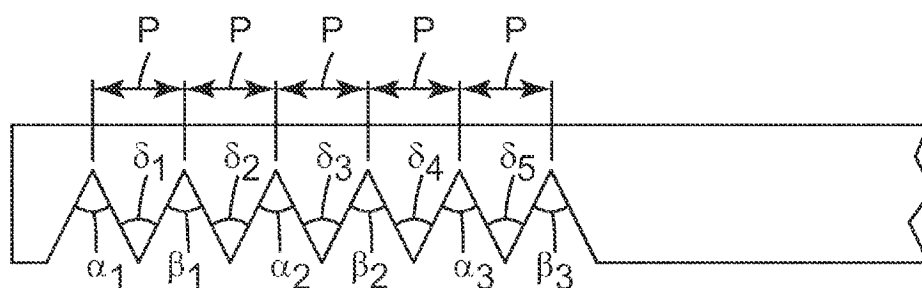


图 3F

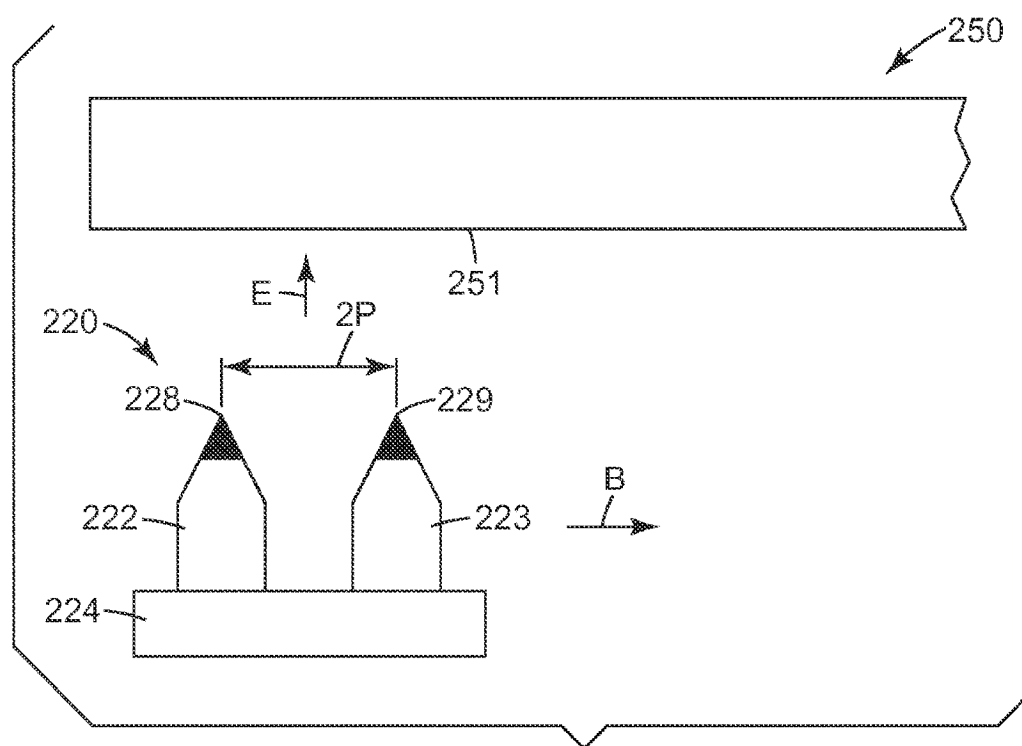


图 4A

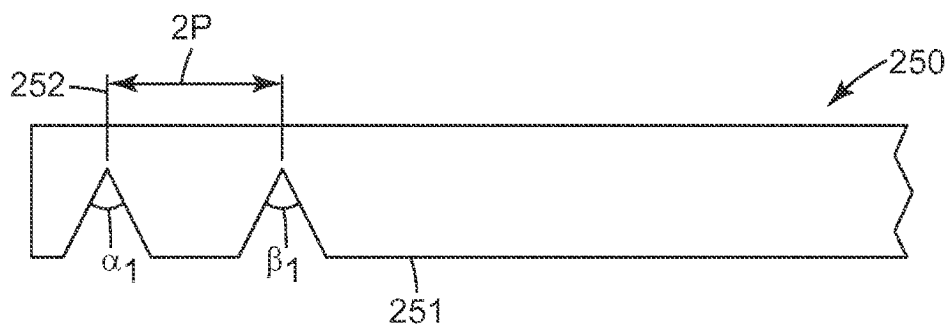


图 4B

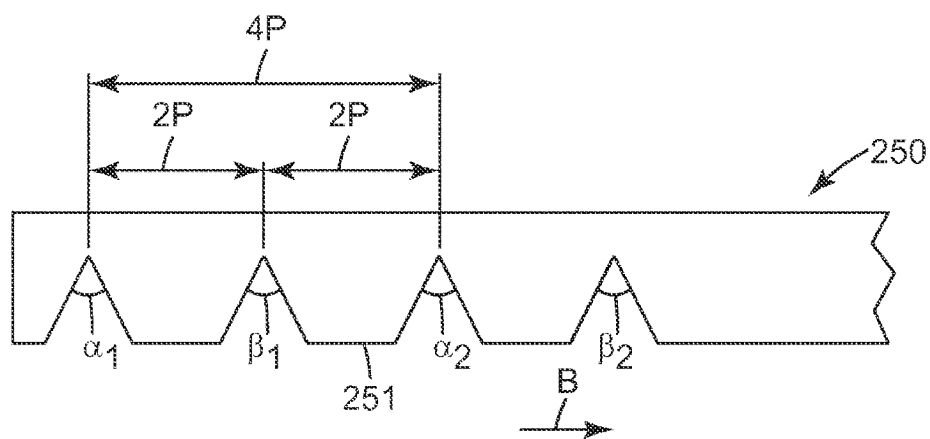


图 4C

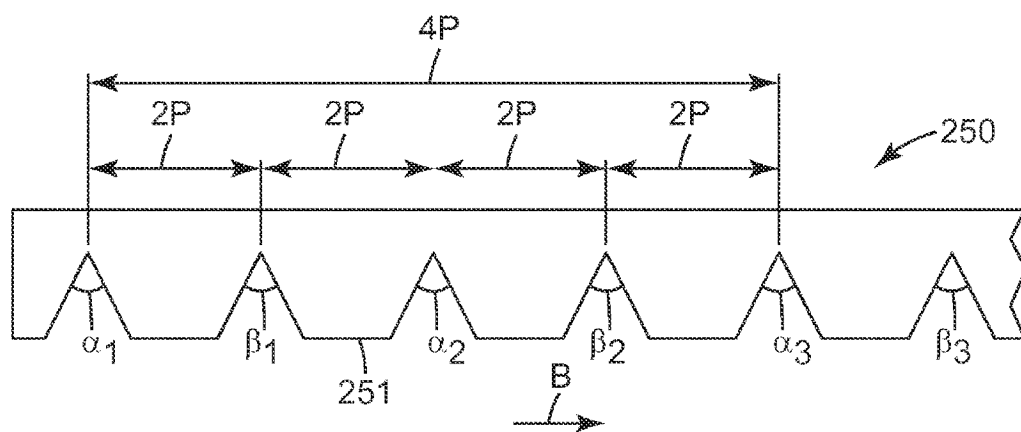


图 4D

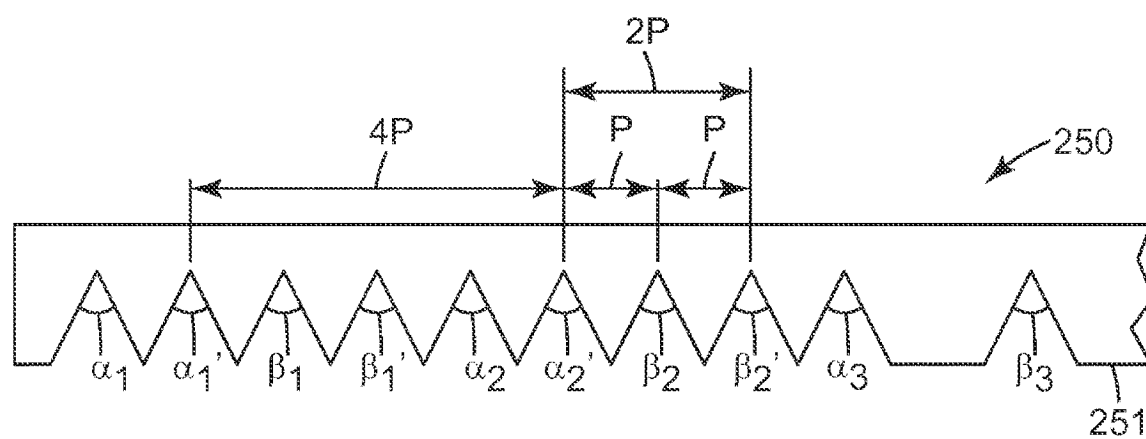


图 4G

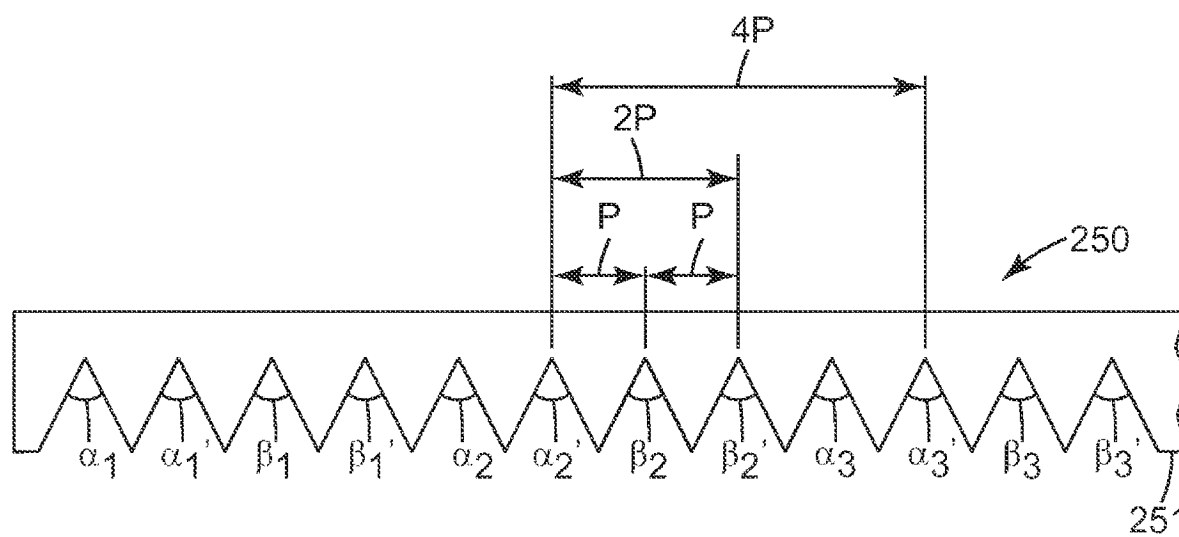


图 4H

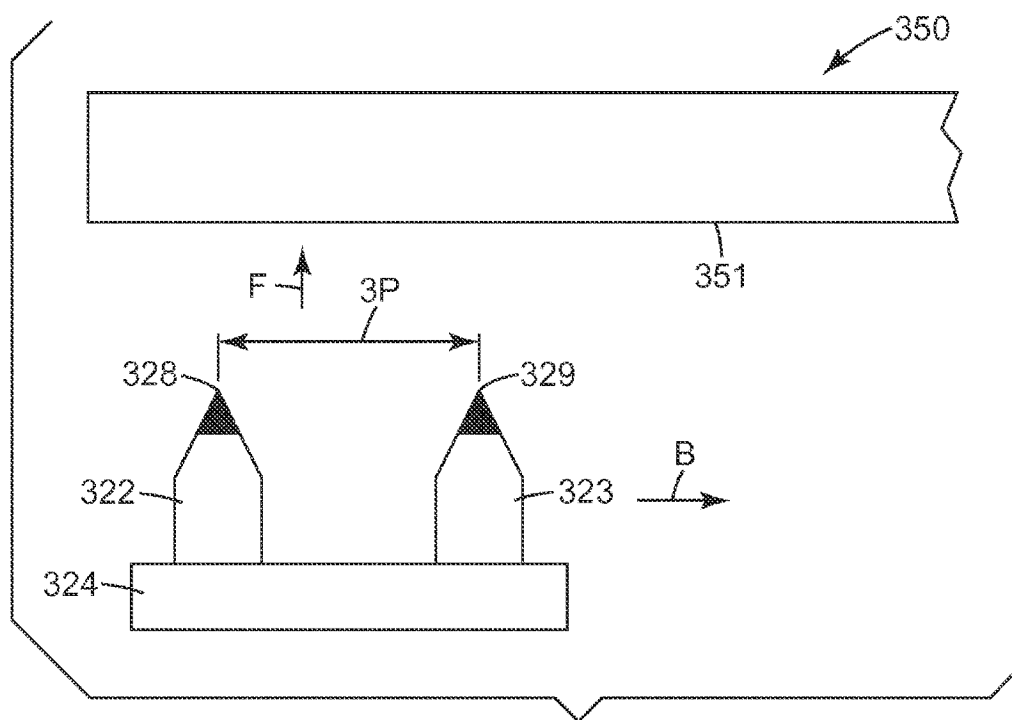


图 5A

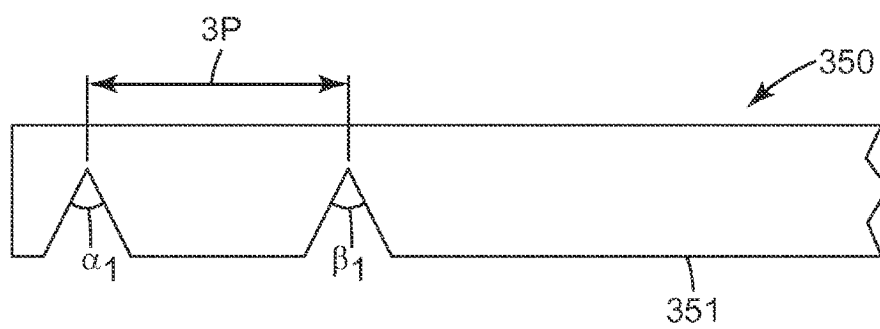


图 5B

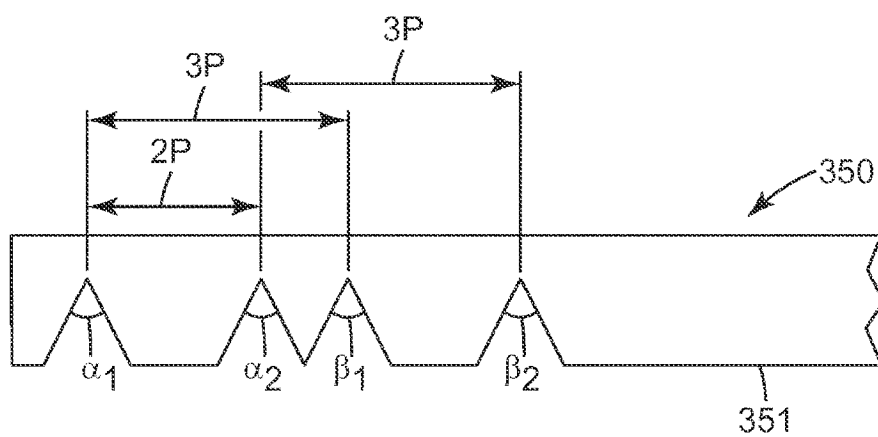


图 5C

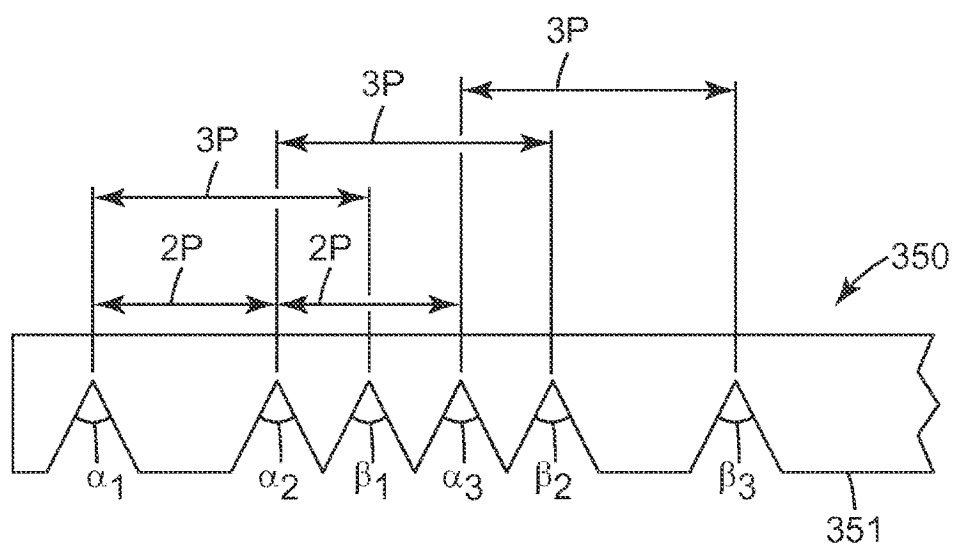


图 5D

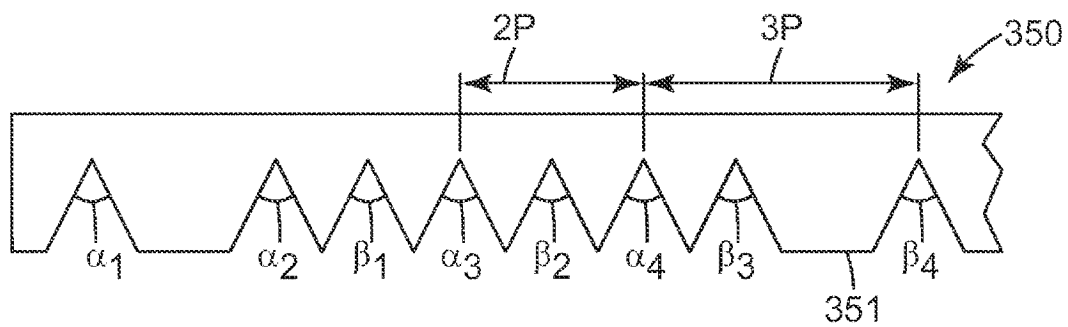


图 5E

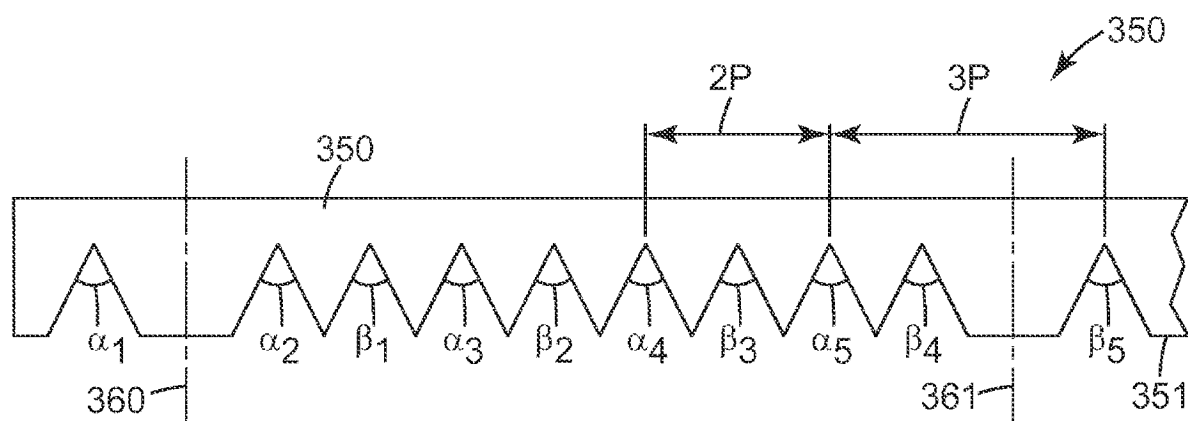


图 5F

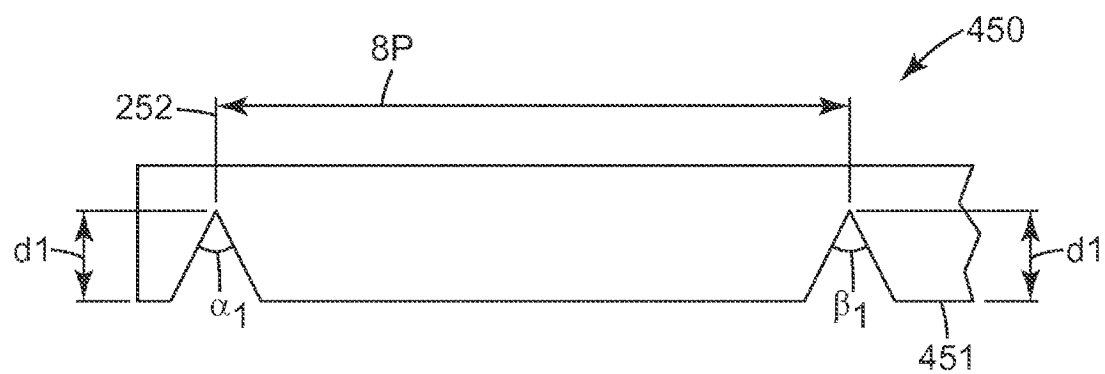


图 6A

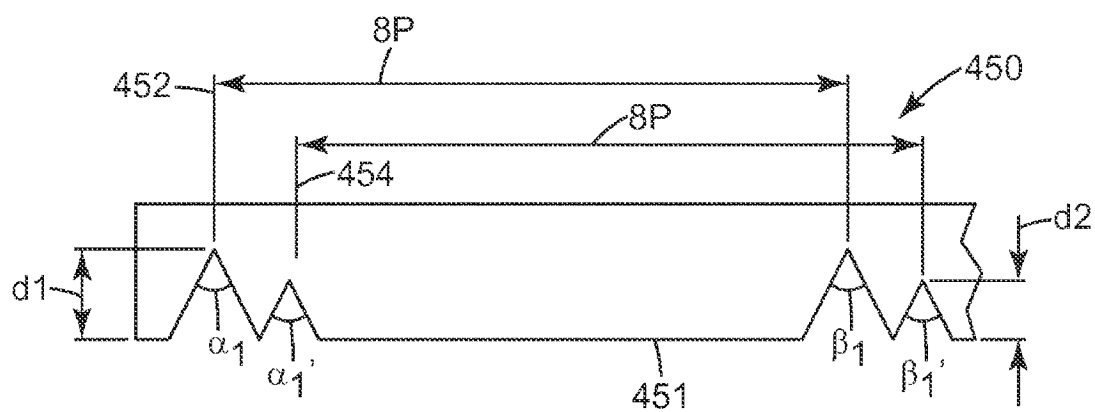


图 6B

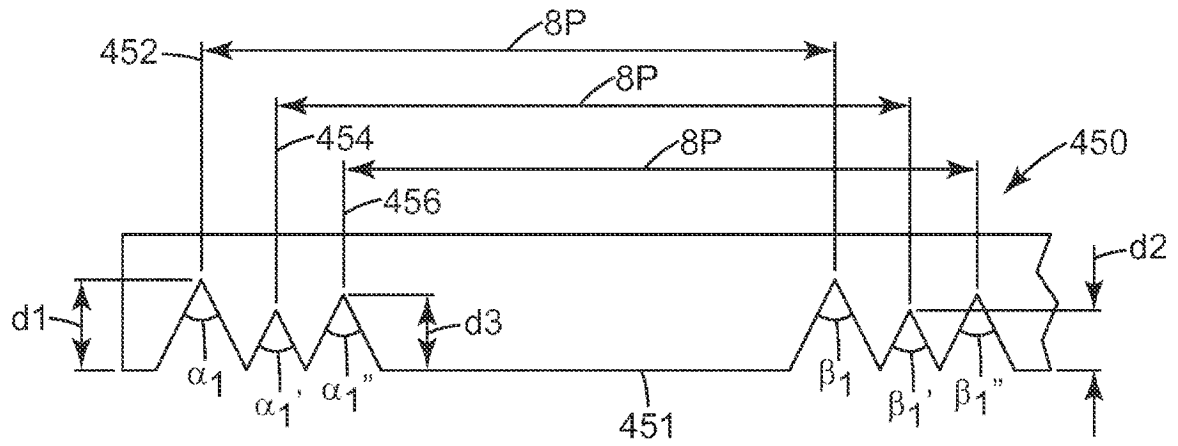


图 6C

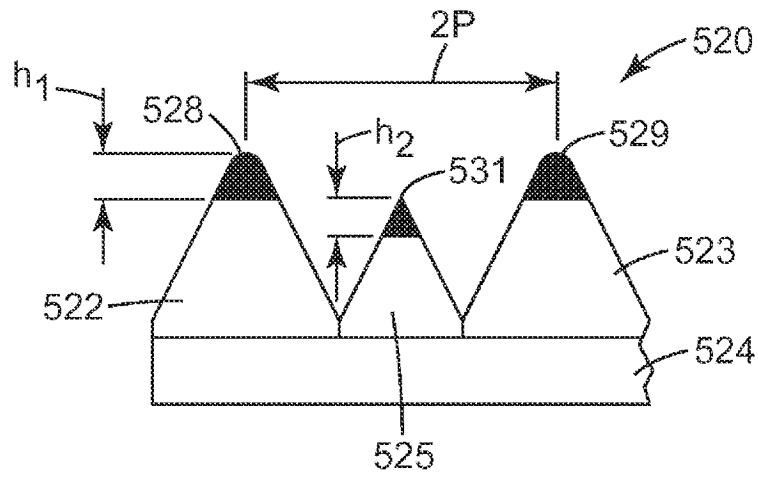


图 7A

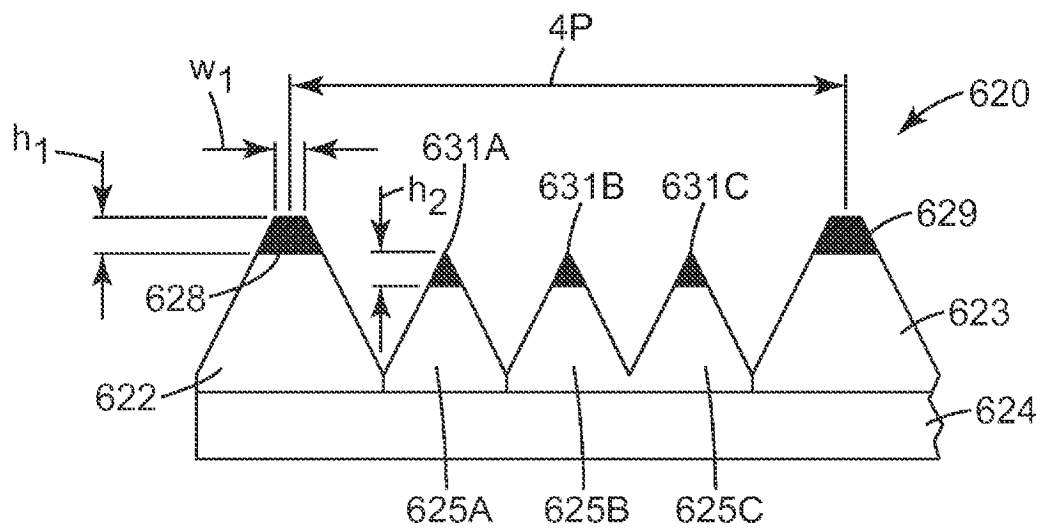


图 7B

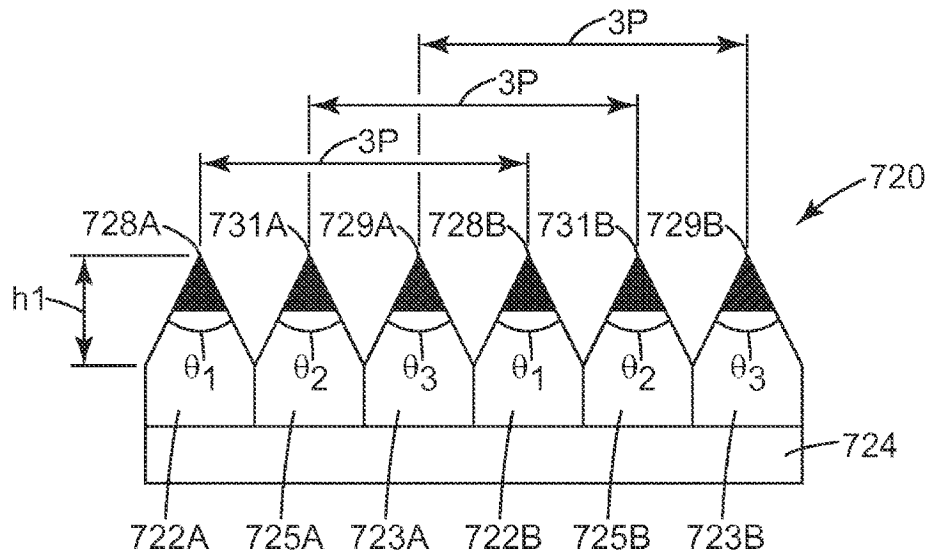


图 8

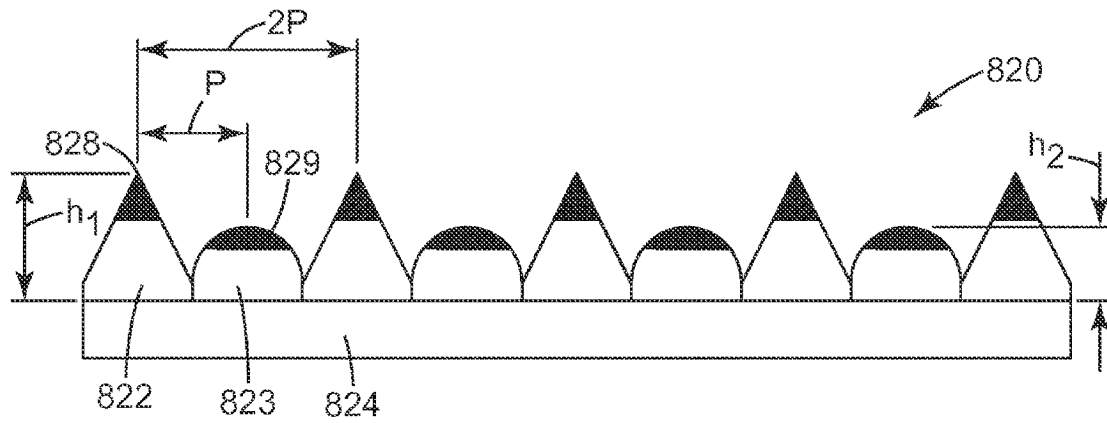


图 9

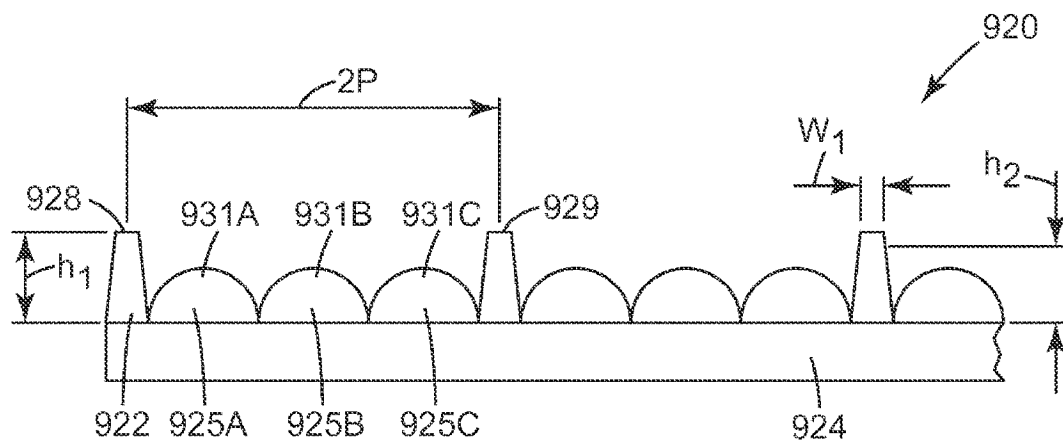


图 10

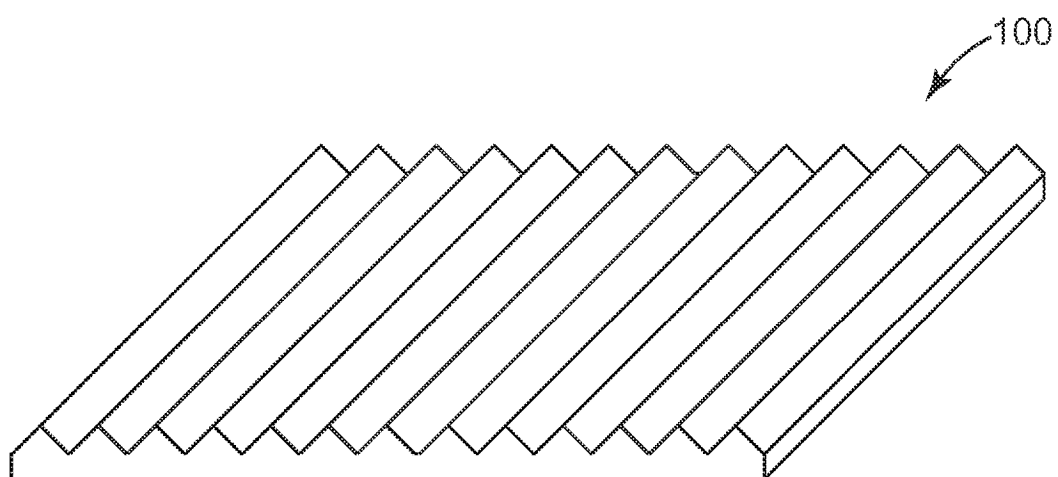


图 11A

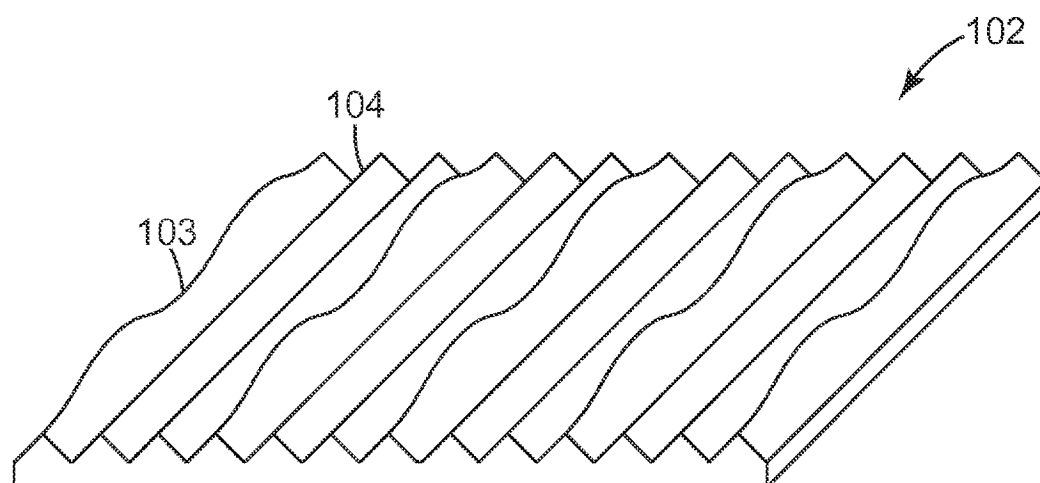


图 11B

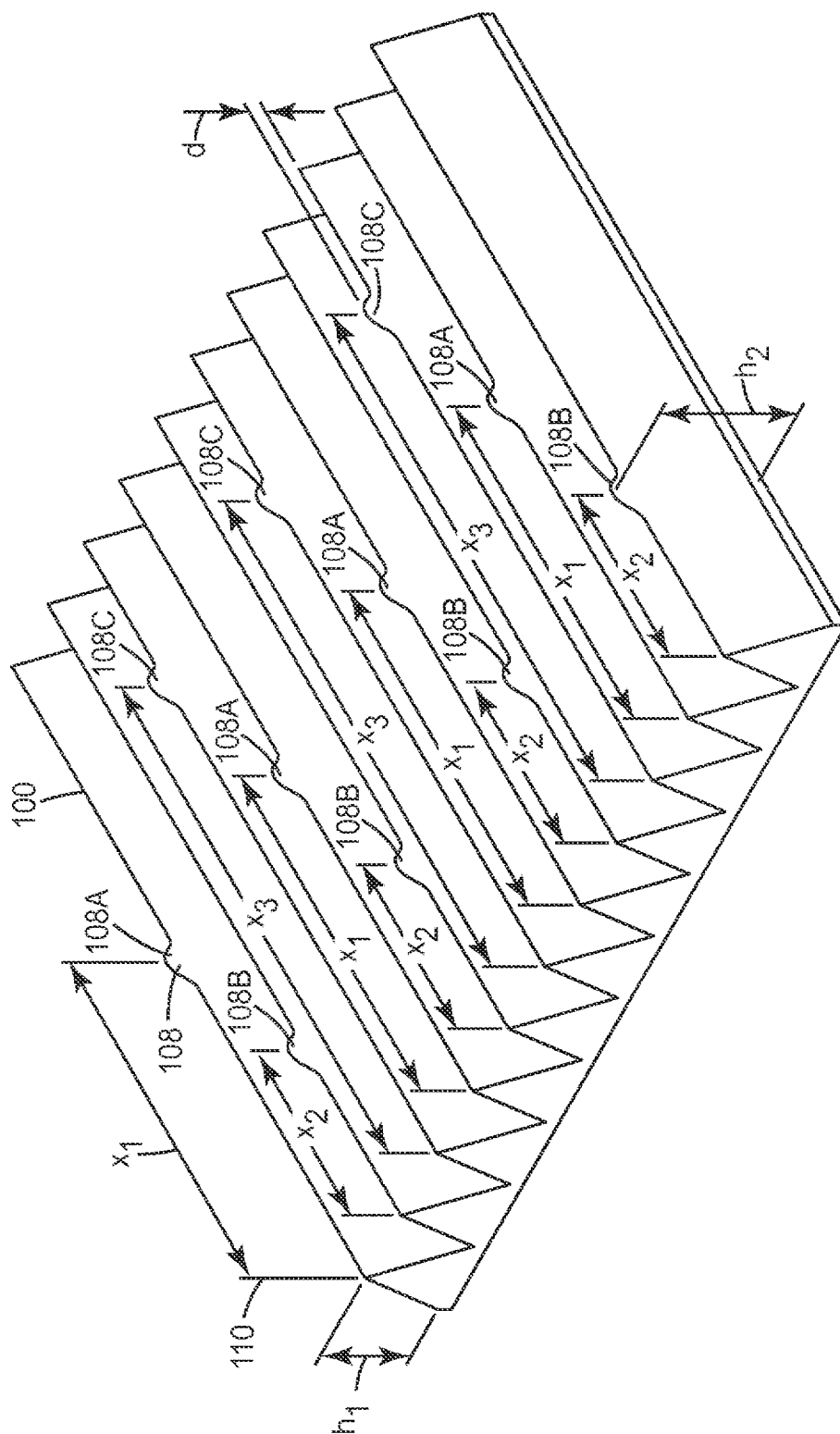


图 11C

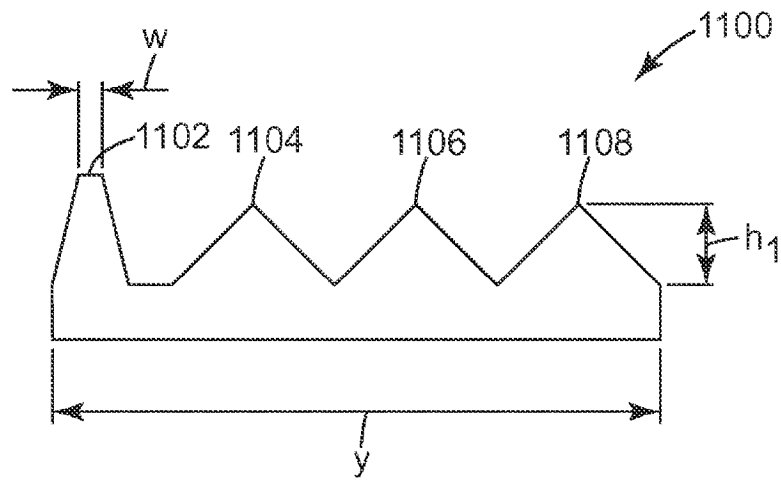


图 12A

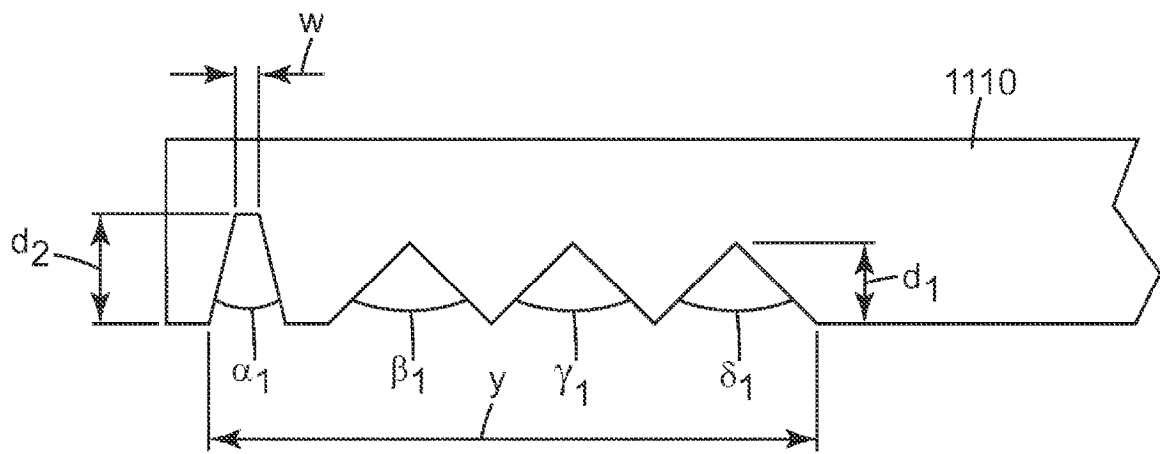


图 12B

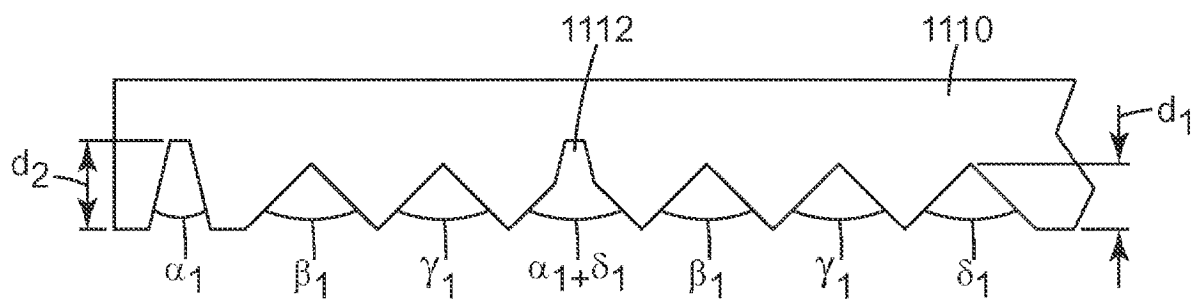


图 12C

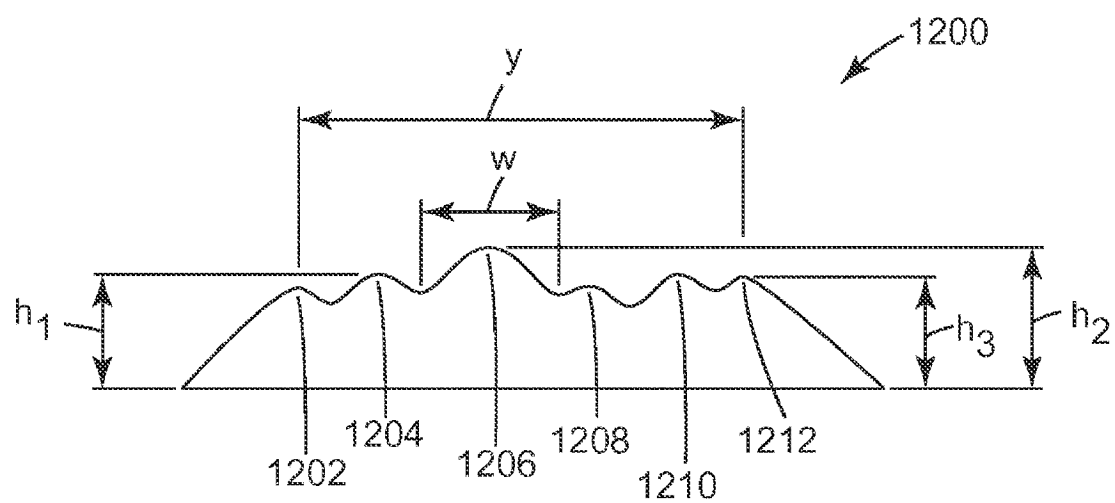


图 13A

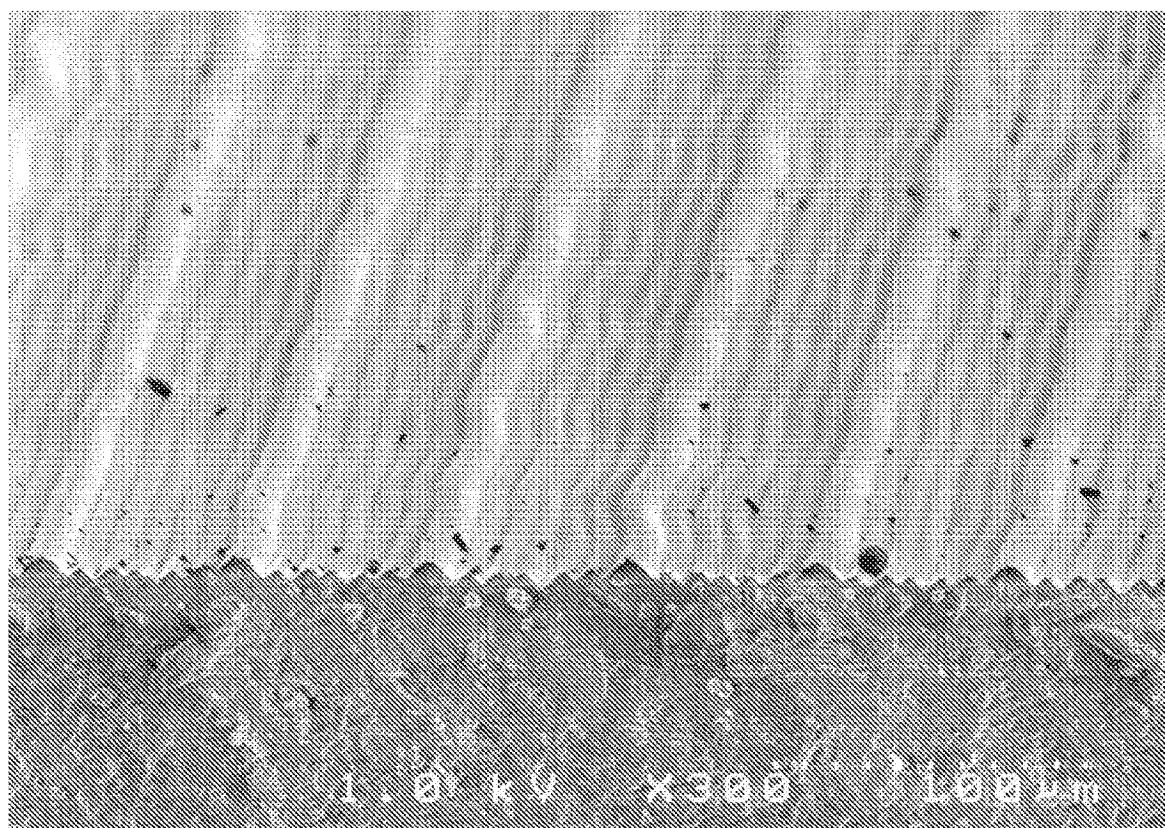


图 13B