



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105324201 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201480034772.5

(22)申请日 2014.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105324201 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据
1355775 2013.06.19 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2014/051515 2014.06.18

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/202906 FR 2014.12.24

(73)专利权人 梅卡奇罗梅法国公司

地址 法国昂布瓦斯

(72)发明人 A·德波纳特 C·博内 O·马丁

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 李丽

(51)Int.Cl.
B23D 57/02(2006.01)
E04C 2/08(2006.01)

(56)对比文件
CA 2010804 C,1995.05.16,
审查员 郭文辉

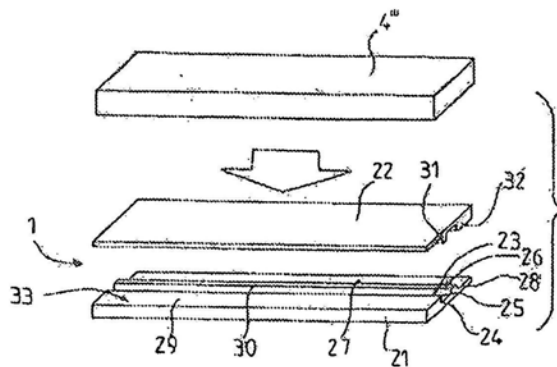
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

切割金属或复合材料制料坯块而获得的板
材或工件套件

(57)摘要

本发明涉及一种板材(2,3;12,13;21,22;
41)或工件套件(1),通过切割围绕平面(5)延
伸的金属材料或复合材料制的料坯块(4,4'',
4''',35)而获得,套件包括具有上表面(7,33)
的第一板材(2,12,21,41)或第一工件和具有
下表面(8)的第二板材(3,13,22)或第二工
件。所述第一板材(2,12,21,41)或第一工
件的上表面(7,33)的面部(7,330)具有至少
两条相对于平面(5)的斜率变化线或拐线,
第二板材(3,13,22)或第二工件的下表面
(8)在与料坯块(4,35)的切割条(34)的高
度相应的差不多恒定高度处,具有与面对
的第一板材(2,12,21,41)的上表面(7,33)形
状互补的面部(8)。



1. 一种板材或工件套件(1),通过切割围绕平面(5)延伸的金属材料或复合材料制的料坯块(4,4",4"',35)而获得,其中所述料坯块具有长度、宽度和厚度,所述板材或工件套件包括具有上表面(7,33)的第一板材(2,12,21,40)或第一工件和具有下表面(8)的第二板材(3,13,22,41)或第二工件,其特征在于,所述第一板材(2,12,21,40)或第一工件的上表面(7,33)的面部具有平行于料坯块的长度或宽度的至少两条相对于所述平面(5)的拐线,所述料坯块的与拐线平行的长度和/或宽度大于或等于600毫米;并且,所述第二板材(3,13,22,41)或第二工件的下表面(8)在与料坯块(4,4",4"',35)的切割条(36)的高度相应的差不多恒定高度处,具有与面对的第一板材(2,12,21,40)或第一工件的上表面(7,33)形状互补的面部。

2. 根据权利要求1所述的板材或工件套件,其特征在于,上表面(7,33)的面部具有至少三条拐线(11,23,24,25,26,27,28),用以形成翼肋(29,30,31,32)或凹槽。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的板材或工件套件,其特征在于,由一条拐线分开的两个表面部分之间的角度为 90° 。

4. 根据权利要求1所述的板材或工件套件,其特征在于,第一板材(2,12,21,40)的上表面(7,33)至少局部地具有弯曲横向型廓。

5. 根据权利要求4所述的板材或工件套件,其特征在于,切割条沿随着至少局部地呈正弦曲线形状的轨迹(34)。

6. 根据权利要求1所述的板材或工件套件,其特征在于,所述板材或工件套件(1)的厚度小于300毫米。

7. 根据权利要求1所述的板材或工件套件,其特征在于,相面对的两个面部即上表面(7,33)的面部和下表面(8)的面部用循环链锯(9)沿确定的轨迹(34)切割而成,以使上表面(7,33)的面部具有所述至少两条相对于所述平面的拐线(11,23,24,25,26,27,28),所述循环链锯安装成能在导向件(10)中滑动,导向件的恒定宽度相应于切割条(36)的高度。

8. 根据权利要求7所述的板材或工件套件,其特征在于,料坯块(4,4",4"',35)由循环链锯(9)沿确定的轨迹(34)进行切割,其中所述轨迹沿料坯块的宽度或长度延伸,所述循环链锯(9)安装成能在形成所述轨迹(34)的导向件(10)中滑动,所述循环链锯(9)相对于纵向轴向上的平面(5)对称,由链环装置(48,49)形成,在一侧向盘上具有至少一个切割片(50),切割片配有凸起切割刃(51),切割沿相对于所述侧向盘的法线方向进行。

9. 根据权利要求1所述的板材或工件套件,其特征在于,上表面的面部点坐标($x_1(t)$, $y_1(t)$)以及下表面的面部点坐标($x_2(t)$, $y_2(t)$)以如下方式定义:

$$(37) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_1(t) = y_0(t) - x'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{array} \right.$$

$$(38) \quad \begin{cases} x_2(t) = x_0(t) - y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_2(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{cases}$$

其中, x_0 和 y_0 是在坐标系 $0i$ 、 $0j$ 中的轨迹的点 $M(x_0, y_0)$ 的坐标并使得:

$$\overline{OM} = x_0(t)\vec{i} + y_0(t)\vec{j}$$

并且 $\frac{d\overline{OM}}{dt} = x'_0(t)\vec{i} + y'_0(t)\vec{j}$

而 $2e$ 是料坯块的切割条的高度。

切割金属或复合材料制料坯块而获得的板材或工件套件

技术领域

[0001] 本发明涉及通过切割金属材料或复合材料制的料坯块而获得的成套板材或工件。

[0002] 本发明尽管非专一地、但尤其广泛地应用于复杂的并具有高硬度的机械切割工件的粗切领域中,复杂的机械切割工件即工件具有复杂形状和/或复杂表面,高硬度即工件具有大于30的洛氏硬度。因此,本发明提出准完工的、例如可用于航空领域中的金属材料(尤其是铝、钛、钢)或复合材料(尤其是具有碳纤维和热固性或热塑性基质)制的工件粗坯。

背景技术

[0003] 更确切的说,在制造金属机械工件的情况下,已知从原材料坯块例如铸料坯块出发,然后将其机加工,从而获得所需工件的粗坯(半成品)。接着精制该粗坯以形成成品。

[0004] 得到的粗坯越接近所需的最终形状,则对工件需进行的再加工就越少,材料边角料也就越少。

[0005] 因此存在如下这样的需求:在料坯块中精确制出具有复杂形状的成套工件,使之尽可能接近所需的工件最终形状,这样就可减少后续工序数量和减少材料损耗。

[0006] 已知片锯式或链锯式锯切装置,其适于沿确定的轨迹进行切割。

[0007] 但是这类装置一方面涉及沿直线形轨迹进行锯切,另一方面涉及对软材料和/或纤维凸起材料如木材进行切割。

[0008] 这些装置因而不再允许沿复杂轨迹进行锯切。

[0009] 还已知(DE202004007148)使用圆形锯片切割获得的一套两个形状互补的工件。

[0010] 这种套件必然具有有限的厚度和/或具有小尺寸的长度和/或宽度。

[0011] 同样已知通过水射流或激光的线锯或电火花加工切割装置。

[0012] 即便这里这些技术可用于加工复杂形状,但这类形状需在小深度(优选地 ≤ 300 毫米)上由直纹面(直线母线)形成。

发明内容

[0013] 本发明旨在提供通过切割而获得的一套两个板材或工件,这种套件比起以前已知的板件或工件套件更好地适应实际需要,尤其是本发明相对已知技术来说能更节省加工时间,并且本发明允许进行复杂形状的切割,允许轨迹近距离多方向变化,并在大尺寸的工件长度和/或宽度上进行切割。

[0014] 所谓大尺寸,是指待切割工件的尺寸(长度、宽度)大于600毫米,例如大于1米、1.5米、2米、甚至更大。

[0015] 相反地,用于切割成工件的料坯块的厚度可小于300毫米,例如小于200毫米,例如100毫米,极限是锯缝大小和所需工件厚度的极限。

[0016] 本发明由于掌控了切割几何形状,因而还可节约每个成品工件的用料(相对于现有技术来说,节约材料可高达30%)。

[0017] 本发明尤其基于这样的构思:特别是使切割系统——不仅是切割部即切割片而且

还有导向部即导向件——逐渐深入料坯块内部,在同一原材料中嵌套切割出多个复杂粗坯。

[0018] 为此,本发明主要提出一种板材或工件套件,其通过切割围绕一平面延伸的金属材料或复合材料制的料坯块而获得,所述套件包括具有上表面的第一板材或第一工件和具有下表面的第二板材或第二工件,其特征在于,所述第一板材或第一工件的上表面的一面部具有至少两条拐线;并且,所述第二板材或第二工件的下表面在与料坯块的切割条的高度相应的差不多恒定高度处,具有与面对的第一板材上表面形状互补的面部。

[0019] 所谓尤其涉及曲线轨迹的拐线,也指在与所述表面正交的平面中的系列斜率变化线或拐线,其型廓(横截面)具有相继角度也就是相对于同一侧的至少两组角,其中每组有两个相对角。

[0020] 换句话说是指这样的轨迹:例如直线轨迹,其在与轴向平面正交的平面中至少四次改变方向,和/或产生具有至少两个波纹的一条切割线,和/或例如相对于所述直线形成一些(例如大于 5° 的)角度。

[0021] 所谓高度,是指在与料坯块平面垂直的纵向平面中的尺寸。

[0022] 这种制造尤其借助链锯插入到料坯即原材料块中,并随着切割在料坯块的整个厚度上进行而是可能的,如同后面将更确切地予以说明的,其中所述链锯具有切割片和该链锯的导向件。

[0023] 切割装置的侧向保持布置和切割片相对于链锯侧向盘的法线方向的迎切允许按链锯的确定轨迹进行这种完全插入,这种完全插入以新颖的方式允许切割出料坯块、因而所获工件的复杂几何形状。

[0024] 在一些有利的实施方式中,另外和/或作为补充可采用以下布置方案中的一种和/或另一种:

[0025] 一上表面的面部具有至少三种斜率变化,用以形成翼肋或凹槽;

[0026] 一斜率变化角度为 90° ;

[0027] 一第一板材的上表面至少局部地具有弯曲横向型廓;

[0028] 一轨迹至少局部地呈正弦曲线形状;

[0029] 一板材或工件的长度大于或等于300毫米。

[0030] 有利地,切割在大于或等于600毫米例如大于3米、例如大于5米的工件长度(深度)上和/或在大于600毫米、例如大于1米的工件和/或料坯块宽度上进行,所获工件或板材具有这类尺寸;

[0031] 一所述套件的厚度小于300毫米;

[0032] 一相相对的上表面和下表面这两个表面用循环链锯沿确定的轨迹切割而成,以使所述表面具有至少一条相对于所述平面的斜率变化线,所述循环链锯安装成能在导向件中滑动,其恒定宽度相应于切割条的高度;

[0033] 一料坯块由循环链锯沿确定的轨迹进行切割,所述循环链锯安装成能在形成所述轨迹的导向件中滑动,所述循环链锯相对于纵向轴向平面对称,由链环装置形成,在一侧向盘上具有至少一个切割片,切割片配有凸起切割刃,切割沿相对于所述侧向盘的法线方向进行;

[0034] 一上表面的面部点坐标 $(x_1(t), y_1(t))$ 以及下表面的面部点坐标 $(x_2(t), y_2(t))$ 以

如下方式定义：

$$[0035] \quad (7) \quad \begin{cases} x_1(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_1(t) = y_0(t) - x'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{cases}$$

$$[0036] \quad (8) \quad \begin{cases} x_2(t) = x_0(t) - y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_2(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{cases}$$

[0037] 其中, x_0 和 y_0 是坐标系 $0i$ 、 $0j$ 中的轨迹的点 $M(x_0, y_0)$ 的坐标并使得：

$$[0038] \quad \overline{OM} = x_0(t) \vec{i} + y_0(t) \vec{j}$$

$$[0039] \quad \text{并且} \quad \frac{d\overline{OM}}{dt} = x'_0(t) \vec{i} + y'_0(t) \vec{j}$$

[0040] 以及 $2e$ 是料坯块切割条的高度。

[0041] 在一有利的实施方式中,所述套件具有利用确定厚度的料坯块获得的彼此相应嵌套的两个板材或工件。

[0042] 有利地,所述套件具有超过两个的工件,例如具有三个或五个工件。

附图说明

[0043] 通过阅读下面对后文以非限制性示例给出的一些实施方式的说明,本发明将得到更好理解。

[0044] 参照附图进行本说明,附图中：

[0045] 图1至图3是根据本发明的一些实施方式的成套工件的透视图；

[0046] 图2A是根据本发明的成套板材或工件的另一实施方式的剖面示意图；

[0047] 图4A是由根据本发明的装置切割的料坯块示例的透视示意图,图中还明确示出如在本说明书的情况中使用的一个料坯块的长度、宽度和厚度尺寸；

[0048] 图4B示出图4A切割的确定轨迹,以表示其参数；

[0049] 图5是根据本发明的一实施方式的用于成套工件的切割装置的透视示意图；

[0050] 图6是图5的切割装置的带链锯的导向件的一部分的透视图；

[0051] 图7示意性示出根据本发明的可用于获得一个工件套件的另一种料坯块切割装置,示出围绕与链锯的轴线共线的一条轴线的可能的方向变化。

具体实施方式

[0052] 图1示出通过切割平行六面体形的金属材料或复合材料(例如热固性树脂和碳纤维)制的料坯块4而获得的一套1两个板材2、3,材料成分通常适用于航空航天领域中飞机结

构或工件的制造或汽车领域中结构或工件的制造,料坯块围绕平面5(点划线)延伸,使用装置6(参见图5)进行切割,装置6具有链锯,后面将参照图5至7对其进行更详细描述。

[0053] 料坯块4用金属材料或复合材料制成,具有长度L、宽度1和厚度E(同样参见图4A)。

[0054] 板材的长度L和/或宽度1大于300毫米,例如600毫米。

[0055] 用料坯块4而成的套件1的厚度E(或高度)小于300毫米,例如小于250毫米或100毫米。

[0056] 根据该实施方式,板材2的上表面7和板材3的下表面8这两个彼此相相对的表面利用循环链锯9(参见图5、6)切割而成,所述链锯9能滑动地安装在导向件10中,其恒定宽度相应于切割条(trait de découpe)的高度,沿确定的轨迹进行切割,以使所述表面具有至少一条相对于平面5的斜率变化线11。

[0057] 下表面8与第一板材2的上表面7形状互补,因此,通过在恒定高度2e上切割料坯块4而获得板材2、3(参见图4B)。

[0058] 因此,在切割结束时,板材2、3彼此分开并嵌套,上表面7和下表面8平行,但是自线11起具有与平面5垂直的阶台部(décrochement)。

[0059] 因此,这里,斜率变化是双重的,由在确定高度上正交于表面7的一平面体现。

[0060] 在下文中将使用相同的但带有引号(indice)的标号来标示类似和/或相同的元件。

[0061] 图2示出一套1两个工件12、13的另一实施方式,该套件的两个工件即基板12和平行六面体形的小板13,小板插在如此构成的、例如非贯通的凹槽中。

[0062] 在这种情况下,由如参照图7将描述的那样的装置实现沟槽14,该装置如同铲般使用以分离出料块13。

[0063] 在图2A的特殊实施方式中,以剖面图示意地示出通过链锯进出料坯块而在料坯块4"中切割而成的第一下板15,下板15于是在料坯块4"的上表面18'处具有盘件18。

[0064] 这种布置允许在同一基本料坯块4"中获得与第一板15互补分离的多个上部工件19、20。

[0065] 图3示出本发明的另一实施方式。利用料坯块4'''获得两个板材21、22,这两个板材的相相对的互补面具有沿多条拐线正交的阶台部或斜率变化轨迹,所述多条拐线这里是平行线23、24、25、26、27和28。

[0066] 因此获得具有两个沿纵向方向的加强翼肋29和30的下部工件21、和具有与面对的凹槽互补的两个翼肋31和32的上部工件22。

[0067] 换句话说,上表面的面部33因而在这里具有至少三种斜率变化,以在相应表面上形成翼肋29、30、31、32及其互补的凹槽。

[0068] 在图1和3所示的实施方式中,对料坯块4和4'''的切割分别横向地和纵向地进行(即一种沿宽度1的方向,另一种沿长度L的方向)。

[0069] 图4A和4B中示出在料坯块35中沿正弦曲线型的曲线36的切割轨迹34的另一实施方式。

[0070] 上表面的面部点坐标($x_1(t)$ 和 $y_1(t)$)以及下表面的面部点坐标($x_2(t)$ 和 $y_2(t)$)以如下方式定义:

$$[0071] \quad (37) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_1(t) = y_0(t) - x'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{array} \right.$$

$$[0072] \quad (38) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_2(t) = x_0(t) - y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \\ y_2(t) = x_0(t) + y'_0(t) = \frac{e}{\sqrt{x'_0(t)^2 + y'_0(t)^2}} \end{array} \right.$$

[0073] 其中, x_0 和 y_0 是在坐标系 O_i 、 O_j 中的轨迹的点 $M(x_0, y_0)$ 的坐标并且它们使得:

$$[0074] \quad \overrightarrow{OM} = x_0(t) \vec{i} + y_0(t) \vec{j}$$

$$[0075] \quad \text{并且} \quad \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = x'_0(t) \vec{i} + y'_0(t) \vec{j}$$

[0076] 而 $2e$ 是料坯块切割条的高度。

[0077] 换句话说,具有宽度 $2e$ 的切割条36的轨迹34根据上述公式限定曲线37和38(这些曲线之间间隔为 $2e$)。此外,切割定中心在曲线39上,曲线39为也与轨迹34重合的切割部分的中性线(fibre neutre)。

[0078] 在图4A和4B中,轨迹34由于其呈正弦曲线形状或基本上呈正弦曲线形状,因此具有多个拐点I。

[0079] 因此,利用料坯块35获得板材40和41,板材40和41在接近切割高度处按弯曲横向型廓嵌套。

[0080] 图5示出利用料坯块35(参见图4A和参见图5上的点划线)切割出一套工件的切割装置6。

[0081] 装置6具有循环链锯9,循环链锯9在一侧由转动环42驱动,所述转动环42借助例如电动的减速电机(未示出)被驱动转动,整体由支承托架43和滚动元件44承载,滚动元件44用于通过与导板46的表面45配合来确保系统平移,由将链锯间隔开的两个空转或非空转齿轮(未示出)确保链锯9换向。

[0082] 电机以本领域公知的方式由自动控制器(未示出)控制,以根据选用的模式(切割速度、进给量等)进行切割。

[0083] 装置6还具有支承结构47和测量仪,支承结构支承整体,测量仪这里仍以本领域公知的方式测量链锯9的张紧度、其速度和/或其磨损度等,自动控制器的运行受这些测量结果控制。

[0084] 参照图6,装置6具有沿确定的轨迹进行引导的导向件10,所述确定的轨迹例如是如图4B中所示的曲线39。

[0085] 因此,用循环链锯9沿确定的轨迹34切割料坯块35,所述循环链锯9安装成能在(形成轨迹34的)导向件10中滑动,链锯9相对于纵向轴向平面5对称,由链环装置48、49形成,在一侧向盘上具有至少一个切割片50,切割片配有凸起切割刃51,沿相对于所述侧向盘的法

线方向进行切割。

[0086] 在根据本发明的、尤其参照该图6描述的可用于获得套件的链锯和导向件的实施方式中,导向件10具有供链锯9通过的纵向壳体52。

[0087] 所述壳体形成护套。护套具有确定的宽度H,切割片50布置成在切割条36的大于H的宽度2e上进行切割。

[0088] 壳体52在一侧具有在两侧穿孔的侧壁53,其限定纵向隙口54。

[0089] 链锯9本身则具有沿链锯9规律地分布的多个导向侧颊部55。侧颊部55具有周沿边部56,周沿边部56布置成与在穿孔侧壁53的外表面上的隙口54边侧57进行摩擦(或滚动)配合。

[0090] 更确切的说,链锯9的每个铰接的链环48、49这样形成:两个平行轴58、59相互之间由连接板或连接片60相连,侧颊部55形成这两个相邻轴之间的连接片中的一些连接片。

[0091] 在特别是这里所描述的实施方式中,壳体52具有两个纵向翼肋 53、54即:第一中央内部翼肋53和第二翼肋54,所述第一中央内部翼肋53用于与链环之间的铰接轴58、59进行滚动或摩擦配合,所述第二翼肋54与第一中央内部翼肋53相对,第一和第二翼肋之间的正交距离等于D(轴直径)+d,其中,d \leq 0.5毫米,例如d<0.1毫米。

[0092] 参照图7,利用如所述的链锯9,可以在板坯或料坯块35中沿多个迎切(attaque)方向或迎角、尤其是沿纵向方向,即沿相对于链锯9的侧向盘的法线方向(箭头66)进行切割,而且还可以(通过使链锯及其导向件10枢转)相对于所述链锯(链锯在料坯块35的迎切中沿箭头69进行)的纵向轴线68转动(箭头67)地进行切割,如同斗式铲装机那样。

[0093] 围绕与轴线68垂直的轴线71的转动(箭头70)还允许采用其他迎角。

[0094] 现在将说明使用图5至7所示的切割装置6来制造图1的板材套件1。

[0095] 在选择好与想要制造的工件相应的金属材料或复合材料制的料坯块4之后,通过自动控制器程控想要进行的切割。

[0096] 根据制造所需的参数选择导向件10,导向件10例如可设计成是可拆卸和可移动的,以允许不同宽度的切割条36厚度2e,宽度例如在1厘米至2厘米之间。

[0097] 然后将料坯块4布置成面对切割装置6。再以本领域公知的方式进行切割,始终进行对链锯9的润滑:例如在导向件的沿其规律分布的不同注入点注入润滑液。

[0098] 料坯块4则前移推靠在锯上,或反过来,也就是装置6本身移动到工件上,所述工件则以本领域公知的方式被预先固定在支承件(未示出)上,所述支承件也起加固件的作用。

[0099] 导向件10和切割片于是相对料坯块4逐渐推进,渐渐地锯开上部工件2和下部工件3,这里,链锯9沿料坯块4的横向方向推进。在例如在图3所示的板材制造类型的板材制造的情况下,锯的移动这里沿板材21、22的纵向方向进行。

[0100] 随着锯进行切割,锯屑排出(例如通过断屑器)。

[0101] 另外,板材2和3以本领域公知的方式逐渐地被抓取和保持,以便随后被取出。

[0102] 因此,以很少的材料损耗和/或金属损耗,即仅仅损失厚度2e的切割条,就可获得形状非常接近的两个板材2、3。

[0103] 因此,可以没有太大困难地完成这些相嵌套的非常接近于最终加工形状的工件。

[0104] 不言而喻,另外如前所述,本发明并不局限于特别描述过的实施方式。相反,本发明包括这些实施方式的所有变型,尤其是这样的变型:其中,套件1包括多于两个的同时切

割成的工件2、3、12、13、21、22、40、41,例如相互嵌套的一组三个工件甚至四个工件,在这种情况下,因而要配置切割片及其导向件。

[0105] 在一种实施方式中,则带引切割链锯9的轨迹离开料坯块4'''、35,并一次和/或多次返回其中(返回次数与除下部工件或下板外的工件数量一样多)。

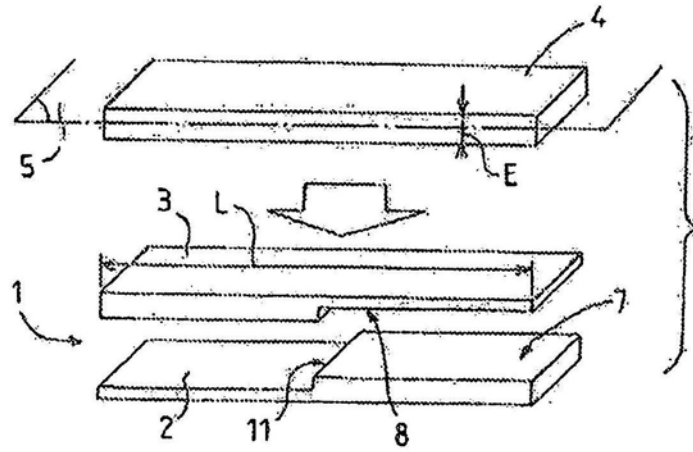


图1

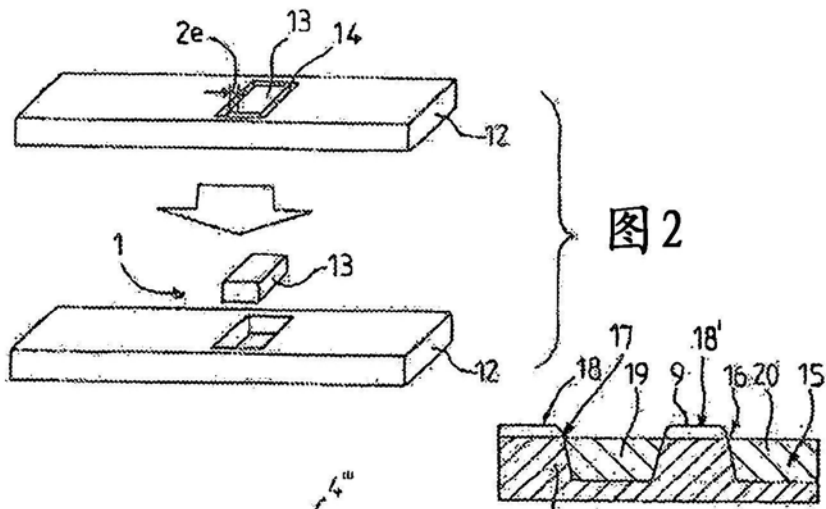


图2

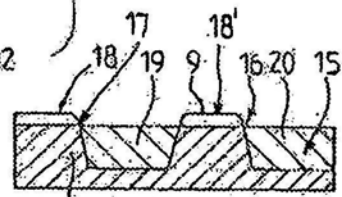


图2A

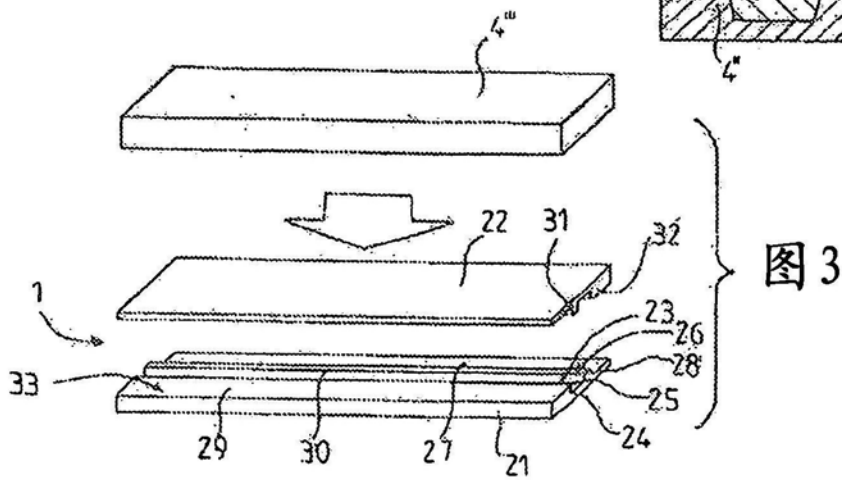


图3

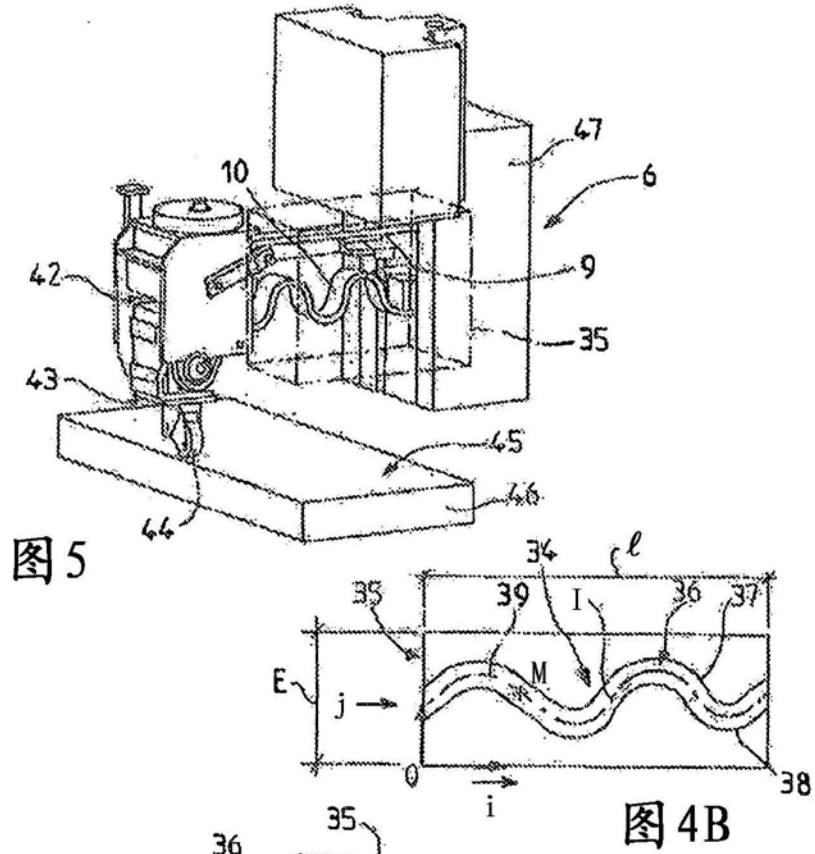


图5

图4B

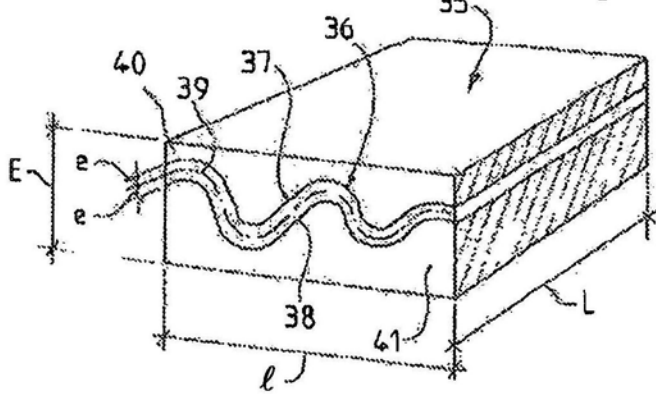


图4A

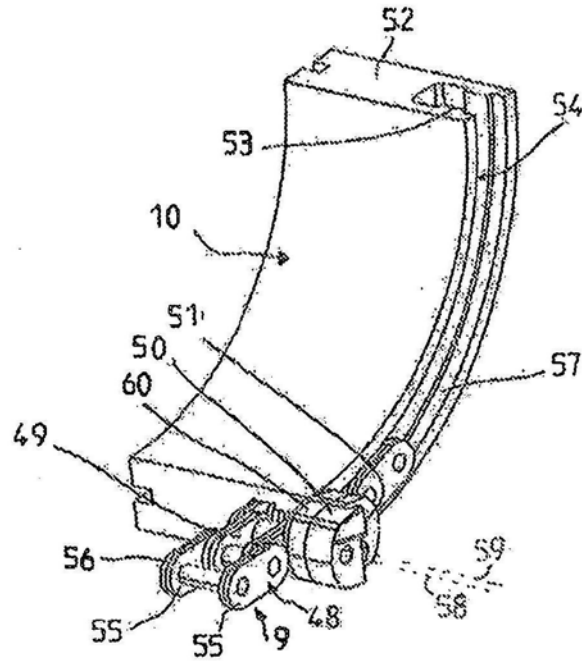


图6

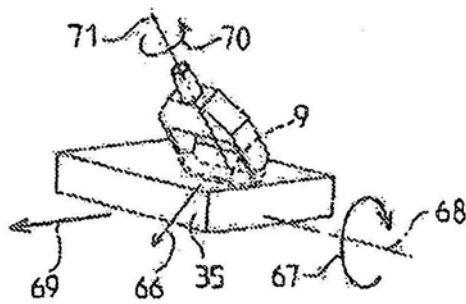


图7