



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102056733 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200980122170. 4

B29C 33/30 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 01. 27

B29C 33/38 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G02B 5/124 (2006. 01)

12/082, 416 2008. 04. 09 US

B23P 15/24 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/000522 2009. 01. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02009/126192 EN 2009. 10. 15

(71) 申请人 瑞弗莱克塞特股份有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 X-J·陆

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 任永武

(51) Int. Cl.

B29D 11/00 (2006. 01)

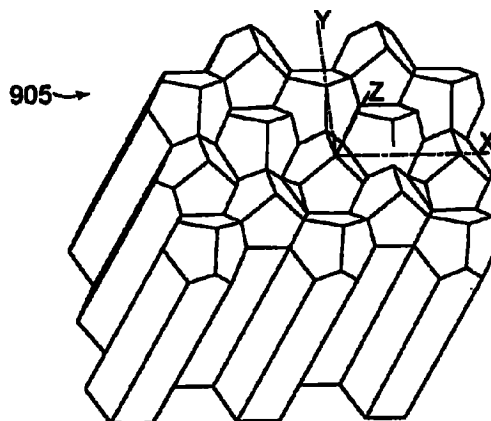
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 19 页

(54) 发明名称

用于进行精密金刚石车削以制作棱镜状模具及片材的基于销钉的方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于提供可大规模制造的回射材料或片材的系统及对应的使用方法, 该回射材料或片材的特点是具有全立体角销钉。可通过使用金刚石车削工具来提供该全立体角形状。金刚石车削工具可用于同时制造若干个销钉。销钉可用于形成以具有三角形或全立体角表面形态为特点的模具。



1. 一种制造用于形成回射片材的模具的方法,其特征在于,所述方法包括:
由多个销钉形成销钉束;
整平所述销钉束的顶面与底面;
使用金刚石车削工具对所述销钉束的所述顶面进行机加工,以在所述顶面上为每一销钉提供预定义的形状;
从所述销钉束中选择销钉子集以形成子集束,所述子集束中的每一销钉均具有相同的预定形状;以及
对所述子集束进行电成型加工,以提供所述模具。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,对所述顶面进行机加工还包括:
沿所述销钉束的所述顶面,使用所述金刚石车削工具沿三个轴线制作切口,所述三个轴线中的每一者均包括不同的方向及相关联的工具倾角。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述预定形状具有三个光滑的回射表面。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述预定形状是全立体角且所述三个工具倾角包括相等的值。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述销钉具有六边形横截面。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述全立体角包括六边形孔且所述立体角具有三个小平面,每一小平面均包括具有相等值的多边形边界。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述多边形是矩形、正方形或五边形。
8. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述销钉具有矩形横截面。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述全立体角包括矩形孔,且所述全立体角还包括第一小平面及第二小平面与第三小平面,所述第一小平面与所述第二小平面包括具有相等值的梯形边界,所述第三小平面则具有对称的多边形边界。
10. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述销钉具有圆形横截面。
11. 如权利要求 10 所述的方法,其特征在于,所述全立体角包括圆形孔,且所述全立体角还包括三个小平面,所述三个小平面具有包括 90° 中心角的相同圆形扇段边界。
12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述销钉具有约为 10 微米至 5000 微米的直径。
13. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述销钉是由选自由下列组成的群组的材料形成:聚乙烯、对苯二酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、黄铜、镍、铜、及铝。
14. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
规定金刚石车削工具的配置,所述配置选自由下列组成的群组:节距、倾角、切割角、及深度。
15. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,机加工还包括:
切割三组平行线,每一组平行线均处于不同的轴向上,所述三组中至少两组的节距具有相等的值,且所述三组的节距大于所述销钉束中每一销钉的尺寸横截面。
16. 一种制造用于形成回射片材的模具的装置,其特征在于,所述装置包括:
第一机械夹具,用以叠置多个销钉,所述销钉形成销钉束;
金刚石切削工具,用以对所述销钉束中每一销钉的顶面进行成型;
第二机械夹具,用以叠置所述多个成型销钉的子集,每一成型销钉均包括相同的预定

形状,从而形成子集销钉束;以及

电成型加工单元,用以对所述子集束进行电成型加工以提供所述模具。

17. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述金刚石切削工具还用以沿所述销钉束的所述顶面的三个轴线制作切口,所述三个轴线中的每一者均具有不同的方向及相关联的工具倾角。

18. 如权利要求 17 所述的装置,其特征在于,所述预定形状具有三个光滑的回射表面。

19. 如权利要求 17 所述的装置,其特征在于,所述预定形状是全立体角且所述三个工具倾角具有相等的值。

20. 如权利要求 19 所述的装置,其特征在于,所述销钉具有六边形横截面。

21. 如权利要求 20 所述的装置,其特征在于,所述全立体角包括六边形孔且所述立体角具有三个小平面,每一小平面对应具有相等值的多边形边界。

22. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于,所述多边形是矩形、正方形或五边形。

23. 如权利要求 19 所述的装置,其特征在于,所述销钉具有矩形横截面。

24. 如权利要求 23 所述的装置,其特征在于,所述全立体角包括矩形孔,且所述全立体角还包括第一小平面对应第二小平面对应第三小平面对应,所述第一小平面对应第二小平面对应具有相等值的梯形边界,所述第三小平面对应具有对称的多边形边界。

25. 如权利要求 19 所述的装置,其特征在于,所述销钉具有圆形横截面。

26. 如权利要求 25 所述的装置,其特征在于,所述全立体角包括圆形孔,且所述全立体角还包括三个小平面,所述三个小平面具有包括 90° 中心角的相同圆形扇段边界。

27. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述销钉具有约为 10 微米至 5000 微米的直径。

28. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述销钉是由选自下列组成的群组的材料形成:聚乙烯、对苯二酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、黄铜、镍、铜、及铝。

29. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述金刚石车削工具包括可调节的配置,所述可调节的配置选自下列组成的群组:节距、倾角、切割角、及深度

30. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述金刚石车削工具用以切割三组平行线,每一组平行线均处于不同的轴向上,所述三组中至少两组的节距具有相等的值,且所述三组的节距大于所述销钉束中每一销钉的尺寸横截面。

31. 一种用于在多个微销钉的顶面上对立体角进行成型的方法,其特征在于,所述方法包括:

由多个微销钉形成销钉束,使所述微销钉以平行构形进行取向;

使用金刚石车削工具在所述销钉束的顶面上制作至少三个切口;以及

由此在所述销钉束中所述微销钉的子集的所述顶面上形成立体角构形。

用于进行精密金刚石车削以制作棱镜状模具及片材的基于销钉的方法

[0001] 相关申请案

[0002] 本申请案主张优先于 2008 年 4 月 9 日提出申请的美国申请案第 12/082,416 号并且是该美国申请案的接续申请案。上述申请案的全部教导内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种制作回射片材模具的装置及对应的方法,特别是涉及一种制作用于形成可大规模制造的回射片材模具的装置及对应的方法。

背景技术

[0004] 回射材料用于日常生活中且可见于路面、路标、车辆及衣物中。回射材料用以将光或其它形式的辐射反射回发出源,而无论其入射角如何。

[0005] 一种常见类型的回射器是由立体角表面或微棱镜提供。通常使用两种类型的立体角:全立体角及三角形立体角。典型的全立体角具有三个正方形小平面及六边形孔。

[0006] 图 1A 例示全立体角 101 的反射特性。典型的全立体角具有三个正方形小平面 103、105 及 107。全立体角 101 具有六边形孔 109,当入射光处于 0° 入射角时,六边形孔 109 也是全立体角的有效区域。有效区域内的入射光被三个小平面 103、105 及 107 积极地反射,并可再次穿过有效区域而返回至入射方向。

[0007] 全立体角 101 可最佳地适合于其中入射角或入射光的角度介于 0° - 30° 之间的应用。在入射光的角度为 0° - 30° 的范围中,整个内部立体表面可充当回射器,其中整个六边形孔可被视为回射区域并且实质上所有入射光将通过三个小平面的三次内部反射而被回射。因此,无论入射光 102 是在何处照射到全立体角 101,在入射光的角度为 0° - 30° 的范围内通过孔进入全立体角的任何入射光 102 均可被回射。这使得全立体角能够沿与入射光 102 相比实质平行的路径来反射光 104,偏差仅大约为 0° - 2° 。回射光的偏差可取决于与由全立体角的三个小平面 103、105 及 107 相交而形成的 90° 角相关联的任何偏离。使用包括全立体角 101 微结构的模具所形成的回射制品可理想地用于某些情形。例如,对于欲用于例如公路标志、汽车或衣物等物品上的回射制品,全立体角回射器可较为理想,在这些物品上,在 0° - 30° 的入射角范围内,人们很可能会在 0° - 2° 的观察角内观看到从这些物体反射的光。

[0008] 相反,图 1B 例示三角形立体角 111 的反射特性。典型的三角形立体角可包括三个直角等腰小平面 113、115 及 117,并可具有等边三角形孔。由于三角形立体角是不对称的,因而 0° 入射光被三个小平面 113、115 及 117 回射时所穿过的三角形立体角的有效区域可由六边形区域 119 界定。该六边形区域 119 大约为三角形立体角的三角形孔的 $2/3$ 。三角形孔的剩余 $1/3$ 被称为多余区域。

[0009] 三角形立体角 111 可更佳地适合于入射光角度处于 30° - 60° 范围的其它应用,其中可加入多余区域而在光的回射中起作用。在入射角为 30° - 60° 的范围内,三角形

立体角的有效区域可大于全立体角的有效区域。三角形立体角 101 可理想地用于期望在 30° - 60° 入射角范围内观察到回射光的情形中。此种情形的实例可包括汽车驾驶员观看从巨大的架空标志、公路标志及人身安全装置反射的光。

[0010] 在一种方法中,这两种类型中任一类型的立体角均可由表面具有所期望形状的微结构的模具形成。于 2000 年 1 月 18 日颁予 Heenan 等人并受让于 Stimsonite 公司的美国专利第 6,015,214 号(本文中称为 Heenan)描述了第一种形成用于提供回射制品的微立体模具的方法。此方法使用叠置在一起的若干个薄板或垫片。然后,可使用金刚石切削工具在薄板堆叠的顶面上形成一组 90° V 型沟槽。然后,移动交替的各个薄板以提供全立体角构形。尽管所得到的经移动的立体角构形包含三个暴露的小平面,然而这三个小平面上仅有两个小平面足够光滑到具有反射性(参见 Heenan,图 3 至图 5)。

[0011] Heenan 还描述了第二种形成用于制作回射制品的模具的方法。在此第二方法中,通过在薄板堆叠中切割 V 型沟槽并使交替的薄板在旋转 180° 后相互毗连来形成回射立体角表面。第二方法中的微立体的构形能消除暴露的非反射小平面(Heenan,图 18 至图 21)。

[0012] 于 2001 年 3 月 27 日颁予 Rowland 等人并受让于 Reflexite 公司的美国专利第 6,206,525 号的图 1 及图 2 中还例示了金刚石车削法。于 2003 年 9 月 30 日颁予 Lu 等人并也受让于 Reflexite 公司的美国专利第 6,626,544 号的图 3 中也可见到对并非基于销钉的金刚石车削法的其它例示。

[0013] 形成用于制造回射制品的模具的第三种已知方法涉及使用销钉束。首先,以所期望的立体角形状,分别对“销钉束”中的每一单独的销钉进行机加工。然后,将分别机加工后的销钉捆扎在一起,以形成以具有许多立体角为特点的微立体表面构形。之后,可使用微立体表面构形来形成模具。

发明内容

[0014] 已有现有技术方法使用销钉束来提供用作模具的微立体表面。然而,销钉必须分别单独制造,导致成本高昂且费时。

[0015] 本发明提供一种制作用于形成可大规模制造的回射片材的模具的装置及对应的方法。该装置可包括第一机械夹具,其用以叠置多个销钉,使这些销钉形成销钉束。所叠置的销钉中的每一者均可具有规则的六边形横截面、圆形横截面或矩形横截面。销钉横截面还可具有不规则的六边形形状或椭圆形状。在机械夹具中所叠置的销钉中的每一者均可具有或不具有完全相同的横截面。

[0016] 利用金刚石车削的技术,可在销钉束的顶面上形成三组 V 型沟槽,以形成以具有预定形状为特点的微结构表面。可将一个或两个金刚石切削工具配置成具有期望的工具角,以对销钉束的顶面进行成型。预定形状可包括三个正交且光滑的反射表面。预定形状可以是全立体角,其中这三个工具角具有相等的值。三组沟槽的节距可大于销钉的尺寸。

[0017] 该装置还可包括第二机械夹具,用以叠置所述多个成型销钉的子集,每一成型销钉均包括相同的预定立体角形状,以形成子集销钉束。

[0018] 该装置还可包括电成型加工单元,用以对子集束进行电成型加工以提供模具。

[0019] 金刚石切削工具还可用以沿销钉束的顶面的三个轴线制作切口,这三个轴线中的每一者均具有不同的方向及相关联的工具角,对于这些切口中的至少两者,这些工具角可

不同或可相同。可采用多个金刚石切削工具在销钉束的顶面上制作切口。

[0020] 可将两个或三个切割图案应用于所期望的销钉束。每一切割图案均可包括三组节距、任两组切口之间的底角、以及工具角的相关联值。可在不同的方向上形成每一切割图案。

[0021] 在实例性实施例中，叠置在销钉束中的销钉可具有六边形横截面。金刚石车削切割可提供形成于销钉束表面上的三组 V 型沟槽，使得子集销钉束包括立体角，每一立体角均可具有六边形孔。立体角可包括三个正交小平面，每一小平面均包括具有相等值的多边形边界。多边形边界可以是矩形、正方形或五边形。这三组沟槽的节距可大于销钉的尺寸。这三个切口的节距的值可相等。

[0022] 销钉束中的销钉还可具有矩形横截面及孔。矩形孔可包括第一小平面及第二小平面与第三小平面，第一小平面与第二小平面包括具有相等值的梯形边界，第三小平面则具有对称的多边形边界。

[0023] 在另一实例性实施例中，叠置在销钉束中的销钉可具有圆形横截面及孔。圆形孔可包括三个小平面，这三个小平面具有含 90° 中心角的相同圆形扇段边界。销钉束中的销钉还可具有不规则的六边形或椭圆横截面。应理解，这些仅为实例，并且可采用任何大小的直径。

[0024] 金刚石车削切割可提供形成于销钉束表面上的三组 V 型沟槽，使得子集销钉束包括立体角。每一立体角均可具有圆形孔及三个正交小平面，每一小平面均包括具有 90° 中心角的圆形扇段形状。这三组沟槽的节距可大于销钉的直径。这三个切口的节距的值可相等。

[0025] 在另一实例性实施例中，叠置在束中的销钉可具有矩形横截面。金刚石车削切割可提供形成于销钉束表面上的三组 V 型沟槽，使得子集销钉束包括立体角。每一立体角均可具有矩形孔及三个正交小平面。两个小平面可包括相同的梯形边界，并且第三小平面可具有对称的多边形形状，对称的多边形形状包括等腰三角形及矩形。对称的多边形边界还可以是等腰三角形。这三组沟槽的节距可大于销钉的矩形的较长尺寸。三个节距中的至少两者不相等。

[0026] 销钉束中的销钉还可具有不规则六边形或椭圆横截面。圆形销钉可具有约为 10 微米至 5000 微米的微米级直径。六边形销钉及矩形销钉的尺寸可包括 10 微米至 5000 微米的值。应理解，这些仅为实例，并且可采用任何大小的直径。销钉可由例如聚乙烯、对苯二甲酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、黄铜、镍、铜、或铝等材料形成。

附图说明

[0027] 根据以下如附图所示的对本发明实例性实施例的更具体的说明，上述说明将变得显而易见，在各个附图中，相同的标号表示相同的部件，或者不同的参考编号也可用于表示相同的部件。附图中的各个图未必是按比例绘制，相反，重点是在于例示各实例性实施例。

[0028] 图 1A 及图 1B 分别为全立体角几何结构及三角形立体角几何结构的例示性实例；

[0029] 图 2A 至图 2D 为根据实例性实施例的六边形销钉及对应的销钉束的示意图；

[0030] 图 3A 及图 3B 为切割方案的概览及其中所使用的切削工具尖端的示意图；

[0031] 图 4A、图 4B 及图 4C 分别例示销钉的俯视图及侧视图，该销钉包括通过图 3 所示的

切割方案获得的全立体角构形；

[0032] 图 5A、图 5B 及图 5C 分别例示销钉的俯视图及侧视图，该销钉包括通过图 3 所示的切割方案获得的星形构形；

[0033] 图 6A、图 6B 及图 6C 分别为图 3 所示的切割方案的第一步骤的俯视图、侧视图及三维立体图；

[0034] 图 7A、图 7B、图 7C 及图 7D 分别为图 3 所示的切割方案的第二步骤的俯视图、侧视图、三维立体图及放大窗口图；

[0035] 图 8A、图 8B、图 8C 及图 8D 分别为图 3 所示的切割方案的第三步骤的俯视图、侧视图、三维立体图及放大窗口图；

[0036] 图 9A、图 9B 及图 9C 分别为销钉束的俯视图、侧视图及三维立体图，销钉束的特点是其销钉具有利用图 3 所示的切割方案获得的全立体角构形；

[0037] 图 10A 及图 10B 分别例示销钉束及子销钉束的三维立体图，销钉束及子销钉束的特点是其立体角具有正方形小平面；

[0038] 图 11A 至图 11C 分别例示已经历图 3 所示的切割方案的销钉束的俯视图及侧视图，该销钉束的特点是具有圆形横截面销钉；

[0039] 图 12A 至图 12C 例示与不同尺寸的矩形销钉及切割规格一起使用的切割方案的概览；

[0040] 图 13A 至图 13C 分别例示在经历图 12A 至图 12C 的切割方案之后所产生的销钉束；

[0041] 图 14A 至图 14C 分别例示利用图 12A 至图 12C 所示的切割方案获得的销钉束，这些销钉束的特点是其销钉具有立体角构形；

[0042] 图 15A 至图 15C 分别例示图 14A 至图 14C 所示的销钉束沿 y 轴的侧视图；

[0043] 图 16A 至图 16C 分别例示图 14A 至图 14C 所示的销钉束沿 x 轴的侧视图；

[0044] 图 17 例示图 13A 所示的销钉束的射线追踪结果；

[0045] 图 18A 例示在 0° 取向情况下在图 13A 至图 13C 所示立体角矩形销钉与三角形立体角之间对有效区域与入射角之间关系的比较；

[0046] 图 18B 例示在 90° 取向情况下在图 13A 至图 13C 所示立体角矩形销钉与三角形立体角之间对有效区域与入射角之间关系的比较；

[0047] 图 19A 为经历切割方案后的销钉束的三维立体图，销钉束的特点是具有矩形横截面销钉，在切割方案中至少一个切口包括不同的深度值；

[0048] 图 19B 及图 19C 分别例示子销钉束及整个束的三维立体图，子销钉束及整个束的特点是具有立体角矩形销钉；以及

[0049] 图 19D 及图 19E 例示图 19C 的销钉束的侧视图。

具体实施方式

[0050] 以下将对实例性实施例进行说明。

[0051] 图 2A 至图 9C 例示用于提供可大规模制造的六边形销钉的实例性实施例，这些六边形销钉可用于提供包括多个全立体角的模具。该模具可用于形成最佳入射角在 $0^\circ - 30^\circ$ 的范围中的回射制品。

[0052] 图 2A 至图 2D 分别为六边形销钉 201 及六边形销钉束 205 的俯视图及侧视图。每一六边形销钉均包括六边形横截面及六边形孔。在所例示的实例中,六边形销钉 201 的特点是沿竖轴或 z 轴的横截面高度 H 为 0.010 英寸、以及长度 L1 英寸。图 2B 所示的参考轴线 202 平行于六边形销钉的全部六个侧面,并且还穿过图 2A 所示的六边形的中心点。

[0053] 六边形横截面包括三对平行边。其中一对平行边 211A 及 211B 位于水平方向上,并且该对平行边相隔横截面高度 H_1 。第二对平行边 213A-213B 及第三对平行边 215A-215B 分别相对于第一对水平平行边向右旋转 30° 及向左旋转 30° 。第二对平行边之间的距离被定义为 H_2 ,第三对平行边之间的距离则被定义为 H_3 。在本实例中, $H_1 = H_2 = H_3 = H$,其中 H 也被称为六边形的内径。

[0054] 应理解,这仅为实例,并且六边形销钉 201 可具有任何尺寸,这取决于最终立体角制品的期望大小。例如,六边形高度 H 及长度 L 可为微米级(例如 20 微米至 5,000 微米)。

[0055] 如图 2C 及图 2D 所示,可以蜂窝状方式组织六边形销钉来提供销钉束 205。在实例性实施例中,销钉束的长度 L_B 可为 0.1×0.1 英寸、或 1/8×1/8 英寸至 1/4×1/4 英寸,然而应理解,可采用任何尺寸的销钉束。图 2C 及图 2D 所示的销钉束 205 中的各个销钉近似地具有相同的高度 H 及长度 L,然而应理解,可使用任何不同尺寸的销钉来形成销钉束。

[0056] 可通过使用夹具 209 叠置销钉 201 来形成销钉束 205,夹具 209 用以在所叠置的销钉束的两端上提供平整表面。夹具 209 可为用于将销钉固定在适当位置的专门设计的夹具,其可确保销钉的全部参考轴线在 0.1 弧分(arc minute)至 1 弧分的量级上平行。夹具 209 还可为机械夹钳形式或在本领域中已知的任何其它用于将销钉或销钉束固定在例如飞刀切削机(fly cutting machine)或任何其它类型铣床的平台上的夹具形式。还应理解,作为初始步骤,可对销钉束的顶面进行切割或机加工,以提供平整且整平的表面。可将销钉束的顶面及底面制作成以 1 弧分的公差垂直于销钉束的参考轴线。参考轴线还可用作销钉束的顶面的法线。

[0057] 图 3A 提供一种切割方案的例示性概览,在实例性实施例中可采用该切割方案来提供以具有全立体角为特点的微结构表面。在图 3A 所示的实例中,可在三个方向(‘A’、‘B’及‘C’)上制作如粗线所示的若干个切口。如图所示,可在第一对角线方向‘A’上制作三个切口 A01、A02 及 A03。在本实例中,‘A’切口平行于图 2A 的实例性销钉的边 215A 及 215B。可在第二对角线方向‘B’上制作三个切口 B01、B02 及 B03。在本实例中,‘B’切口平行于图 2A 所示的实例性销钉的边 213A 及 213B。还可在水平方向‘C’上制作四个切口 C01、C02、C03 及 C04。这些‘C’切口平行于图 2A 所示的销钉的边 211A 及 211B。应理解,在这三个方向中的每一方向上均可使用任何数目的切口。

[0058] 节距 P_A 定义两个连续的‘A’切口之间的距离,节距 P_B 定义两个连续的‘B’切口的距离,并且节距 P_C 定义两个连续的‘C’切口的距离。在实例性实施例中,分别与‘A’、‘B’及‘C’切口相关联的节距 P_A 、 P_B 及 P_C 可均具有相等的值,该相等的值近似为六边形高度 H 的 3/2 倍。应理解,可采用其它切割节距。还应进一步理解,‘A’、‘B’及‘C’切口的节距值不需要相等。

[0059] 在另一实例性实施例中,可采用 $\frac{3}{\sqrt{3}}H$ 的切割节距。

[0060] 在又一实例性实施例中,可使用金刚石车削工具对六边形销钉束 305 的顶面进行

机加工,以提供‘A’、‘B’及‘C’切口。图 3B 例示一个金刚石车削工具的工具尖端 311,可使工具尖端 311 在销钉束 305 之上移动并旋转来形成‘A’、‘B’及‘C’切口。作为另外一种选择,可在金刚石车削工具之下移动并旋转销钉束 305,或者可采用移动销钉束 305 及移动金刚石车削工具二者的组合。由一个金刚石车削工具的工具尖端 311 提供的切口可具有 V 型沟槽的形式,工具尖端 311 的顶点界定 V 型沟槽的尖端并且工具尖端 311 的侧边界定 V 型沟槽的侧壁。

[0061] 工具尖端 311 可呈现工具角 θ 及垂直于销钉束 305 的顶面的中心轴线 313(例如立体角的光轴)。为使用规则的六边形销钉来获得全立体角,‘A’、‘B’及‘C’切口的工具角 θ 可具有相等的值。在实例性实施例中,倾角 θ 可包括 70.53° 的值。工具的中心轴线 312 可垂直于束 305 的顶面。如果中心轴线 312 相对于销钉束表面的法线远离一个小平面倾斜,则在切割工序之后,立体角可在该小平面上包含负倾角。相反地,如果工具中心轴线相对于销钉束表面的法线朝向一个小平面倾斜,则立体角可在该小平面上包含正倾角。应理解,在实例性实施例中,可采用任何角度值。例如,如果 H_1 为 H_2 的 90% 并且 $H_2 = H_3$,则‘C’切口与‘A’及‘B’切口可能会需要不同的工具角值,这可分别使得 $\theta = 83.85^\circ$ 及 $\theta = 63.49^\circ$ 。

[0062] 如图 3A 所示,在由三组平行切口‘A’、‘B’及‘C’形成的三角形中所界定的六边形销钉在其各自的六边形横截面中被标记有垂直阴影线。位于这三个平行切口‘A’、‘B’及‘C’的交叉部分中的六边形销钉在其各自的六边形横截面中被标记有水平阴影线。在本实例中,具有垂直阴影的六边形销钉的数目是销钉束 305 中所叠置销钉的总数的 $2/3$,而具有水平阴影的六边形销钉的数目则是束 305 中所叠置销钉的总数的 $1/3$ 。在经历上述切割工序之后,具有垂直阴影线的六边形销钉 315 可在其各自的顶面上包含全立体角形状。具有水平阴影线的六边形销钉 313 可在其各自的顶面上包含复杂的多面式“倒星形”形状。应注意,包括“倒星形”顶面形状的销钉可能不具有回射性。

[0063] 图 4A 至图 4C 分别例示包括图 3A 的全立体角顶面形状的销钉 401 的俯视图、侧视图及前视图。在图 4A 中,由‘A’、‘B’及‘C’切口提供的 V 型沟槽(由工具尖端的顶点所界定)的最深点分别被标记为 407、409 及 411。V 型沟槽的最深点 407、409 及 411 界定全立体角的外缘。

[0064] 工具尖端的侧边还可界定 V 型沟槽侧壁 413、415 及 417,V 型沟槽侧壁 413、415 及 417 还分别是由‘A’、‘B’及‘C’切口形成的全立体角构形的小平面。小平面 413 及 415 可界定边缘 421 及这两个小平面之间的二面角(dihedral angle)。小平面 415 及 417 可界定边缘 422 及第二二面角。类似地,小平面 417 及 413 可界定边缘 423 并且还可界定第三二面角。这三个小平面 413、415 及 417 可相互正交,并且这三个二面角可为 90° 角。

[0065] 如图 4A 及图 4C 所示,全立体角的这三个小平面 413、415 及 417 的形状为多边形,具体而言为五边形。应理解,具有不同切割参数的切割方案可提供不同形状的小平面,例如具有六边形孔的全立体角销钉可包括矩形小平面。

[0066] 图 5A 至图 5C 分别提供包括图 3A 的星形顶面形状的销钉 501 的俯视图、侧视图及前视图。应注意,图 5A 至图 5C 所示的销钉不是回射性的。由提供‘A’、‘B’及‘C’切口的工具尖端界定的 V 型沟槽的最深点分别被标记为 505、507 及 509。工具尖端 313 的侧边可界定 V 型沟槽的侧壁 511、513 及 515,侧壁 511、513 及 515 分别由‘A’、‘B’及‘C’切口以

星形构形形成。

[0067] 图 6A 至图 8D 逐一步骤地例示图 3A 所示的上述实例性切割方案。图 6A 至图 6C 分别提供在销钉束 605 上在水平 ‘C’ 方向上制作的第一组切口的俯视图、侧视图及三维立体图。如图所示,将四个水平 ‘C’ 切口 C01、C02、C03 及 C04 制作成具有为 P_C 的节距。在图 6A 及图 6C 中,将 ‘C’ 切口 C01-C04 的由工具尖端 311 的顶点制成的 V 型沟槽的最深点标记为加黑的线。可将每一 ‘C’ 切口的 V 型沟槽的最深点制作成深度 D_C 。在实例性实施例中,每一 ‘C’ 切口 C01-C04 均包括相等的深度 D_C (其可为 7.07mm),在另一实例性实施例中,可使用 8.17mm 的切割深度。应理解,可采用其它深度值。还应理解,每一 ‘C’ 切口的深度值不需要相等。

[0068] 除 ‘C’ 切口 C01 外,每一 ‘C’ 切口均界定两个侧壁,由于切口 C01 是在销钉束的边缘处制成,因而其仅界定一个侧壁。作为例示性实例,已将由工具尖端 311 的侧边制成的 V 型沟槽 C04 的侧壁标记为 625 及 627。

[0069] 图 7A 至图 7C 分别提供在销钉束 705 上制成的第二切口的俯视图、侧视图及三维立体图,第二切口是在 ‘B’ 方向上的一组对角切口。如图所示,制作四个对角 ‘B’ 切口 B01、B02、B03 及 B04,每一切口均包括节距 P_B 。在制作第二组切口之前,在 ‘B’ 方向上,将销钉束 705 逆时针旋转 60° 。如此一来, ‘B’ 切口的方向是在水平方向上。将在制作每一 ‘B’ 切口过程中由工具尖端的顶点形成的 V 型沟槽的最深点标记为 B01、B02、B03 及 B04。可将四个对角 ‘B’ 切口 B01-B04 制作成具有节距 P_B 。在实例性实施例中,每一 ‘B’ 切口 B01-B04 均可包括深度 D_B ,深度 D_B 等于与 ‘C’ 切口相关联的深度 D_C 。应理解,可采用任何深度值。还应理解,每一 ‘B’ 切口的其它深度值不需要相等,并且 ‘B’ 切口与 ‘C’ 切口的深度值不需要相等。

[0070] 类似于 ‘C’ 切口,每一 ‘B’ 切口均可界定两个侧壁或两个小平面,例如由工具尖端 311 的侧边形成的每一 V 型沟槽的侧壁。作为例示性实例,将 B04 切口的侧壁标记为 729 及 731。由 ‘B’ 切口 B01-B04 形成的 V 型沟槽可与由 ‘C’ 切口 C01-C04 形成的 V 型沟槽交叉。由窗口 735 (图 7D) 提供的放大图例示了两个 V 型沟槽的交叉部分。在形成切口 B04 之后,由切口 B04 形成的侧壁 729 及 731 与由切口 C04 形成的侧壁 625 及 627 在点 740 处交叉。点 740 是销钉的中心,在 ‘A’、‘B’ 及 ‘C’ 方向上完成切口之后,该销钉将在其顶面上具有星形构形。

[0071] 在第二组对角切口之后,图 8A 至图 8C 分别提供销钉束 805 的俯视图、侧视图及三维立体图。在形成第三组切口之前,在 ‘A’ 方向上,将销钉束 805 顺时针旋转 60° 。如图所示,制成四个对角 ‘A’ 切口 A01、A02、A03 及 A04,每一切口均包括为 P_A 的节距。在图 8A 及图 8C 中,将 ‘A’ 切口 A01-A04 的由工具尖端 311 的顶点形成的 V 型沟槽的最深点标记为加黑的线。可将每一 ‘A’ 切口的 V 型沟槽的最深点制作成具有深度 D_A 。在实例性实施例中,每一 ‘A’ 切口 A01-A04 均可包括深度 D_A ,深度 D_A 等于分别与 ‘B’ 切口及 ‘C’ 切口相关联的深度 D_B 及 D_C 。应理解,可采用其它深度值。还应理解,每一 ‘A’ 切口的深度值不需要相等,并且 ‘A’、‘B’ 及 ‘C’ 切口的深度值不需要相等。

[0072] 类似于 ‘B’ 及 ‘C’ 切口,每一 ‘A’ 切口可界定两个侧壁,或者可由工具尖端 311 的侧边形成每一 V 型沟槽的两个小平面。作为例示性实例,如窗口 835 (图 8D) 所示,将由切口 A01 及 A02 形成的侧壁分别标记为 817、819 及 821、823。在包括星形顶面构形的每一销

钉的中心处,由‘A’切口 A01-A04 形成的 V 型沟槽可与由‘B’切口 B01-B04 形成的 V 型沟槽及由‘C’切口 C01-C04 形成的 V 型沟槽交叉。在由各个‘A’、‘B’及‘C’切口形成的三角形的中心处,形成包括全立体角顶面构形的销钉。在图 8A 及图 8C 中,已将包括全立体角顶面的销钉加上阴影。如图所示,在‘A’、‘B’及‘C’方向上完成切口之后,销钉束 805 中大约三分之二的销钉可包括全立体角。

[0073] 由窗口 835 提供的放大图例示了 V 型沟槽的交叉部分以及由‘A’、‘B’及‘C’切口的交叉部分形成的三角形。将切口 C04 的侧壁标记为 625 及 627,将切口 B02 的侧壁标记为 721 及 723,将切口 A01 的侧壁标记为 829 及 831,并且将切口 A02 的侧壁标记为 821 及 823。在形成位于窗口 835 的右下侧中的星形销钉过程中,在形成切口 A01 之后,由‘C’切口 C04 形成的侧壁 625 及 627 与由切口 B02 形成的侧壁 721 及 723 在点 840 处交叉。点 840 是位于窗口 835 的右下侧中的星形销钉的中心。在该星形销钉的中心还存在由 A02、B02 及 C04 切口形成的三角形的右下侧顶点。

[0074] 在所形成的三角形的中心是包括全立体角顶面构形的销钉,已将该销钉加以阴影。全立体角顶面构形是由 A02 切口的侧壁或小平面 821、B02 切口的侧壁或小平面 723、以及 C04 切口的侧壁或小平面 625 界定。A02、B02 及 C04 切口还界定全立体角 850 的顶点。

[0075] 如窗口 835 所示,三个边缘 851、852 及 853 分别界定 A02、B02 及 C04 切口的侧壁 821、723 及 625。也被标记为 851、852 及 853 的三个二面角分别由小平面对 821-723、723-625 及 625-821 界定。这三个小平面对 821、723 及 625 相互正交,并且这三个二面角是值为 90° 的直角。三个边缘 851、852 及 853 也相互正交并分别与小平面对 625、821 及 723 正交。在所例示的实例中,六边形销钉的全立体角的每一小平面对均具有五边形形状。

[0076] 应理解,可为三个切口‘A’、‘B’及‘C’切口采用不同的深度值,从而使立体角的顶点偏离六边形销钉的中心。例如,较深的‘C’切口(例如 D_C 大于 D_A 及 D_B) 将使得顶点 850 偏离销钉中心并远离由‘C’切口形成的小平面 625 的外缘。

[0077] 在‘A’、‘B’及‘C’方向上完成切口之后,可接着重新捆扎包括全立体角顶面的六边形销钉。图 9A 至图 9C 分别提供重新捆扎的销钉 905 的俯视图、侧视图及三维立体图,重新捆扎的销钉 905 的特点是具有全立体角。可使用夹具 909 来叠置重新捆扎的销钉 905。夹具 909 可以是用于将销钉固定在适当位置的专门设计的夹具。夹具 909 还可为机械夹具形式或本领域中已知的任何其它用于固定销钉或销钉束的夹具形式。之后,可使用重新捆扎的销钉 905 来形成模具。可对模具进行电成型加工,以制造若干个子集模具。可通过形成多个子集模具的拼接体(parquet)来制造较大的模具。可通过浇铸及/或压花工艺制造回射材料。

[0078] 图 10A 至图 10C 例示可采用的另一实例性切割方案,在该切割方案中可使用图 2A 至图 2D 所示的相同六边形销钉束。图 10A 所示的切割图案也包括三组切口:包括切口 A01、A02 及 A03 的‘A’切口;包括切口 B01、B02 及 B03 的‘B’切口;以及包括切口 C01、C02 及 C03 的‘C’切口。如图 10A 所示,切口 C01 穿过销钉束的第一列中六边形销钉的第一对平行边的所有左端点。切口 C02 穿过销钉束的第三列中六边形销钉的第一对平行边的所有左端点。切口 C03 穿过销钉束的第五列中六边形销钉的第一对平行边的所有左端点。在实例性

实施例中,‘C’切口具有等于 $\frac{3}{\sqrt{3}} H$ 的节距,其中 H 是六边形的内径。用于每一‘C’切口的金

刚石工具可包括 70.53° 的工具角。这些‘C’切口形成 V 型沟槽,其中沟槽的最深点也被标记为 C01、C02 及 C03。V 型沟槽 C01、C02 及 C03 可均包括为 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}H$ 的相等深度。应理解,每一‘C’切口的深度可不相同。

[0079] 如图 10A 所示,切口 A01 穿过销钉束的从左侧起第一列中第三六边形销钉的第一对平行边的底边的左端点。切口 A01 还穿过销钉束的第五列中第五六边形销钉的第一对平行边的底边的左端点。切口 A02 穿过销钉束的第一列中第一六边形销钉的第一对平行边的顶边的左端点。切口 A02 还穿过销钉束的第五列中第三六边形销钉的第一对平行边的底边的左端点。切口 A03 穿过销钉束的第三列中第一六边形销钉的第一对平行边的顶边的左端点。切口 A03 还穿过销钉束的第五列中第二六边形销钉的第一对平行边的顶边的左端点。

[0080] 通过连接‘C’切口与‘A’切口的交叉点来形成切口 B01、B02 及 B03。在实例性实施例中,对于规则的六边形销钉横截面,‘A’切口及‘B’切口二者具有为 $\frac{3}{\sqrt{3}}H$ 或 0.01732 英寸的相同节距。‘A’切口及‘B’切口的 V 型沟槽还可包括与由‘C’切口提供的沟槽相同的深度 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}H$ 。应理解,‘A’、‘B’及‘C’沟槽的深度可具有相等或不相等的值。

[0081] 图 10B 例示重组后的销钉束,其特点是具有图 10A 所示的包括全立体角顶面的销钉。所形成的全立体角可包括三个正交小平面。每一小平面对均可包括正方形边界,该正方形边界是通过对‘A’、‘B’及‘C’切口使用相等切割深度而形成的。应注意,这与如图 9A 至图 9C 所示的由先前切割图案产生的包括五边形边界的小平面形成对比。

[0082] 应理解,可将销钉制造成包括任何形状的横截面或孔。例如,可将销钉制造成包括圆形横截面及圆形孔。图 11A 至图 11C 分别为经历切割工序后的具有圆形销钉的销钉束 1005 的俯视图及侧视图。在此实例中,销钉可具有 1 英寸的长度及 $D = 0.008$ 英寸的直径。图 11A 至图 11C 所示的切割方案还包括被分别标记为 A01-A03、B01-B03 及 C01-C03 的各组切口‘A’、‘B’及‘C’。在实例性实施例中,可针对‘A’、‘B’及‘C’切口将金刚石工具尖端配置成包括 70.53° 的工具角。‘A’、‘B’及‘C’切口的节距可具有为 $\frac{3}{2}D$ 或 0.012 英寸的相等值。

由‘A’、‘B’及‘C’切口形成的这三组 V 型沟槽可具有为 $\frac{D}{\sqrt{2}}$ 或 0.008485 英寸的相等深度。

[0083] 这三组切口‘A’、‘B’及‘C’的交叉部分可由形成于任两个单独的‘A’、‘B’及‘C’切口之间的 60° 角界定。在由单独的‘A’、‘B’及‘C’切口交叉而形成的三角形中,可形成在其顶面上包括全立体角的销钉。包括星形顶面构形的销钉位于三角形交叉部分的顶点周围。每一包括全立体角的销钉还可包括呈具有 90° 中心角的圆形扇段形状的这三个小平面。应理解,可对三种‘A’、‘B’及‘C’切口中的至少一者应用不同的切割深度,这可使得形成于圆形销钉顶部的全立体角的顶点偏离销钉的圆形横截面的中心。

[0084] 图 12 至图 18 显示其它实例性实施例,其中可使用由包括矩形横截面的销钉形成的销钉束。还可通过规定的切割方案将该束中的矩形销钉切割成在其顶面上包括矩形立体角。

[0085] 图 12A 至图 12C 提供切割图案的三个实例,这些切割图案可用来提供以具有全立体角顶面为特点的矩形横截面销钉子集。作为实例,图 12A 至图 12C 所示的每一销钉束可包括 3×7 矩形销钉阵列。每一 3×7 束中的矩形销钉可具有相同的横截面水平长度(例如 12 英寸),但也可包括不同的横截面垂直长度(例如在图 12A 至图 12C 中分别示出为 6 英寸、7 英寸及 8 英寸)。应理解,可使用任何尺寸的销钉。

[0086] 类似于先前的实例,切割方案包括金刚石工具及切割图案,切割图案包括被标记为‘A’、‘B’及‘C’的三组平行切口。每一组切口均可在不同的方向上制成,其中两个底角可描述形成于任两组‘A’、‘B’或‘C’切口之间的夹角。可使用包括不同工具角的两个金刚石工具来完成这三种切口‘A’、‘B’及‘C’,尽管应理解,可使用任何数目的金刚石工具。

[0087] 图 12A 至图 12C 的切割方案将‘C’切口例示为穿过每一矩形销钉的中心并平行于横截面的垂直长度延伸的线。将‘A’切口例示为从左底角穿过销钉子集的矩形横截面的中心到达右顶角并平行于销钉矩形横截面的对角线的线。将‘B’切口例示为从左顶角穿过销钉子集的矩形横截面的中心到达右底角并平行于销钉矩形横截面的对角线延伸的线。

[0088] 在由一个垂直方向上的‘C’切口、两个连续的‘A’切口以及邻近的两个连续的‘B’切口形成的菱形交叉部分中,可发现一个具有两个全立体角的矩形销钉,其中每一全立体角均可被见于三角形交叉部分(例如菱形交叉部分的一半)中。具有这两个全立体角的销钉在每一销钉束中均被突出显示。

[0089] 在图 12A 中,矩形销钉具有 $0.012'' \times 0.006''$ 英寸的横截面尺寸,其中横截面的水平长度为 $0.012''$ 并且横截面的垂直长度为 $0.006''$ 。在图 12A 所示的实例中,‘C’切口 C01-C03 可通过使用包括 60° 工具角的金刚石工具来提供,而‘A’切口 A01-A04 以及‘B’切口 B01-B04 则可分别通过使用具有 75.52° 工具角的另一金刚石工具来实作。‘C’切口 C01-C03 被实作为具有 0.012 英寸的节距,而‘A’切口 A01-A04 以及‘B’切口 B01-B04 则分别被实作为具有 0.010733 英寸的节距。‘A’、‘B’及‘C’切口的深度均被实作为 0.0052 英寸。如图 12A 所示,具有 $0.012'' \times 0.006''$ 英寸的矩形横截面的销钉在其顶面上成型有一对全立体角。每一立体角均具有 $0.006'' \times 0.006''$ 英寸的正方形孔。

[0090] 在图 12B 中,矩形销钉具有 $0.012 \times 0.007''$ 英寸的横截面尺寸,其中横截面的水平长度为 $0.012''$ 并且横截面的垂直长度为 $0.007''$ 。在图 12B 所提供的实例中,‘C’切口 C01-C03 可通过使用包括 71.37° 工具角的金刚石工具来提供,而‘A’切口 A01-A04 以及‘B’切口 B01-B04 则可分别通过使用包括 70.11° 工具角的金刚石工具来实作。‘C’切口 C01-C03 与图 12A 所示一样被实作为具有 0.012 英寸的节距,而‘A’切口 A01-A04 以及‘B’切口 B01-B04 则被分别实作为具有 0.0120929 英寸的节距。‘C’切口的深度被实作为 0.0042 英寸,而‘A’及‘B’切口的深度则被实作为 0.0065 英寸。如图 12B 所示,具有 $0.012'' \times 0.007''$ 英寸的矩形横截面的销钉在其顶面上成型有一对全立体角。每一立体角均具有 $0.006'' \times 0.007''$ 英寸的矩形孔。

[0091] 在图 12C 中,矩形销钉具有 0.012×0.008 英寸的尺寸,其中横截面的水平长度为 $0.012''$ 并且横截面的垂直长度为 $0.008''$ 。在图 12C 所提供的实例中,‘C’切口 C01-C03 可通过使用包括 83.62° 工具角的金刚石工具来实作,而‘A’切口 A01-A04 以及‘B’切口 B01-B04 则可分别通过使用包括 63.61° 工具角的金刚石工具来实作。‘C’切口 C01-C03 可类似于图 12A 及图 12B 所示的切割方案被实作为具有 0.012 英寸的节距,而‘A’切口

A01-A04 以及 ‘B’ 切口 B01-B04 则可被分别实作为具有 0.0133128 英寸的节距。‘C’ 切口的深度可被实作为 0.0034 英寸,而 ‘A’ 切口及 ‘B’ 切口的深度则可被实作为 0.0080 英寸。如图 12C 所示,具有 0.012" × 0.008" 英寸的矩形横截面的销钉在其顶面上成型有一对全立体角。每一全立体角均具有 0.006" × 0.008" 英寸的矩形孔。

[0092] 图 13A 至图 13C 分别例示通过执行图 12A 至图 12C 所示的切割方案获得的销钉束,其中将包括两个矩形全立体角顶面的销钉加以阴影。如图 13A 至图 13C 所示,图 12A 至图 12C 所示的切割方案产生相同百分比的具有两个全立体角的矩形销钉。具体而言,每一销钉束中有 3×7 或 21 个销钉,这些矩形销钉的大约一半包括一对全立体角。例如,如图 13A 所示,从顶部开始数,在 3×7 销钉阵列的第三行及第四行中,存在三个包括一对全立体角的矩形销钉,其中两个位于第三行中,另一个位于第四行中。

[0093] 图 13A 至图 13C 的矩形全立体角的小平面包括两个具有梯形形状的相同的边。第三小平面的特点是具有多边形形状,其在顶部具有三角形并且在底部具有矩形。图 13A 至图 13C 所示的矩形全立体角的另一特点是立体角的顶点位置。矩形立体角的顶点位于矩形立体角的矩形孔的中心。根据图 13A 至图 13C 应理解,由于切割方案的参数不同,因而全立体角的几何特性也不同。典型的实例是,将一组切口(例如 ‘C’ 切口)制作得较深或较浅可使得顶点位置在矩形孔中从全立体角的中心向左或向右移动。

[0094] 图 14A 至图 14C 分别例示由包括如图 13A 至图 13C 所示的一对立体角的矩形销钉形成的重新捆扎的模具。图 14A 至图 14C 的每一矩形立体角模具均包括加黑的矩形轮廓,该矩形轮廓界定具有一对立体角的单一矩形销钉。如图 14B 所示,加黑区域中的顶部立体角及底部立体角二者均包括被标记为 1601、1602 及 1603 的三种小平面以及被标记为 1611、1612 及 1613 的三种边缘。两个小平面 1601 是通过使用第一工具提供 ‘C’ 沟槽的两个侧壁而由 ‘C’ 切口形成。小平面 1602 是由第二工具所提供的 ‘A’ 切口形成,小平面 1603 则是由同一第二工具所提供的 ‘B’ 切口形成。这三种切口 ‘A’、‘B’ 及 ‘C’ 还产生三种边缘 1611、1612 及 1613 以及三种二面角,这三种二面角也可被标记为 1611、1612 及 1613。矩形孔具有四个角点,这四个角点也是小平面 1602 及 1603 的外侧点。这四个角点位于两个 ‘A’ 切口及两个 ‘B’ 切口的底线上。

[0095] 图 15A 至图 15C 以及图 16A 至图 16C 分别例示图 14A 至图 14C 的重新捆扎后的销钉的沿 \bar{y} 轴线及 \bar{x} 轴线的侧视图。如图 15B 所示,加黑的线表示图 14B 所示的该对立体角的侧视图。在图 15B 中还标示出图 14B 中小平面 1603 的两个边缘 1611 及 1613 以及外边缘 1621。

[0096] 图 16A 至图 16C 例示矩形立体角的前视图及两个侧视图,这些视图是从图 13B 的加黑矩形、图 14B 的粗线的侧视图以及图 15B 的粗线视图复制而来的。

[0097] 图 17 例示对于回射制品的 0.012" × 0.007" 英寸销钉的一对矩形立体角的若干个射线追踪结果,该回射制品是通过由图 14B 所示矩形销钉束形成的模具制成。该对中的两个矩形立体角沿垂直方向进行取向。第一射线追踪结果 1701 是使用入射角相对于该对立体角的法线为 0° 的光来获得。如结合图 1A 所述,全立体角可回射以 0° 入射角入射于其整个孔上的光的全部。如射线追踪结果 1701 所示,加黑的轮廓区域表示被回射的光,其等于该对矩形立体角的对应孔的区域,这是因为在 0° 的入射角下,矩形立体角的全部内部小平面均可用于回射。加黑的轮廓区域也称为立体角的有效区域,并且在入射角为 0° 时,

矩形立体角与其孔相比具有 100% 的有效区域。

[0098] 类似于 1701 的射线追踪,第二射线追踪结果 1703 例示光从该对矩形立体角的回射,但在 1703 的射线追踪中,入射角在 x 方向或水平方向上已被移动 10° 。与 1701 的射线追踪结果相比,1703 的射线追踪结果显示回射或有效区域变窄,这是因为 x 方向上被使用的立体角小平面减少。类似地,射线追踪 1707 及 1711 也显示小得多的回射或有效区域,这是因为入射角沿 x 方向或水平方向被分别移动 20° 及 30° 。

[0099] 射线追踪结果 1715 例示一对矩形立体角的回射,其中入射角沿水平方向已被移动 40° 。在 1715 的左侧,被回射光的有效区域 1716a 例示了与射线追踪结果 1701、1703、1707 及 1711 所示的回射类似的回射,其中沿 x 方向的更大的角度移动使得回射区域更窄。1715 的右侧的被回射光的有效区域 1716b 例示了来自模具中相邻的一对立体角的回射。

[0100] 类似地,射线追踪结果 1719 的特点是由于光的入射角在 x 方向上被移动 50° 而在左侧具有窄的回射区域 1720a。射线追踪结果 1719 还由于来自相邻的一对立体角的回射而在右侧包括回射区域 1720b。应注意,当入射角在 x 方向上被移动增大的量时,来自相邻全立体角的回射的量增加,这是因为射线追踪结果 1719 的回射区域 1720b 大于射线追踪结果 1715 的回射区域 1716b。

[0101] 在 y 方向或垂直方向上移动入射角可在回射光中造成垂直干扰。例如,射线追踪结果 1705 例示了当入射角在 y 方向或垂直方向上向上移动 10° 时的回射的有效区域。如射线追踪结果 1705 所示,被回射光具有不能有助于任何回射的区域 1706。在非反射区域 1706 的顶部及上方的加黑的回射区域可归因于由该对中的顶部矩形立体角回射的光,而非反射区域 1706 之下的加黑区域则可归因于由该对中的底部立体角回射的光。类似地,在射线追踪结果 1709 中,当入射角进一步沿 y 方向向上移动 20° 时,非反射区域 1710 增大并且两个分开的加黑有效区域减小。

[0102] 射线追踪结果 1713 例示光在 y 方向上以 30° 的入射角进行的回射。射线追踪结果 1713 中的被回射光归因于该对中的底部立体角。因此,由于角度在 y 方向上向上移动的量,光不再被该对中的顶部立体角回射。类似地,在射线追踪结果 1717、1721 及 1723 中,在入射角沿 y 方向向上移动 40° 、 50° 及 60° 时,该对中的底部立体角所分别回射的光的有效区域减小。对于在 y 方向上向下移动 30° 或以上的入射角,被回射光仅归因于该对中的顶部立体角而不是底部立体角。

[0103] 因此,当 y 方向上的入射角增大超过 30 度时,引起光在 y 方向上被回射的立体角的数目减至一半。相反,当 x 方向上的入射角增大超过 30 度时,引起光在 x 方向上被回射的立体角的数目增加,使得入射光区域外的某些相邻立体角参与反射。

[0104] 图 18A 显示由使用图 14A 至图 14C 的三个矩形销钉 ($0.012'' \times 0.006''$ 英寸、 $0.012'' \times 0.007''$ 英寸及 $0.012'' \times 0.008''$ 英寸) 的模具制成的一对矩形全立体角与结合图 1B 所解释的一对三角形立体角之间的比较。该比较是基于引起入射光回射的区域(或有效区域)的百分比与在该对矩形全立体角的 y 方向(或垂直方向或 0° 取向)上移动的入射角之间的关系。如图 18A 的图表所示,在 0° 偏离处,有效区域为 100%,这意味着对于三个矩形全立体角,立体角的整个孔均进行入射光的回射,因为这是所有全立体角的特性。在图 18A 的图表中,带有菱形的实线表示 $0.012'' \times 0.006''$ 矩形孔;带有正方形的实线表示 $0.012'' \times 0.007''$ 矩形孔,带有三角形的实线则表示 $0.012'' \times 0.008''$ 矩形孔。然而,

如图表中的虚线所示,在 0° 入射角处,常规立体角的三角形孔仅贡献其孔的约67%作为有效区域。

[0105] 当入射角的偏离量增大时,用于从三个立体角的矩形孔以及从三角形孔回射光的有效区域的量减小。如图18A的图表所示,在从 0° 至约 20° 的入射角范围中,使用与三角形立体角的三角形孔相比更大的有效区域而实现光在这三个矩形立体角孔中的回射。具体而言, $0.012'' \times 0.006''$ 孔的界限角约为 24° , $0.012'' \times 0.007''$ 孔的界限角约为 22° ,并且 $0.012'' \times 0.008''$ 孔的界限角约为 14° 。而对于如图18A的图表所示的约为 30° 或更大的入射角,与这三个矩形孔相比,三角形立体角的三角形孔在回射期间使用最大的有效区域。对于更大的入射角(例如 40° - 60°),在如图18A的图表所示的这三个矩形全立体角之中, $0.012'' \times 0.008''$ 矩形孔使用最大的有效区域百分比,然后是使用较小百分比的 $0.012'' \times 0.007''$ 矩形孔,之后是使用甚至更小有效区域百分比的 $0.012'' \times 0.006''$ 矩形孔。

[0106] 图18B也显示图14A至图14C的三个矩形全立体角孔($0.012'' \times 0.006''$ 、 $0.012'' \times 0.007''$ 及 $0.012'' \times 0.008''$)与结合图1B所解释的三角形孔立体角之间的比较。图18B的比较是基于引起光回射的孔区域(或有效区域)的百分比与在矩形全立体角的x方向(或水平方向或 90° 取向)上偏离的入射角之间的关系。如图18B所示,在 0° 入射角处,对于这三个矩形全立体角,有效区域的100%用于回射。然而,如图18B的图表中的虚线所示,三角形孔立体角在 0° 入射角处仅使用其有效区域的约67%。

[0107] 如图18B所示,当在 90° 取向上的入射角偏离量增大时,所有四个立体角中用于进行光的回射的有效区域的量减小。在 0° 至 60° 的整个入射角范围中,入射光在这三个矩形全立体角中每一者中的回射是使用与传统立体角的三角形孔相比更大的有效区域而实现, $0.012'' \times 0.006''$ 矩形立体角例外—其在 47° - 60° 入射角范围中所使用的区域小于三角形孔。

[0108] 图19A至图19B例示另一实施例,在制作包括全立体角表面构形的回射片材时可使用具有正方形横截面或孔的若干个销钉。图19A例示由已在不同方向上经历三组平行切割的 6×6 正方形销钉形成的销钉束的三维视图。第一组平行切口为在‘A’方向上的A01-A03,第二组平行切口为在‘B’方向上的B01-B03,第三组平行切口为在‘C’方向上的C01-C03。如图19A所示,切割线C02连接由 6×6 正方形销钉形成的大销钉束正方形的左角点与其右角点,其沿6个销钉中每一者的对角线穿过销钉束正方形的对角线上的所有6个正方形销钉。如图19A所示,切割线C01连接顶部右侧上的由 3×3 正方形销钉形成的子束正方形的左角点与其右角点,其穿过子束正方形的对角线上的所有3个正方形销钉。如图19A所示,切割线C03连接左侧底部上的由 3×3 正方形销钉形成的子束正方形的左角点与其右角点,其穿过子束正方形的对角线上的所有3个正方形销钉。如图19A所示,切割线A01连接左列中的第三正方形销钉的左侧底部角点与最右列中的第二销钉的右侧顶部角点,其穿过第三列中的第三销钉的右上角。如图19A所示,切割线A02连接左侧列中的第五正方形销钉的左侧底部角点与最右列中的第四销钉的右侧顶部角点,其穿过第三列中的第五销钉的右上点。如图19A所示,切割线A03连接第三列中的最末正方形销钉的左侧底部角点与最右列中的第六销钉的右侧顶部角点。‘B’切割线B01、B02及B03以使所有‘B’切割线均关于C切割线与‘A’切割线对称的方式连接‘A’切口A01、A02及A03与‘C’切口C01、

C02 及 C03 之间的交叉点。

[0109] 在由图 19A 提供的实例中, ‘A’ 切口及 ‘B’ 切口包括相等的节距值和相等的深度值, 而 ‘C’ 切口则包括比 ‘A’ 切口或 ‘B’ 切口更大的节距和更大的深度值。具体而言, 束中的每一销钉均包括 0.006×0.006 ” 的正方形横截面, ‘C’ 切口具有 0.012728 英寸的节距以及 0.073485” 的深度。‘A’ 切口及 ‘B’ 切口包括 0.113842” 的节距以及 0.055114” 的深度。如图 19A 所示, ‘A’ 切口及 ‘B’ 切口不在水平方向上相交或穿过由 ‘C’ 切口形成的 V 型沟槽。类似于上述切割方案, 可在由各个 ‘A’、‘B’ 及 ‘C’ 切口的交叉部分形成的三角形的其中某些中发现在其顶面上具有正方形立体角的销钉。然而, 并不是在由各个 ‘A’、‘B’ 及 ‘C’ 切口形成的每一三角形中均可发现包括正方形立体角的销钉。在大的正方形束的对角线上仅存在四个其顶部包括立体角的正方形销钉。正方形销钉束及上述切割图案的产量约为 1/9。

[0110] 图 19B 例示四个销钉 1901-1907 的子集销钉束, 这四个销钉 1901-1907 在其顶面上具有正方形立体角。应注意, 具有正方形立体角的四个销钉的组合形成围绕其中心成型的实质反转的八边形。应理解, 图 19B 所示的取向仅为实例, 并且由于销钉的正方形横截面的对称性, 可以任何其它方向来叠置销钉。

[0111] 图 19C 例示包括图 19B 的 9×9 子销钉束的立体角模具的俯视图, 该立体角模具的特点是具有正方形立体角顶面构形。图 19D 及图 19E 分别例示模具沿 y 轴及 x 轴的侧视图。

[0112] 还应理解, 销钉可由多种材料形成。可能的材料的一些实例可以是聚乙烯、对苯二甲酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、黄铜、镍、铜、或铝。

[0113] 还应理解, 上述方法可用于制造具有任何形状的顶面构形 (例如三角形立体角) 的回射片材。

[0114] 应理解, 本文所揭露的切割工序可由以计算机控制的切割机使用在硬件、固件或软件中所制作的指令来执行。如果是在软件中制作, 则可将软件存储在任何形式的计算机可读媒体上, 例如随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、只读光盘存储器 (CD-ROM) 等等上。在操作中, 通用处理器或专用处理器以本领域中众所周知的方式载入并执行该软件。

[0115] 尽管上文已对本发明的实例性实施例进行了具体显示及说明, 然而所属领域的技术人员应理解, 在不背离随附权利要求书所包含的本发明范围的前提下, 可对其作出形式及细节上的各种改变。

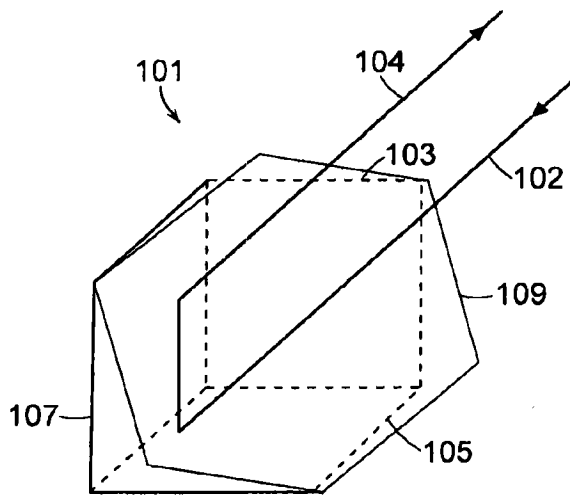


图 1A

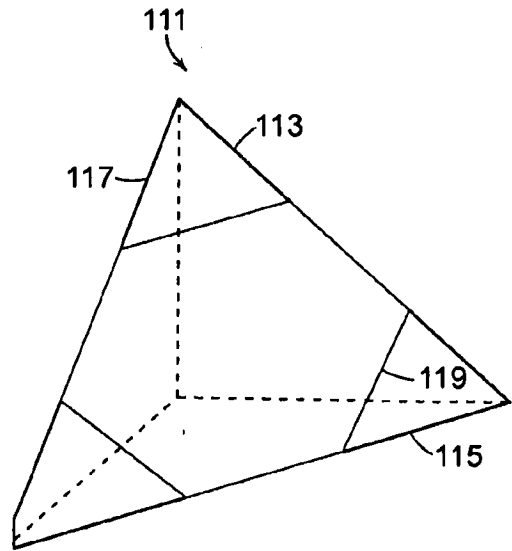


图 1B

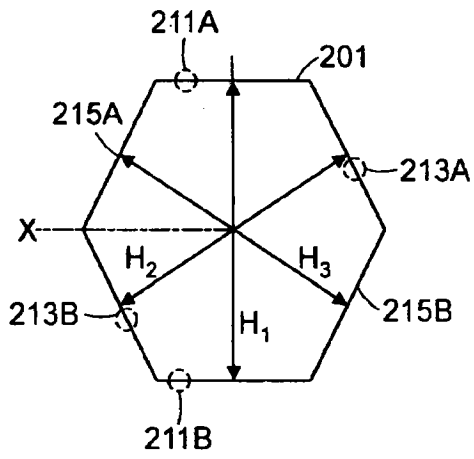


图 2A

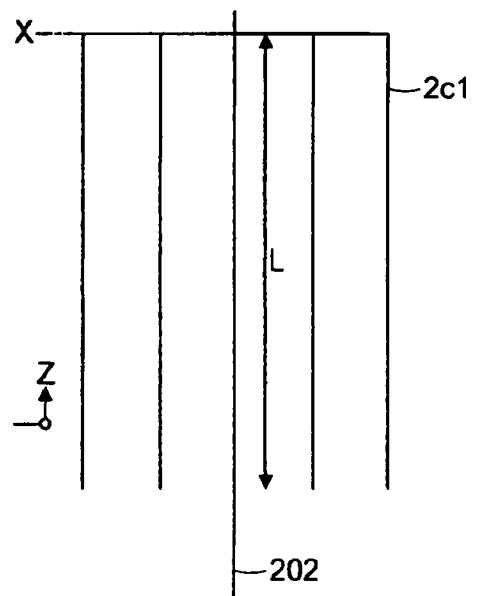


图 2B

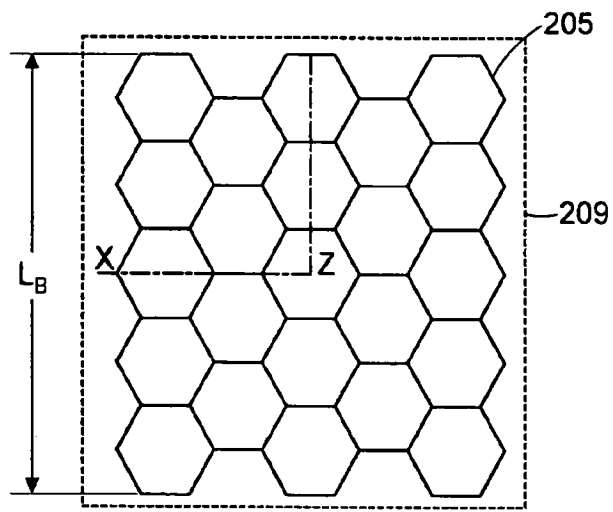


图 2C

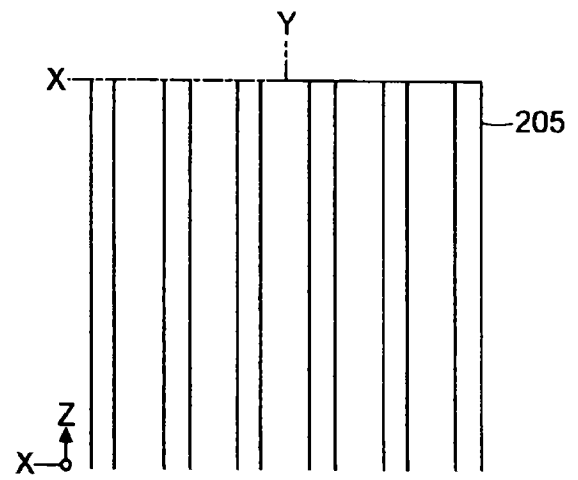


图 2D

图例:

313 - 全立体角销钉

315 - 星形销钉

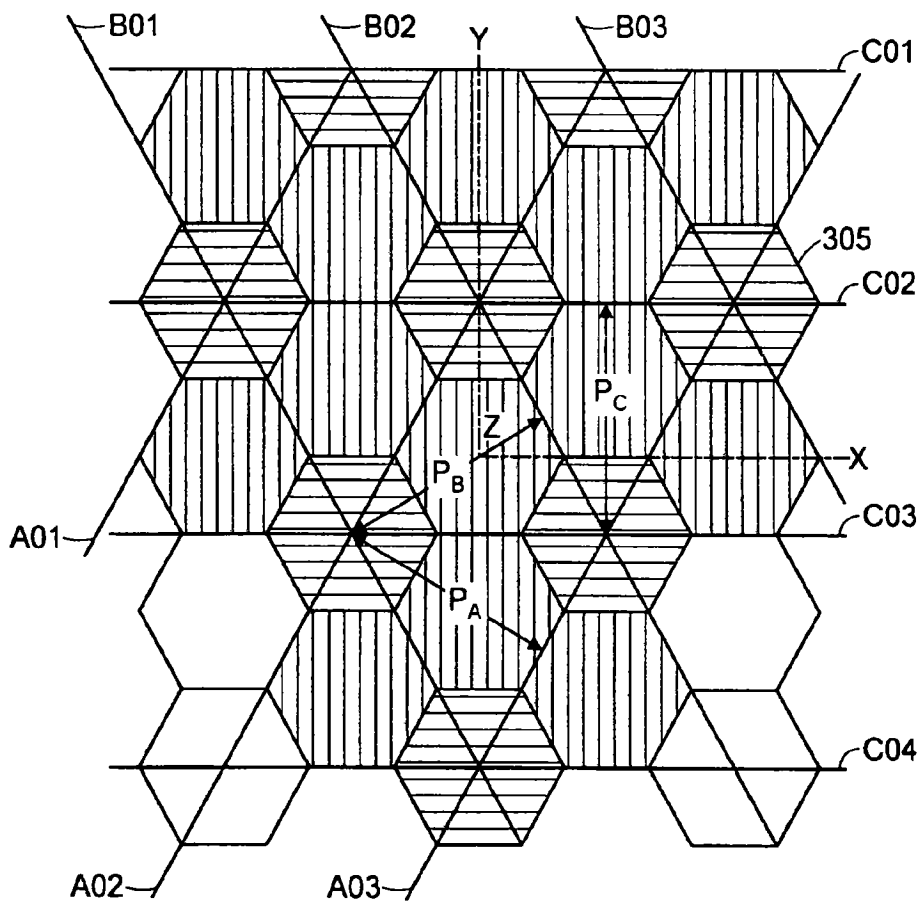


图 3A

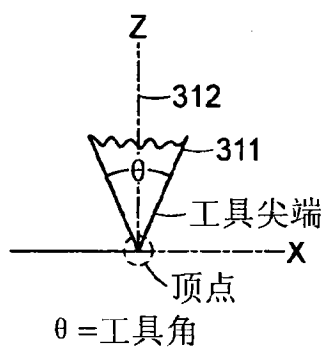


图 3B

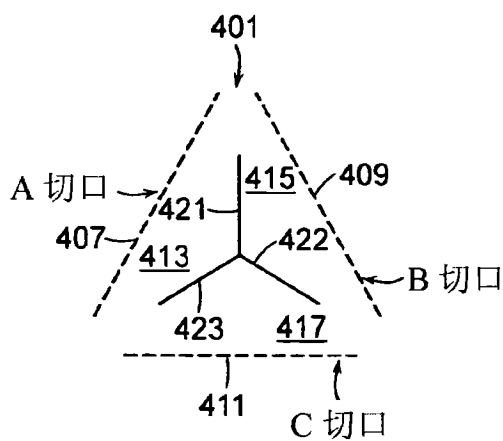


图 4A

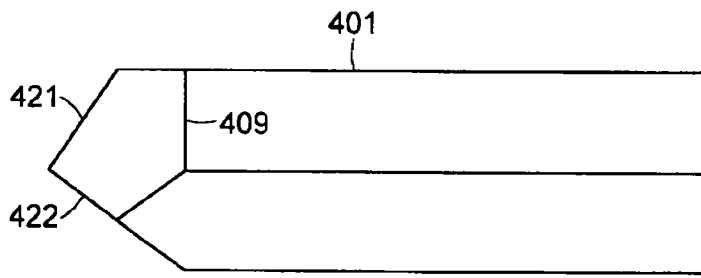


图 4B

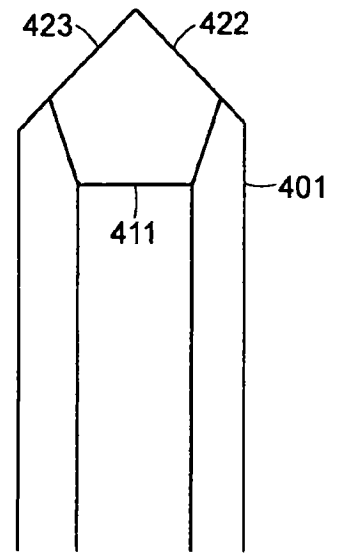


图 4C

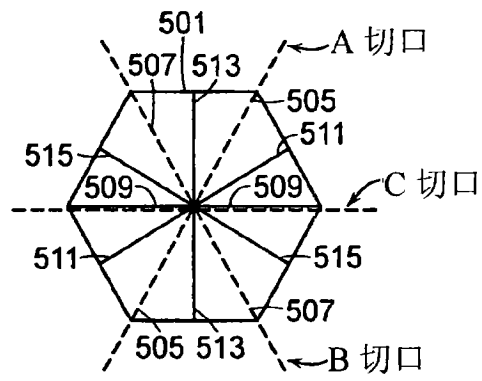


图 5A

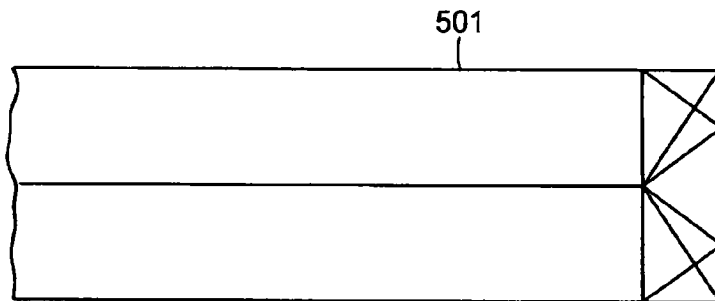


图 5B

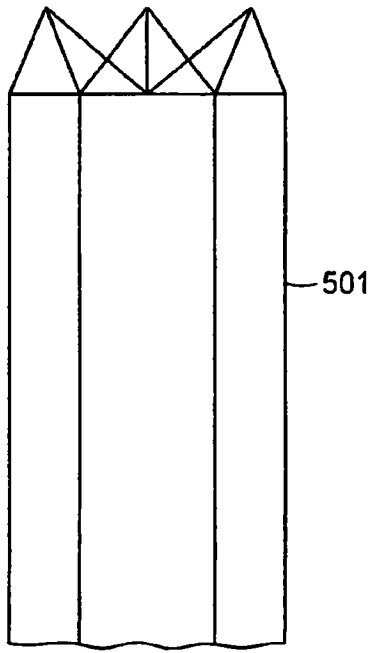


图 5C

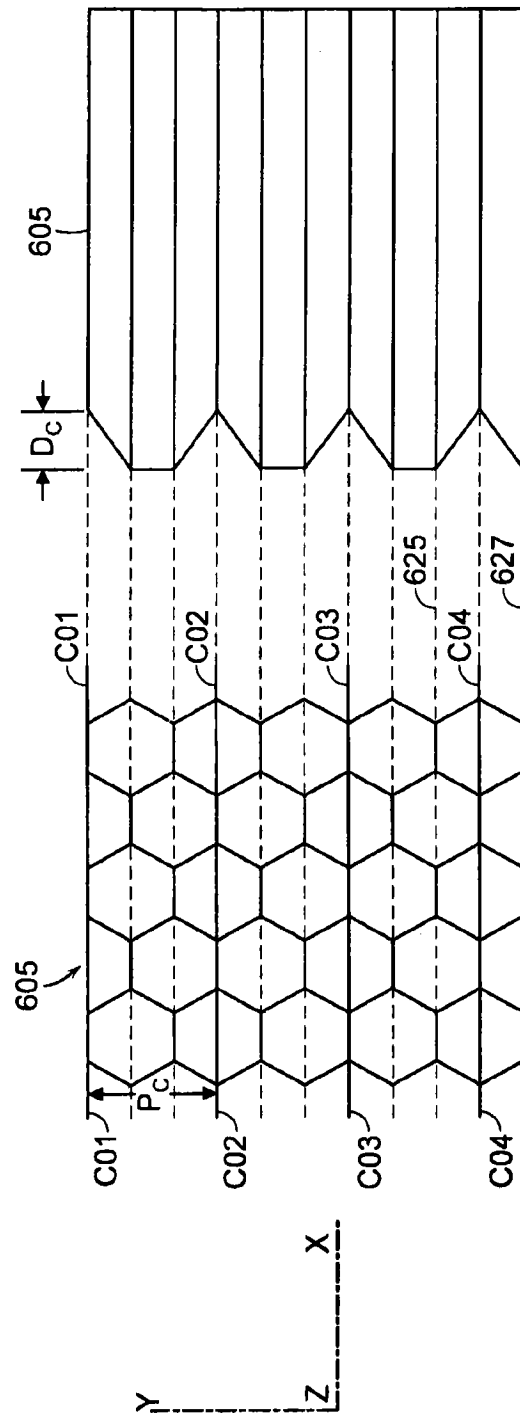


图 6B

图 6A

图 6A 图 6B

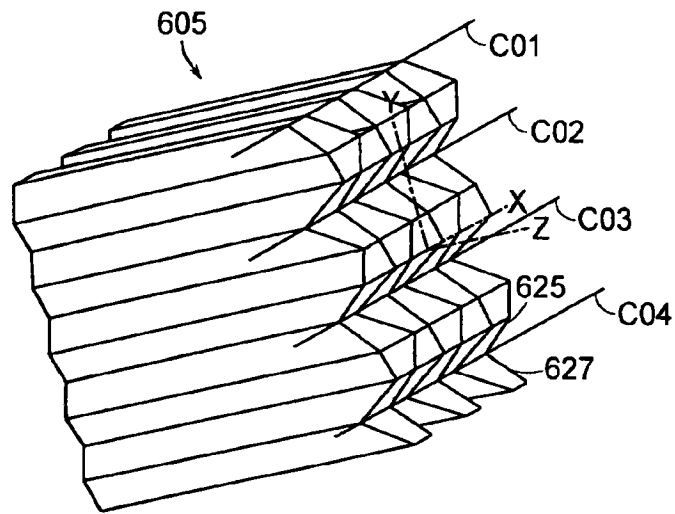


图 6C

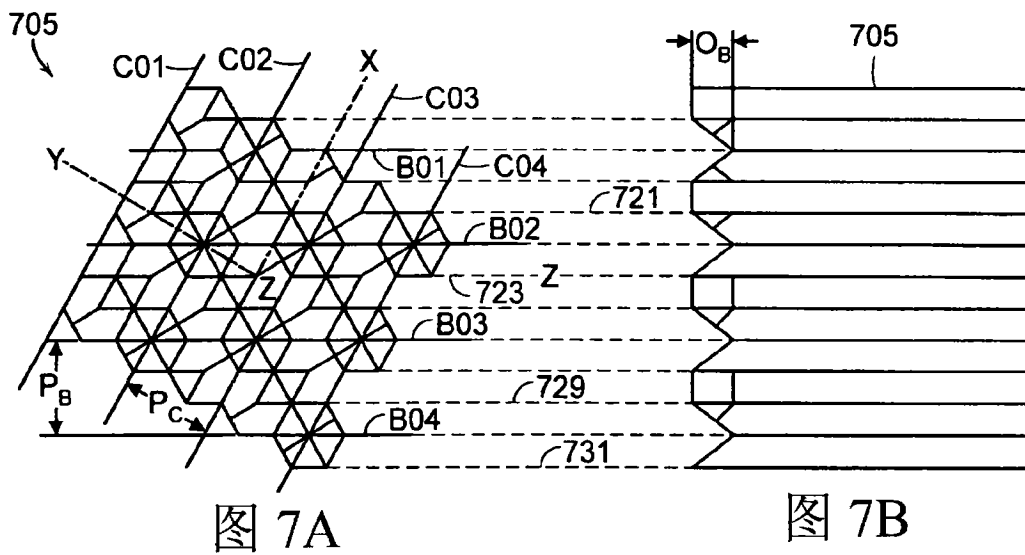


图 7A

图 7B

图 7A 图 7B

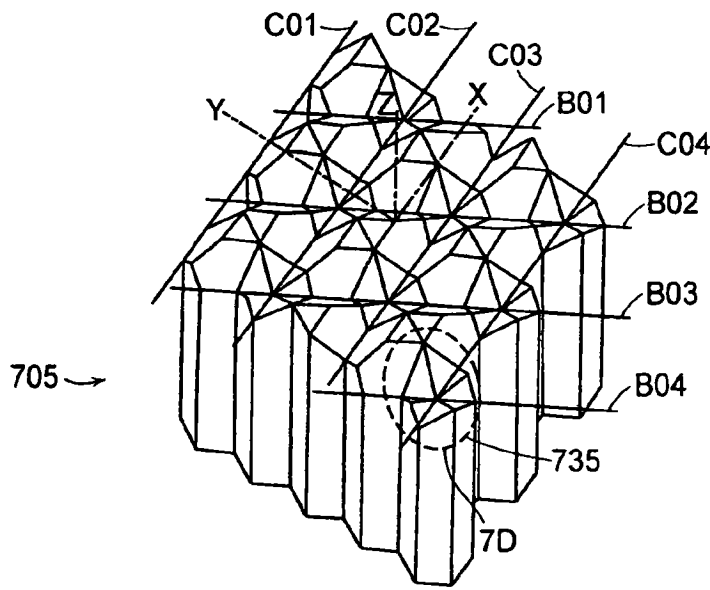


图 7C

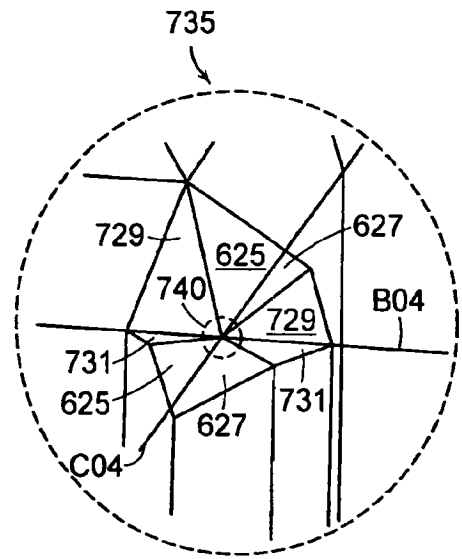


图 7D

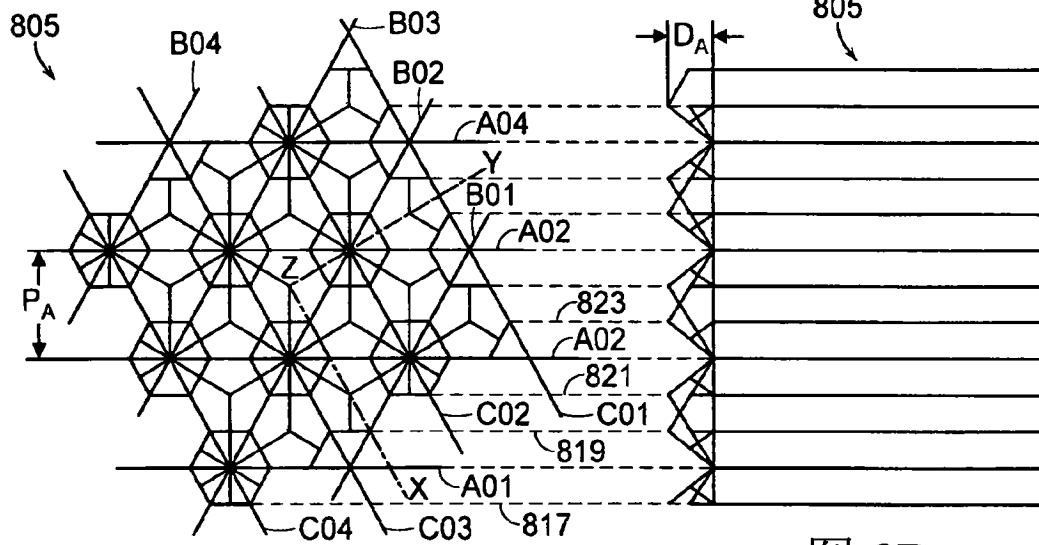


图 8A

图 8B

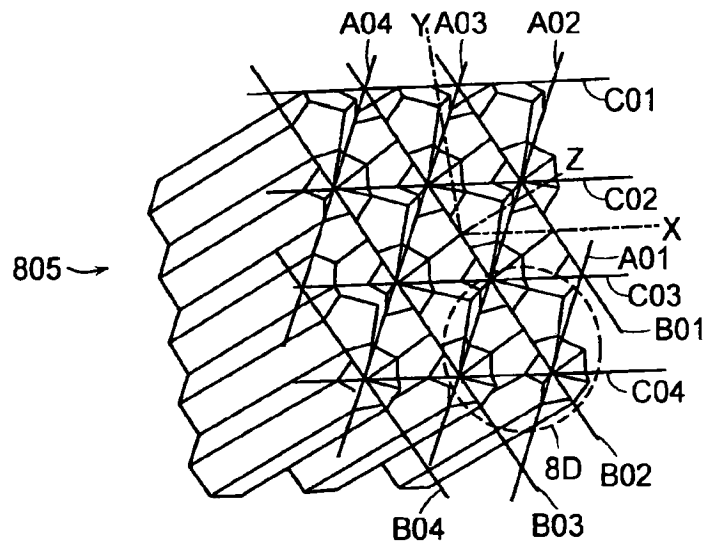


图 8C

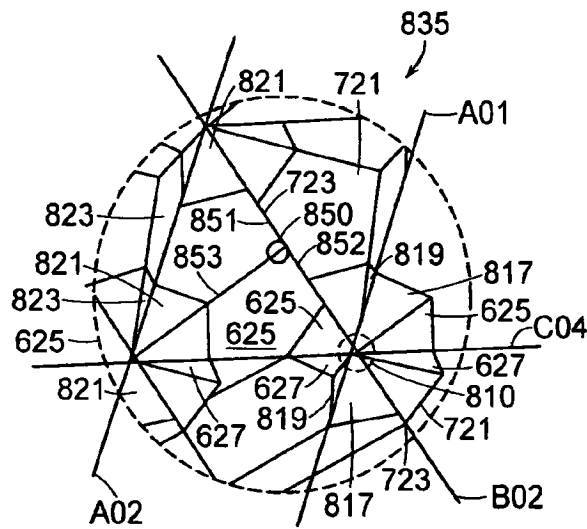


图 8D

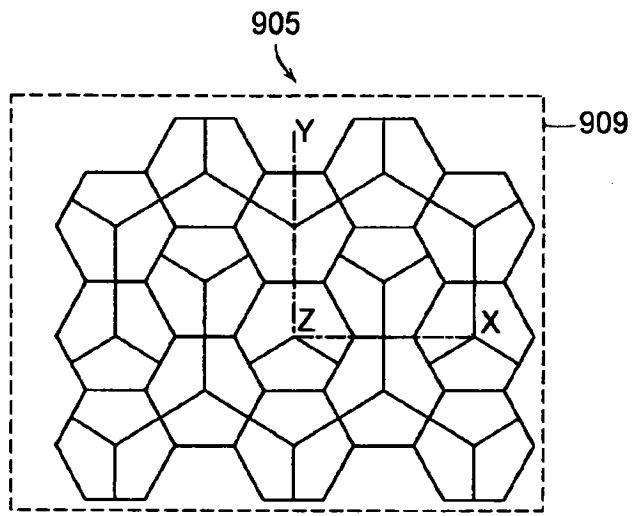


图 9A

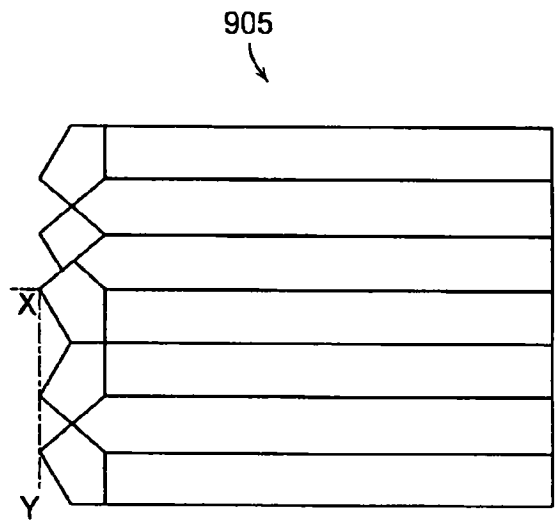


图 9B

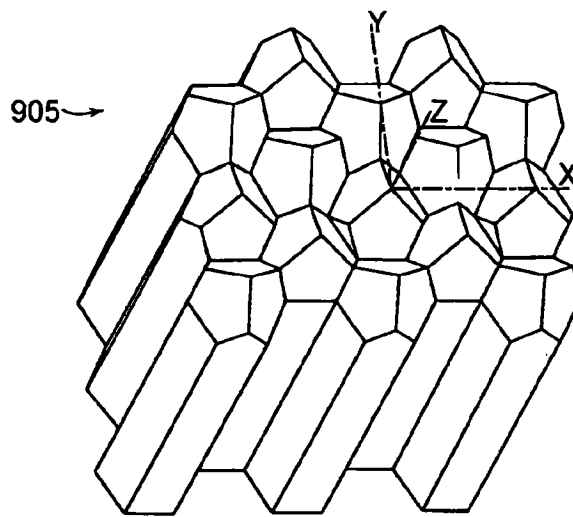


图 9C

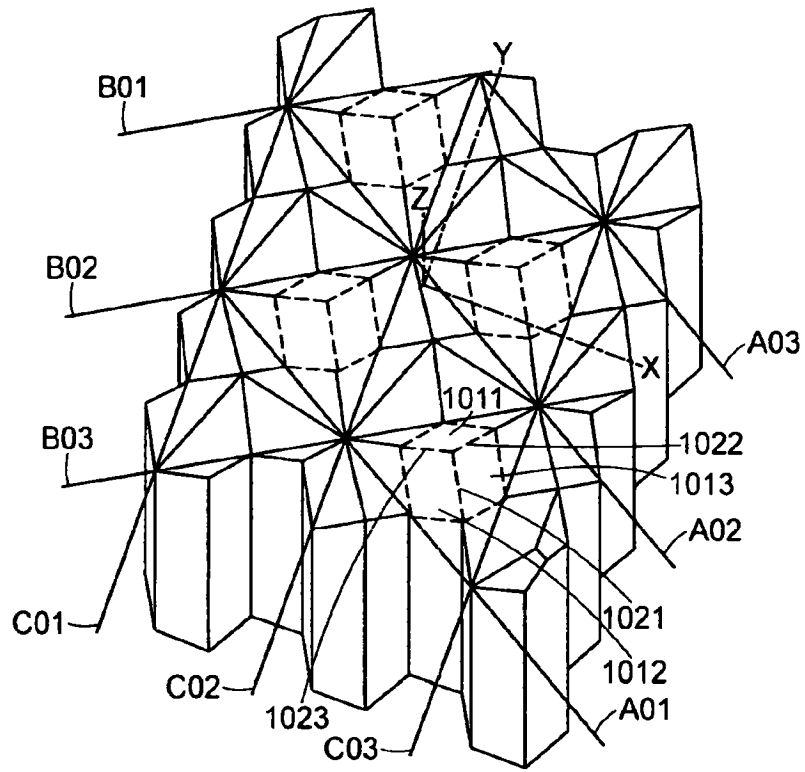


图 10A

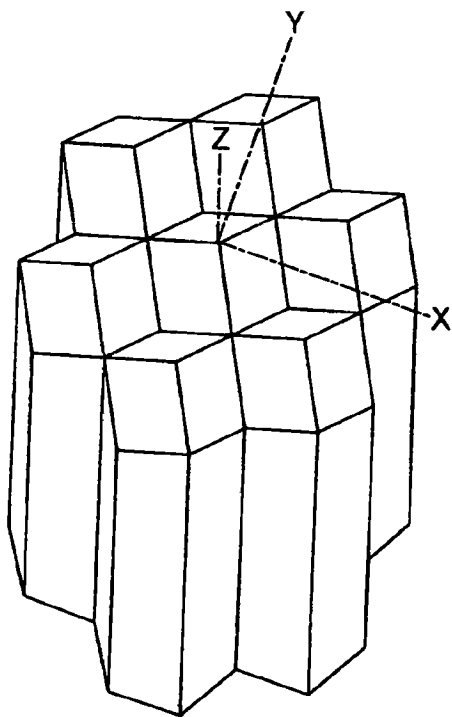


图 10B

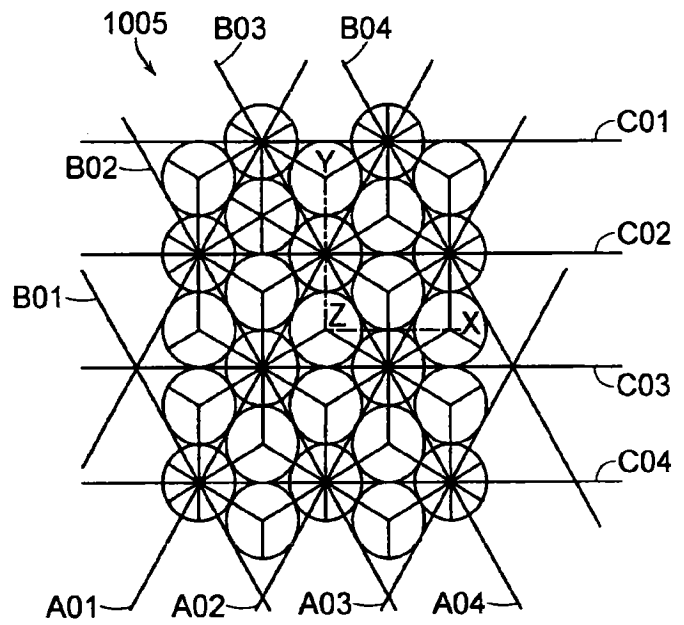


图 11A

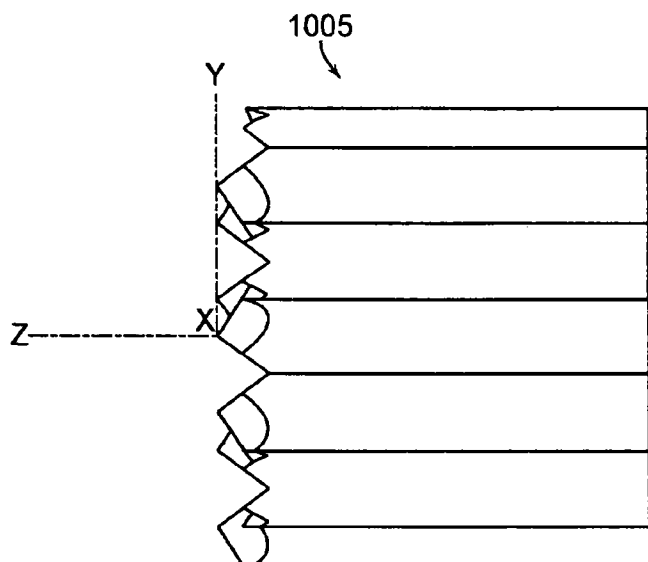


图 11B

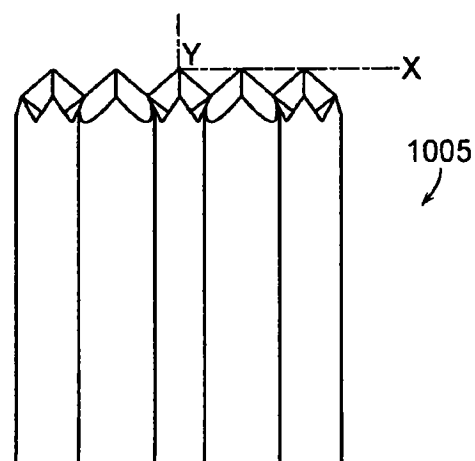
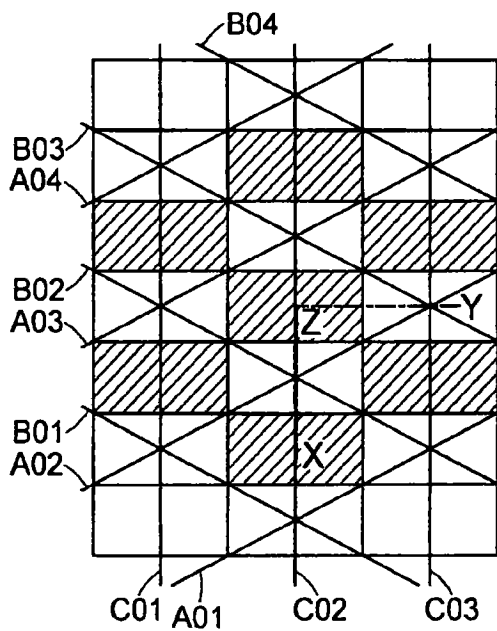
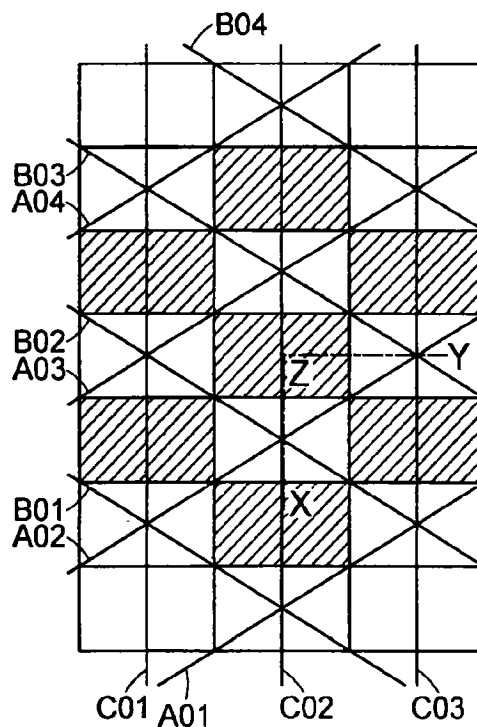


图 11C



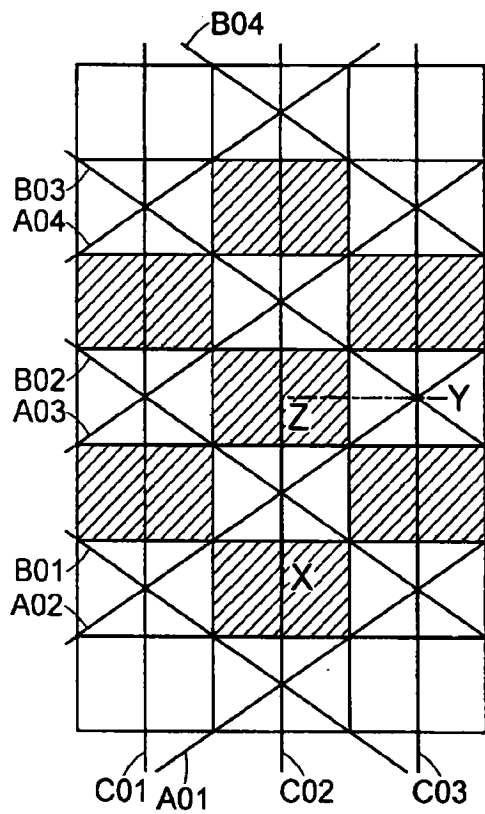
12×6 密耳销钉
 节距=0.012" 倾角=5.26°
 C 切口工具角=60.00° 深度=0.0052"
 A & B 切口
 工具角=75.52° 深度=0.0052"

图 12A



12×7 密耳销钉
 节距=0.012" 倾角=0.42°
 C 切口工具角=71.37° 深度=0.0042"
 A & B 切口
 工具角=70.11° 深度=0.0065"

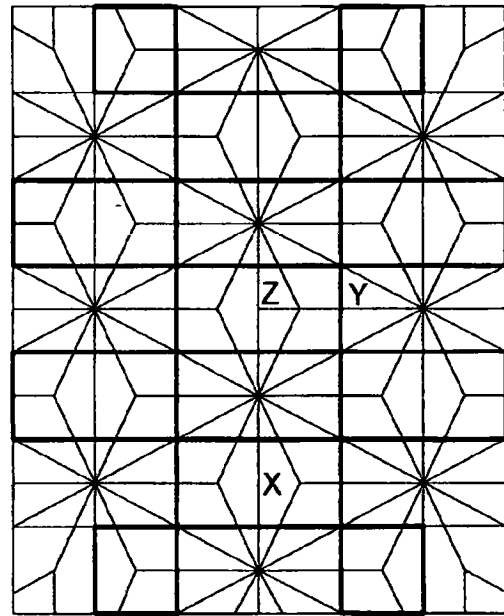
图 12B



12×8 密耳销钉
 节距=0.012" 倾角=6.55°
 C 切口工具角=83.62° 深度=0.0034"
 A & B 切口
 工具角=63.61° 深度=0.0080"

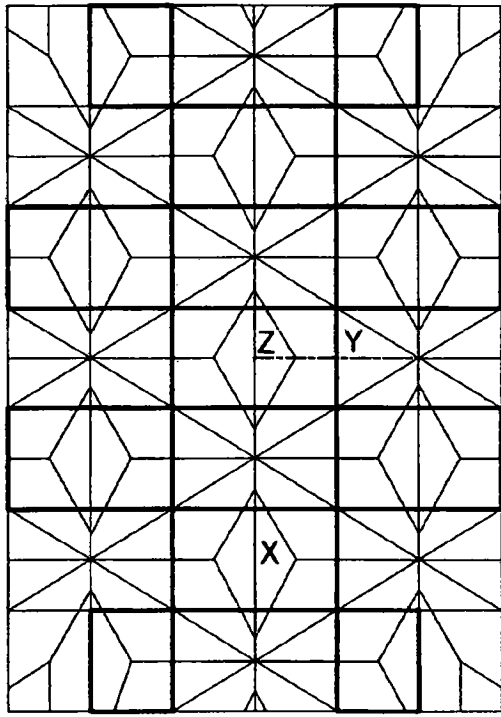
图 12C

金刚石切割结果



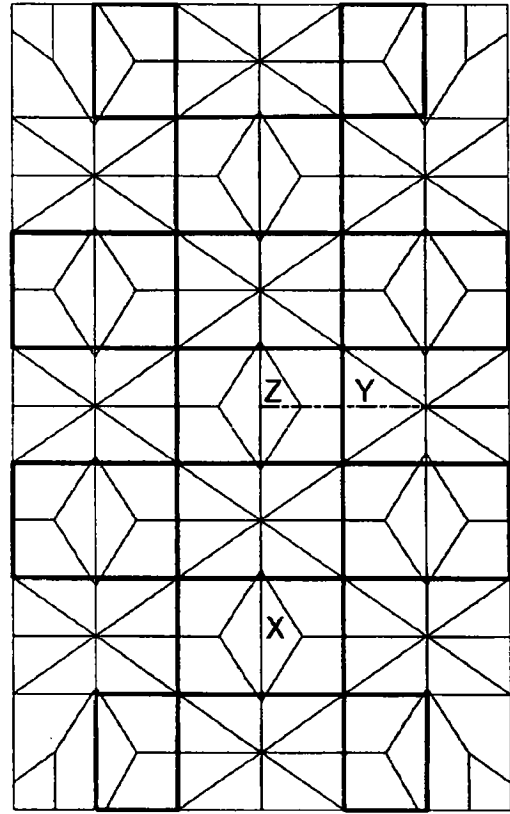
12×6 密耳销钉

图 13A



12×7 密耳销钉

图 13B



12×8 密耳销钉

图 13C

12×6 密耳

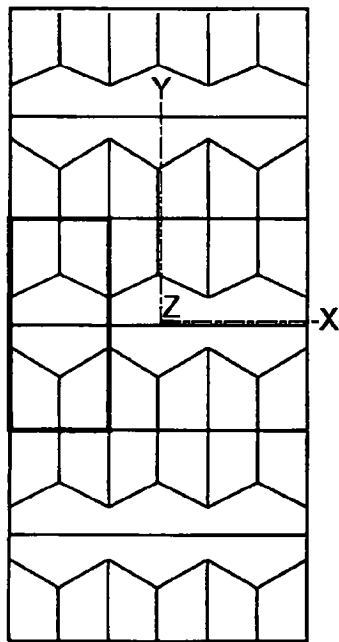


图 14A

12×7 密耳

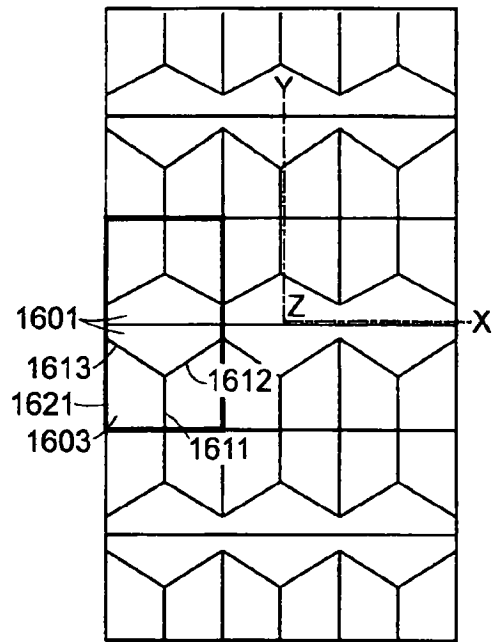


图 14B

12×8 密耳

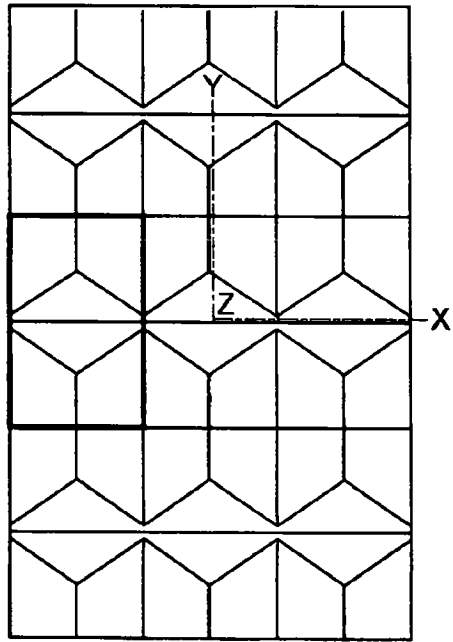


图 14C

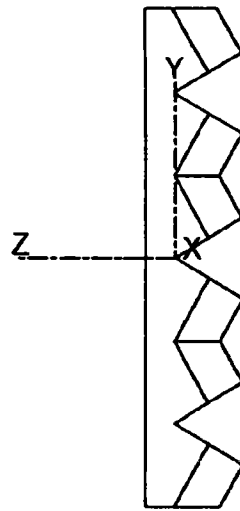


图 15A

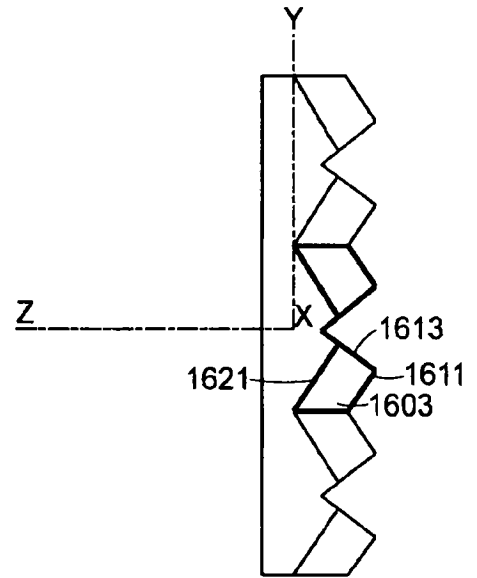


图 15B

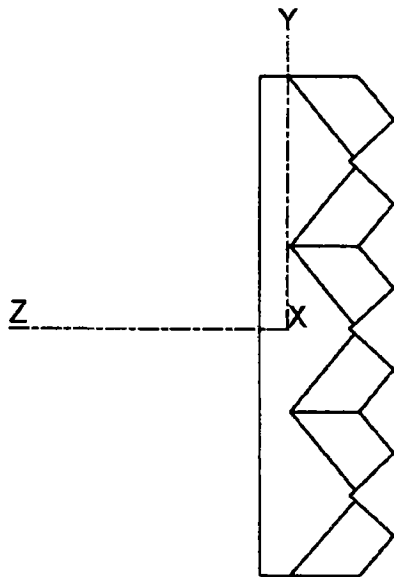


图 15C

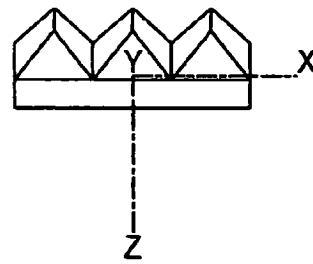


图 16A

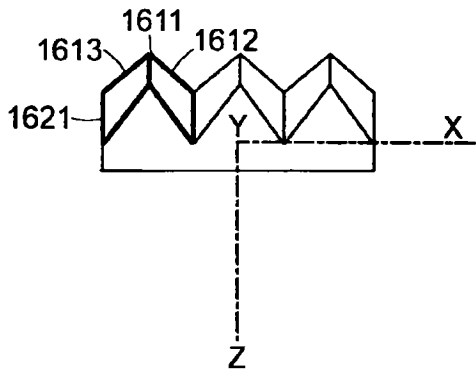


图 16B

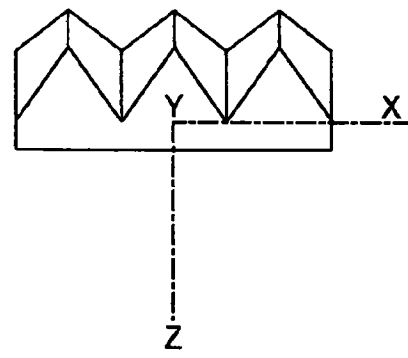


图 16C

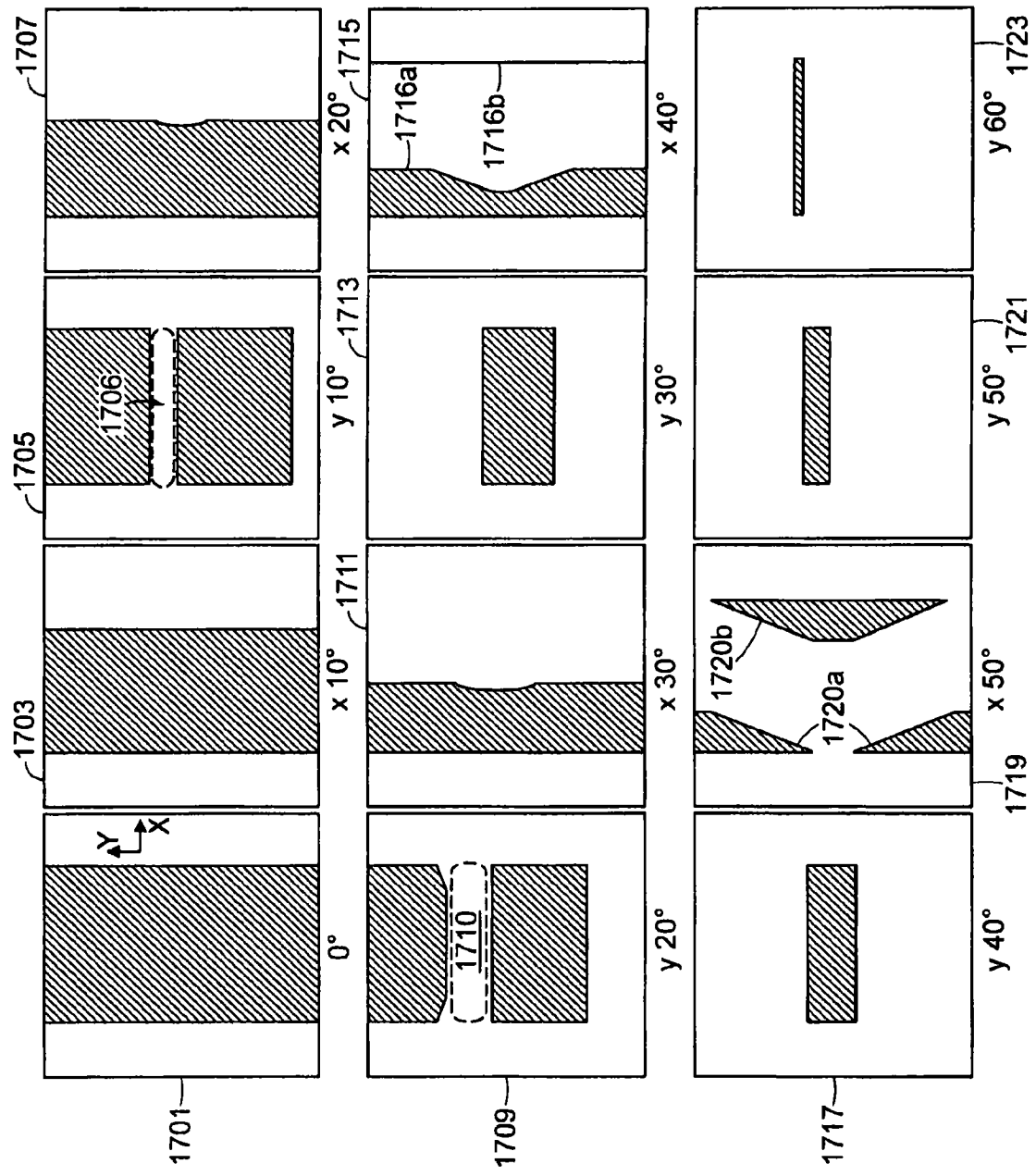


图 17

0°取向矩形立体角有效区域与入射角的关系曲线图

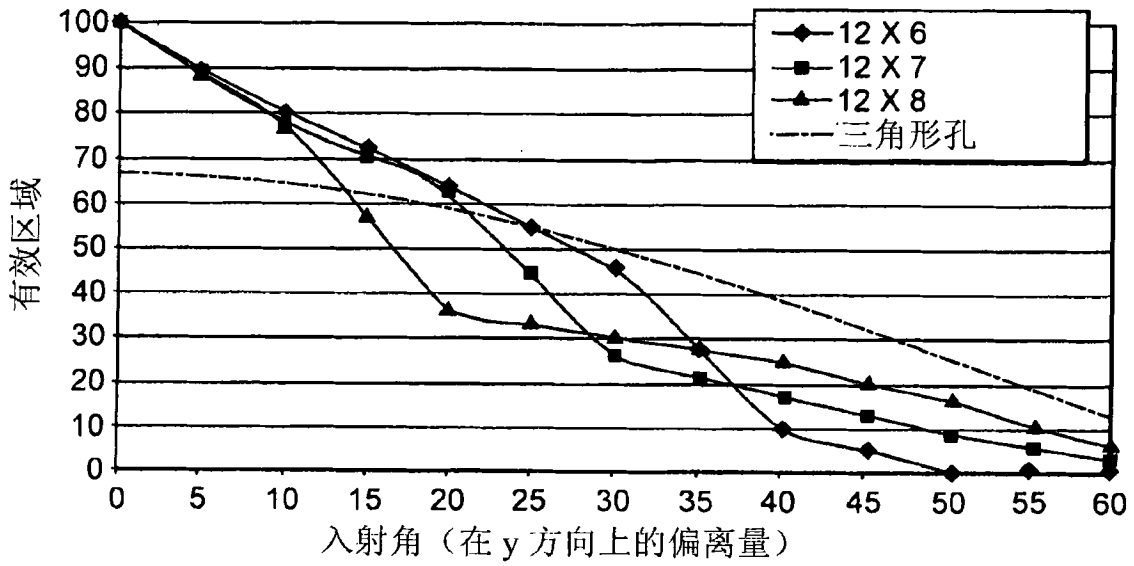


图 18A

90°取向矩形立体角有效区域与入射角的关系曲线图

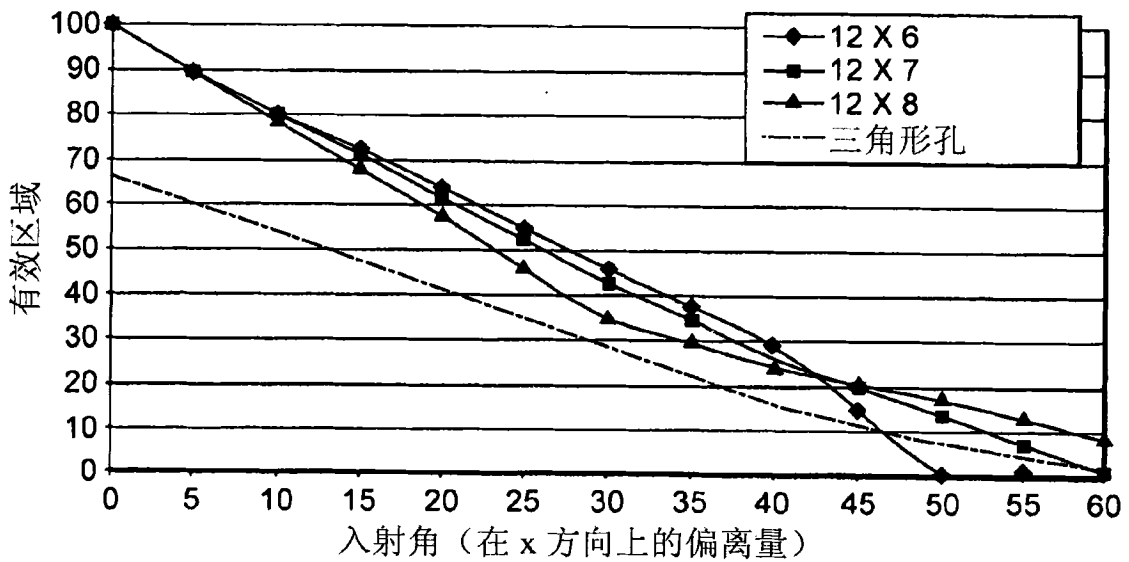


图 18B

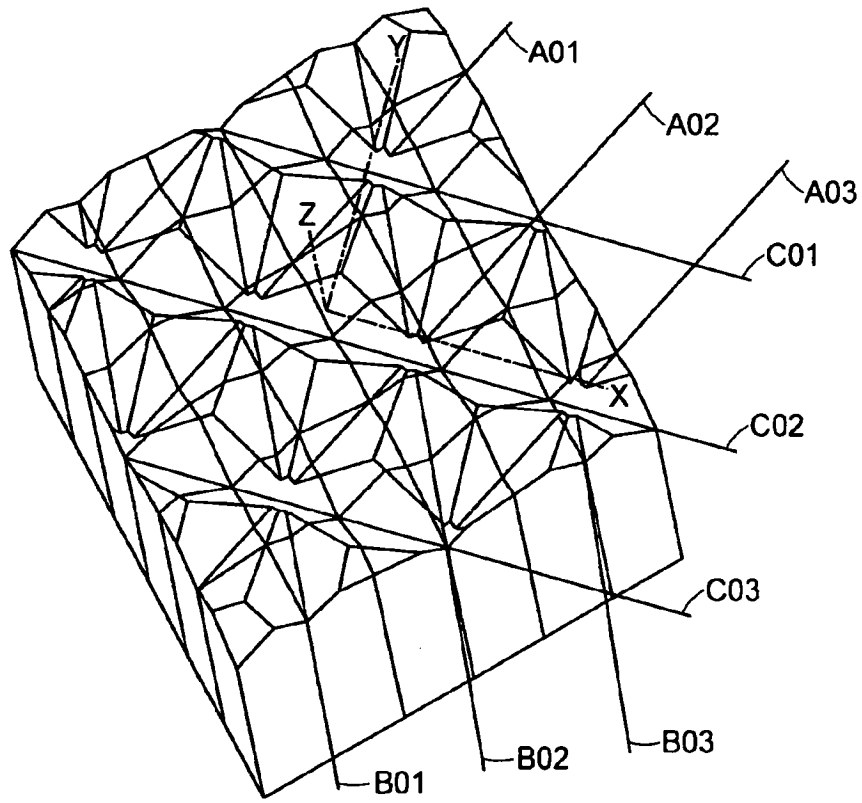


图 19A

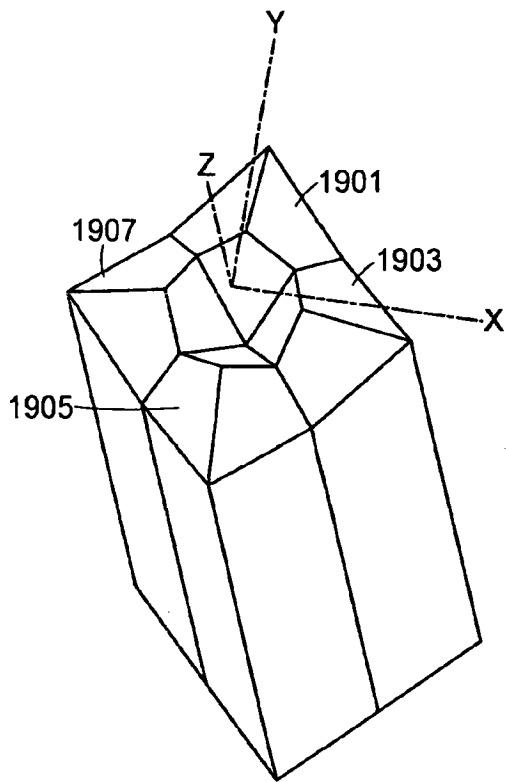


图 19B

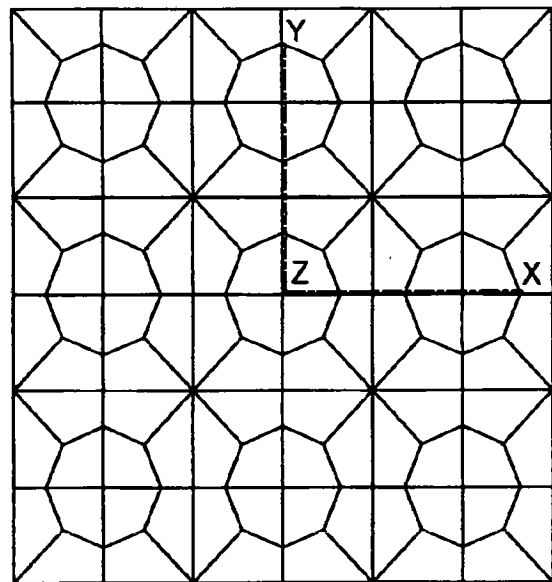


图 19C

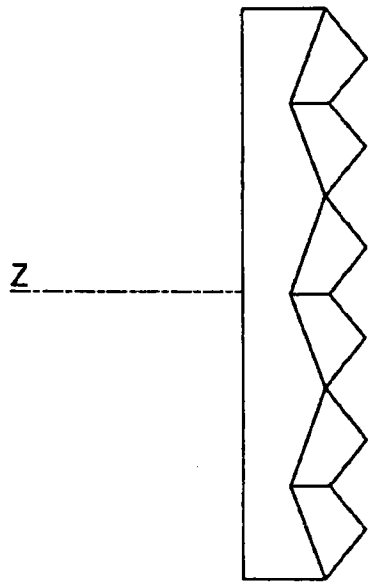


图 19D

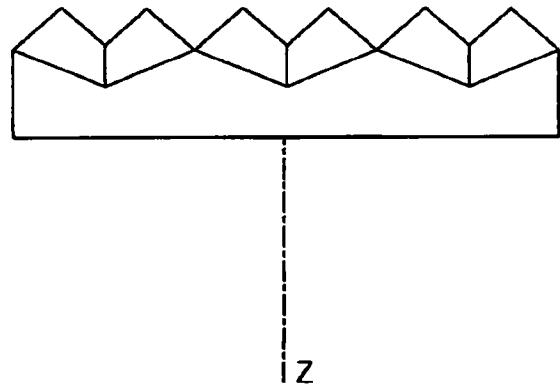


图 19E