

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B21D 24/04 (2006.01)

B21D 22/22 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510135218.9

[43] 公开日 2006年7月5日

[11] 公开号 CN 1796018A

[22] 申请日 2005.12.27

[21] 申请号 200510135218.9

[30] 优先权

[32] 2004.12.27 [33] JP [31] 2004-376183

[32] 2005.8.30 [33] JP [31] 2005-248915

[71] 申请人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 小高秀元 足立尚久

[74] 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所

代理人 刘新宇

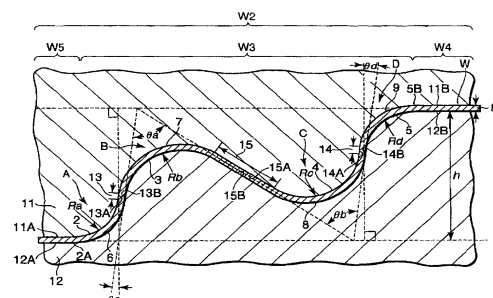
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 6 页

## [54] 发明名称

模压成形方法和模压成形设备

## [57] 摘要

本发明提供了一种模压成形方法和模压成形设备，将要被模压成形的金属薄板坯料包括产品部(W1)和设置在产品部(W1)周围的夹持部(W2)。模压成形设备在利用上模(11)和下模(12)夹持夹持部(W2)的同时，在产品部(W1)上进行模压。通过使形成在下模(12)上的凹角部(6, 8)和凸角部(3, 5)与形成在上模(11)上的相应凹角部(7, 9)和凸角部(2, 4)啮合，提前在夹持部(W2)上模压成形包括交替布置有凹部(A, C)和凸部(B, D)的起伏部(W3)。因此，在不减小凹部(A, C)和凸部(B, D)的半径的情况下获得了优选的约束力，由此避免了薄板坯料的电镀表面被剥离。



1. 一种薄板坯料 (W) 的模压成形方法, 所述薄板坯料 (W) 包括产品部 (W1) 和围绕着所述产品部 (W1) 的夹持部 (W2), 所述模压成形方法包括:

通过上模 (11) 和下模 (12) 的啮合, 在所述夹持部 (W2) 上模压成形包括交替布置有凹部 (A, C) 和凸部 (B, D) 的起伏部 (W3), 所述上模 (11) 设有交替布置的凸角部 (2, 4) 和凹角部 (7, 9), 并且所述下模 (12) 设有交替布置的凸角部 (3, 5) 和凹角部 (6, 8), 以与所述上模 (11) 啮合; 以及

在所述上模 (11) 和所述下模 (12) 的啮合状态下夹持所述起伏部 (W3) 的同时, 模压成形所述产品部 (W1)。

2. 根据权利要求 1 所述的模压成形方法, 其特征在于, 在模压成形所述产品部 (W1) 时, 在所述上模 (11) 和所述下模 (12) 的所述凸角部 (2, 3, 4, 5) 处经受弯曲变形的同时, 所述薄板坯料 (W) 通过在所述上模 (11) 和所述下模 (12) 之间的空间流向所述产品部 (W1)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的模压成形方法, 其特征在于, 所述模压成形方法还包括在模压成形所述产品部 (W1) 之后, 从所述产品部 (W1) 将所述夹持部 (W2) 切掉。

4. 根据权利要求 3 所述的模压成形方法, 其特征在于, 所述夹持部 (W2) 沿着与所述起伏部 (W3) 平行设置的切断线从所述产品部 (W1) 上被切掉。

5. 一种用于模压成形薄板坯料 (W) 的模压成形设备, 所述薄板坯料 (W) 包括产品部 (W1) 和围绕着所述产品部 (W1) 的夹持部 (W2), 所述模压设备包括:

上模 (11), 其设有交替布置的凸角部 (2, 4) 和凹角部 (7, 9); 以及

下模 (12), 其设有交替布置的凸角部 (3, 5) 和凹角部 (6,

8), 以与所述上模(11)啮合;

其特征在于,所述模压成形设备被构造成:通过所述上模(11)和所述下模(12)的所述啮合,在所述夹持部(W2)上模压成形包括交替布置有凹部(A,C)和凸部(B,D)的起伏部(W3);  
5 并且在所述上模(11)和所述下模(12)的啮合状态下夹持所述起伏部(W3)的同时,模压成形所述产品部(W1)。

6. 根据权利要求5所述的模压成形设备,其特征在于,所述上模(11)和下模(12)设有从所述夹持部(W2)的外周向其内周布置的第一凸角部(2)、第二凸角部(3)、第三凸角部(4)和  
10 第四凸角部(5)。

7. 根据权利要求6所述的模压成形设备,其特征在于,所述上模(11)包括与所述夹持部(W2)抵靠以形成所述凹部(A,C)的所述第一凸角部(2)和所述第三凸角部(4);所述下模(12)包括与所述夹持部(W2)抵靠以形成所述凸部(B,D)的所述  
15 第二凸角部(3)和所述第四凸角部(5)。

8. 根据权利要求7所述的模压成形设备,其特征在于,所述下模(12)包括与所述第一凸角部(2)对应的第一凹角部(6)和与所述第三凸角部(4)对应的第三凹角部(8);所述上模(11)包括与所述第二凸角部(3)对应的第二凹角部(7)和与所述第  
20 四凸角部(5)对应的第四凹角部(9)。

9. 根据权利要求8所述的模压成形设备,其特征在于,所述上模(11)包括连接所述第一凸角部(2)和所述第二凹角部(7)的平面(13A)、连接所述第二凹角部(7)和所述第三凸角部(4)的平面(15A)、以及连接所述第三凸角部(4)和所述第四凹角  
25 部(9)的平面(14A);所述下模(12)包括连接所述第一凹角部(6)和所述第二凸角部(3)的平面(13B)、连接所述第二凸角部(3)和所述第三凹角部(8)的平面(15B)、以及连接所述

第三凹角部(8)和所述第四凸角部(5)的平面(14B)。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的模压成形设备,其特征  
在于,所述第二凸角部(3)的夹角( $\theta a$ )和所述第三凸角部  
(4)的夹角( $\theta b$ )大于等于30度并且小于等于90度。

5 11. 根据权利要求7至9中任一项所述的模压成形设备,其  
特征在于,所述第一凸角部(2)、所述第二凸角部(3)、所述第  
三凸角部(4)和所述第四凸角部(5)的相应半径( $Ra-Rd$ )大  
于等于1mm并且小于等于5mm。

12. 根据权利要求7至9中任一项所述的模压成形设备,其  
10 特征在于,所述第一凸角部(2)的夹角和所述第四凸角部(5)  
的夹角大于等于90度并且小于等于120度。

13. 根据权利要求7至9中任一项所述的模压成形设备,其  
特征在于,所述夹持部(W2)包括分别布置在所述起伏部(W3)  
的内、外侧的水平部(W4, W5),所述上模(11)包括与所述第  
15 一凸角部(2)连续的水平面(11A)和与所述第四凹角部(9)  
连续的水平面(11B);所述下模(12)包括水平面(12A)和水  
平面(12B),该水平面(12A)与所述第一凹角部(6)连续并且  
面对着与所述第一凸角部(2)连续的水平面(11A),该水平面  
(12B)与所述第四凸角部(5)连续并且面对着与所述第四凹角  
20 部(9)连续的所述水平面(11B)。

14. 根据权利要求13所述的模压成形设备,其特征  
在于,与  
所述第一凸角部(2)连续的所述水平面(11A)被布置在低于与  
所述第四凹角部(9)连续的所述水平面(11B)的位置处。

## 模压成形方法和模压成形设备

### 技术领域

本发明涉及在金属板模压成形时调节由形成在坯料上的起伏部引起的坯料约束力。

### 背景技术

在由垂直的成形模具的上下模夹持位于金属板外周上的夹持部的同时，通过朝金属板驱动冲头对金属板进行模压成形。在模压出位于环形夹持部内侧的产品部之后，通过从产品部的周边切掉夹持部来获得模压制品。

在模压成形过程中，尤其是在拉延模压或拉延成形过程中，周边金属板由于模压过程而朝产品部移动。这种现象被称为坯料流入。为了控制流入量，必须保持夹持部。由成形模具在夹持部上施加适当的夹持力，以抵消作用在由上下模夹持的金属板上的朝向中心的牵引力。

由成形模具施加在夹持部上的夹持力通过在夹持部上形成的被称为起伏部的凸部和凹部形成。采用设置在垂直的成形模具的上下模上的起伏模压部来形成该起伏部。在垂直的成形模具夹持该起伏部的同时或之后，使用冲头在产品部上进行模压操作。

由日本特许厅于1998年公布的JP10-005889A提出了一种在金属板的夹持部上形成起伏部的方法。根据该方法，在夹持部上形成横截面为梯形并且具有圆角的起伏部。在该现有技术的方法中，由成形模具的上下模在夹持部上形成称为起伏部的凸部和凹部。此外，在垂直的成形模具模压并且保持起伏部时，只有成形模具的凸部被布置成与金属板抵靠。除凸部之外的包括成形模具的凹部的部分不与金属板接触。

结果，即使在例如由于型芯的偏差而导致在垂直的成形模具

的上下模之间的间隙不均匀时，也能够以不需要调节间隙的方式形成稳定的阻力或稳定的坯料流入量，该稳定的阻力在坯料通过起伏部时作用在坯料上。

如上述现有技术的方法所公开的那样，可通过起伏部的形状控制在拉延模压过程中在金属板通过起伏部时作用在金属板上的阻力。但是，起伏部的形状可能产生以下问题。

具体地说，在减小起伏部的曲率半径以增大坯料约束力时，金属板表面容易被起伏部的弯曲部分划擦。在具有电镀表面的金属板通过曲率半径小的起伏部时，电镀表面容易被剥离。由被剥离的电镀层产生的粉末附着在成形模具或金属板上，从而造成在模压之后的表面缺陷。

另一方面，当增大起伏部的曲率半径以防止电镀部分被剥离时，对产生起伏部的优选坯料约束力具有不利的影响。

可以设置两条起伏部，以获得优选的坯料约束力，但是起伏部的整个长度将由此变大，从而将增加模压成形的成本。

## 发明内容

因此，本发明的目的在于在不会导致起伏部长度增加或者金属板的电镀表面被剥离的情况下在起伏部上产生优选的约束力。

为了实现上述目的，本发明提供了一种薄板坯料的模压成形方法。该薄板坯料包括产品部和围绕着该产品部的夹持部。该方法包括通过利用上模和下模的啮合在夹持部上模压包括交替布置有凹部和凸部的起伏部。

上模设有交替布置的凸角部和凹角部，下模设有交替布置的凸角部和凹角部，以与上模啮合。该方法还包括在上模和下模啮合的情况下在夹持起伏部的同时模压成形产品部。

本发明还提供了一种用于模压薄板坯料的模压设备，该模压设备包括：上模，其设有交替布置的凸角部和凹角部；下模，其

设有交替布置的凸角部和凹角部，以与上模啮合。该模压设备被构造成为通过利用上模和下模的啮合在夹持部上模压出包括交替布置有凹部和凸部的起伏部；并且在利用啮合的上模和下模夹持起伏部的同时，模压成形产品部。

- 5 本发明的这些细节部分以及其它特征和优点将在说明书的其它部分中给出，并在附图中示出。

## 附图说明

图 1 为设置在由根据本发明的模压模具模压的金属板上的夹持部的剖视图。  
10

图 2A 和 2B 为模压成形模具的示意性剖视图。

图 3A 和 3B 为作为模压成形产品实例的汽车发动机罩的俯视图，用于在采用根据本发明的夹持部时和在采用作为现有技术比较例的夹持部时定义坯料流入量的测量点。

15 图 4 为根据比较例的垂直的成形模具的起伏形成部的剖视图，示出了其尺寸和形状。

图 5 为示出了由根据本发明的成形模具形成的起伏部的坯料约束力的计算模型的图解。

图 6 为示出了在根据本发明的模压成形步骤的方框图。

20 图 7 为根据本发明的用于发动机罩的金属板坯料在拉延模压之前的剖视图。

图 8 为根据本发明通过切边切断夹持部的发动机罩的剖视图。

图 9 为通过切边从发动机罩上切断的夹持部的角部的透视图。

图 10 为通过切边切断的夹持部的平直部的透视图。

25

## 具体实施方式

参照附图中的图 1，根据本发明的成形模具包括上模 11 和下模 12。在该图中，在上模 11 和下模 12 合模时，模具 11 和 12 夹持着金

属板坯料W的夹持部W2。上模11和下模12彼此相对，并且在它们之间具有与坯料W的厚度 $t$ 对应的间隙。该成形模具为在模压成形的汽车发动机罩中所使用的模具。

现在参照图7，坯料W包括作为将要被模压的材料的产品部W1和设置在产品部W1的外周上的夹持部W2。图1是对应于图7左侧的夹持部W2的放大图。

因此，在图1中，产品部W1布置在该图的右侧，并且该图的左侧与坯料W的外周对应。

夹持部W2包括起伏部W3和设置在起伏部W3两侧的水平部W4和W5。起伏部W3包括交替布置的凹部A、凸部B、凹部C和凸部D，以形成两个相互连接的字母S。凹部A和凸部B通过平直部13连接。凸部B和凹部C通过平直部15连接。凹部C和凸部D通过平直部14连接。平直部15比在两侧的水平部13和平直部14长。

为了在坯料W上形成具有如上所述形状的夹持部W2，该成形模具的上模11设有模压水平部W5的水平面11A、模压凹部A的第一凸角部2、模压凸部B的第二凹角部7、形成凹部C的第三凸角部4、形成凸部D的第四凹角部9和模压水平部W4的水平面11B。

该成形模具的下模12包括模压水平部W5的水平面12A、模压凹部A的第一凹角部6、模压凸部B的第二凸角部3、形成凹部C的第三凹角部8、形成凸部D的第四凸角部5和模压水平部W4的水平面12B。从设置在下模12的最低位置处的水平面12A到设置在最高位置处的水平面12B的高度被定义为“ $h$ ”。从上模11的水平面11A到水平面11B的高度也被定义为“ $h$ ”。因此，在高度 $h$ 的范围内形成起伏部W3。

与坯料W的平直部13对应的平面13A形成在上模11的第一凸角部2和第二凹角部7之间。与坯料W的平直部15对应的平面15A形成在第二凹角部7和第三凸角部4之间。与坯料W的平直部14对应的平面14A形成在第三凸角部4和第四凹角部9之间。

同样，与坯料W的平直部13对应的平面13B形成在下模12的第一凹角部6和第二凸角部3之间。与坯料W的平直部15对应的平面15B形成在第二凸角部3和第三凹角部8之间。与坯料W的平直部14对应的平面14B形成在第三凹角部8和第四凸角部5之间。

5 平直部13的斜度与平面13A、13B的斜度相等。平直部14的斜度与平面14A、14B的斜度相等。平直部15的斜度与平面15A、15B的斜度相等。

第一凸角部2的半径、第二凸角部3的半径、第三凸角部4的半径和第四凸角部5的半径分别表示为 $Ra$ 、 $Rb$ 、 $Rc$ 和 $Rd$ 。

10 下模12的平面13B和水平面12A的夹角大于或等于90度。下模12的平面14B和水平面12B的夹角也大于或等于90度。

在下面的说明书中，在该图中由平直部13的斜面和垂线所夹的角度被定义为 $\theta c$ 。与平直部13对应的平面13A、13B具有与平直部13相同的斜度。在该图中由平直部14和垂线所夹的角度被定义为 $\theta d$ 。角度 $\theta c$ 也用作表示第一凸角部2的夹角。角度 $\theta d$ 也用作表示  
15 第四凸角部5的夹角。

在下模12的第二凸角部3中，与平直部13对应的平面13B和与平直部15对应的平面15B的夹角 $\theta a$ 小于90度。在下模12的第三凹角部8中，与平直部15对应的平面15B和与平直部14对应的平面  
20 14B的夹角 $\theta b$ 也小于90度。

上述的上模11和下模12适合于供图2A所示的单动拉延成形模具20A或图2B中所示的双动拉延成形模具20B使用。换句话说，图2A中的单动拉延成形模具20A使用上模11作为上模21，并且使用下模12作为垫圈22。图2B中的双动拉延成形模具  
25 20B使用上模11作为坯料夹具24，并且使用下模12作为下模23。在图2A和2B中，构件25表示冲头。

下面，将对采用包括如上述的上模11和下模12的压力机来模压成形金属板坯料W的过程进行说明。

首先，将坯料 W 放置在下模 12 上的预定位置处。这时，坯料 W 的水平部 W4 由下模 12 的最高水平面 12B 支撑，并且下模 12 的水平面 12A、第一凹角部 6、第二凸角部 3、第三凹角部 8 和第四凸角部 5 由还没有被模压的坯料 W 的夹持部 W2 覆盖。

5 然后，使上模 11 下降，直到水平面 11A 变成与坯料 W 的水平部 W5 接触。在从该位置进一步向下挤压上模 11 时，水平部 W5 向下挤压在水平面 11A 上。之后，上模 11 的第一凸角部 2 和第三凸角部 4 以及下模 12 的第二凸角部 3 和第四凸角部 5 分别与坯料 W 抵靠，并且在坯料 W 中产生弯曲变形。

10 最后，通过使上模 11 挤压至如图 1 所示的状态来完成起伏部 W3 的模压。这样，通过交替地形成在上模 11 和下模 12 上的多个凸角部 2-5，使所模压的起伏部 W3 沿相反地方向交替地弯曲和变形。

换句话说，起伏部 W3 包括曲线附着在位于最内部周边上的第四凸角部 5 上的第一变形部、曲线附着在位于第一变形部外侧的第三凸角部 4 上的第二变形部、曲线附着在位于第二变形部外侧的第二凸角部 3 上的第三变形部、以及曲线附着在位于最外部周边上的第一凸角部 2 上的变形部。

20 在凹角部 6-9 和相应的凹角部 2-5 之间的间隙不总是必须等于坯料 W 的板厚  $t$ 。例如，即使间隙大于板厚  $t$ ，也具有曲线附着在每个凸角部 2-5 上的弯曲变形。结果，起伏部 W3 受到上模 11 和下模 12 约束。甚至优选的是，将该间隙设定为略大于板厚  $t$ 。

位于图 7 所示的坯料 W 右侧的起伏部 W3 以相同的方式受到上模 11 和下模 12 约束。

25 这样，当位于产品部 W1 的外周上的起伏部 W3 受到上模 11 和下模 12 约束时，利用冲头 25 挤压产品部，以获得如图 8 所示的用于发动机罩的模压部 W1A。图 8 示出了在夹持部 W2 被切断之后的模压部 W1A。图 9 示出了在切边之后夹持部 W2 的角部形

状。图 10 示出了在同一时刻夹持部 W2 的平直部的形状。

当在产品部 W1 上进行模压操作时，金属板坯料 W 被拖向中心。相反，在包围着产品部 W1 的夹持部 W2 处，曲线附着在凸角部 2-5 上的坯料 W 由于弯曲变形而受到约束力，但是，由于作用在坯料 W 上的牵引力的作用，坯料 W 同时朝产品部 W1 即图 1

5 中的右侧途经凸角部 2-5 而移动。  
发明人已经将根据本发明采用坯料 W 模压的发动机罩和根据比较例采用坯料模压的发动机罩进行了比较，其中，在根据本发明的坯料 W 中起伏部 W3 由上模 11 和下模 12 形成并保持；在根

10 据比较例的坯料中具有根据现有技术形成并保持的起伏部 200。在图 4 中示出了起伏部 200 的形状和尺寸。

如图 3A 和 3B 所示设有 10 个测量点 M1-M10，以测量相应坯料的流入量。

在表 1 中示出了 10 个测量点 M1-M10 在两种情况下的测量

表 1

检测点	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
比较例	0.104	0.390	5.808	10.150	7.113	0.426	0.082	2.624	8.671	3.879
本发明	0.096	0.224	0.206	0.192	0.172	0.193	0.089	0.195	0.230	0.161

单位：mm

20 如表 1 所示，在几乎所有测量点处，在采用根据本发明起伏部 W3 由上模 11 和下模 12 形成并保持的坯料 W 过程中的坯料流入量低于根据比较例形成并保持有起伏部 200 的坯料流入量，该起伏部 200 具有如图 4 所示的形状和尺寸。换句话说，已经表明，根据本发明起伏部 W3 由上模 11 和下模 12 形成并保持的坯料 W 具有更大的约束力。在将大于坯料 W 的约束力的牵引力施加到坯料 W 时，坯料 W 移动。因此，可以将该坯料约束力看作坯料牵

引力。

在起伏部 W3 和起伏部 200 上的相应约束力理论上可在图 5 所示的模型中从凸角部的弯曲角  $\theta_1-\theta_n$  和相应半径  $R_1-R_n$  中算出。起伏部 W3 的约束力的计算结果为 415 牛顿/毫米 (N/mm)，起伏部 200 的约束力的计算结果为 363 (N/mm)。

在本实施例中，凹部 A、凸部 B、凹部 C、凸部 D 交替地形成在起伏部 W3 上。如图 4 所示的现有技术的起伏部 200 以凹部 E、凸部 F、凹部 G、凸部 H 的顺序形成。换句话说，起伏部 200 不需要交替地形成凹部和凸部。本发明使用了上模 11 和下模 12，以形成具有交替的凹部和凸部的起伏部 W3。在产品部 W1 的模压过程中，上模 11 和下模 12 保持起伏部 W3。因此，可以获得大约束力和小坯料流入量。

如图 3A 和 3B 所示的发动机罩 W1A 的模压加工是拉延成形工艺，该拉延成形工艺模压出产品的整个形状，并且包括拉延加工、膨胀加工和弯曲加工。

参照图 6，通过在与上述拉延成形工艺对应的拉延成形步骤 30 之后进行切边步骤 31 和再模压步骤 32，来完成这种类型的模压产品。在切边步骤 31 中，如图 8 所示在拉延步骤 30 之后将产品中没用的外周切掉。在再模压步骤 32 中，将在拉延成形步骤 30 中没有完全模压出的部分或包括在边缘上的凸缘模具的小弯曲部分模压成最终的形状。包括发动机罩 W1A 的成品被组装到发动机罩上并且沿着装配线输送，在装配线上，发动机罩 W1A 与作为加强构件的内罩组装在一起，以装配成发动机罩。此外，由切边步骤 31 或再模压步骤 32 产生的金属废料在输送装置 33 上被输送。

在拉延成形步骤 30 中，当在起伏部 W3 上的约束力过大时，则坯料的流入量变得过小。因此，存在着在夹持部 W2 内侧的水

平部 W4 发生破裂或者产品部 W1 发生破裂的可能性。相反，当约束力不足时，坯料的流入量变得过大，由此，在夹持部 W2 上容易产生压力折痕。

观察到的在切边步骤 31 中由夹持部 W2 在废料上形成的印记表明，坯料在拉延步骤 30 中的行为。这些印记包括由上模 11 和起伏部 W3 的滑动或摩擦以及由下模 12 和起伏部 W3 的滑动或摩擦而产生的印记。观察到的由夹持部 W2 形成的废料表明，在切边步骤 31 中在起伏部 W3 形成的状态沿着整个外周延续。因此，可以确定在拉延成形步骤 30 中由上模 11 和下模 12 形成的模压条件是否合适。

发明人已经采用了一种模拟，以分析在起伏部 W3 上的约束力与半径  $Ra-Rd$  和角度  $\theta a-\theta d$  之间的关系，该半径  $Ra-Rd$  和角度  $\theta a-\theta d$  与形成在上模 11 中的第一凸角部 2 和第三凸角部 4 以及形成在下模 12 中的第二凸角部 3 和第四凸角部 5 相关。在表 2 至表 5 中示出了该模拟的结果。

表 2

$\theta a$ (度)	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
$\theta b$ (度)	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
$\theta c$ (度)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
$\theta d$ (度)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
$Ra$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$Rb$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$Rc$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$Rd$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$h$ (mm)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
起伏部 坯料长度 (mm)	-0.7	1.0	0.5	11.8	16.0	24.5	60.2	-23.3	-22.3	-12.6	-8.9
平直部 (mm)	-15.8	-9.2	-4.5	-0.2	5.2	14.6	51.4	-91.0	-29.0	-18.2	-13.5
约束力 (N/mm)	228.8	215.3	202.7	190.7	180.0	169.8	160.3	151.4	143.2	135.5	128.2

表 3

$\theta_a$ (度)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
$\theta_b$ (度)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
$\theta_c$ (度)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
$\theta_d$ (度)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
$R_a$ (mm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$R_b$ (mm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$R_c$ (mm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$R_d$ (mm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$h$ (mm)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
起伏部 坯料长度 (mm)	21.8	22.2	22.7	19.5	23.6	24.0	24.5	24.9	25.4	25.8	26.3
平直部 (mm)	21.8	20.6	19.4	14.6	17.0	15.8	14.6	13.4	12.2	11.0	9.9
约束力 (N/mm)	1723.0	790.4	446.7	326.0	256.6	211.6	180.0	156.6	138.6	124.3	112.7

表 4

$\theta_a$ (度)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
$\theta_b$ (度)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
$\theta_c$ (度)	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
$\theta_d$ (度)	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
$R_a$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$R_b$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$R_c$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$R_d$ (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$h$ (mm)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
起伏部 坯料长度 (mm)	37.9	29.7	24.5	17.7	18.1	15.9	14.2	12.8	11.5	10.5	9.5
平直部 (mm)	27.4	19.5	14.6	8.2	8.9	7.0	5.6	4.5	3.6	2.8	2.2
约束力 (N/mm)	185.3	182.6	180.0	177.4	174.9	172.4	170.0	167.6	165.2	162.9	160.6

表 5

$h$ (mm)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
起伏部 坯料长度 (mm)	6.3	9.9	13.6	17.2	20.8	24.5	28.1	31.7	35.3	39.0	42.6
平直部 (mm)	-3.5	0.1	3.7	7.4	11.0	14.6	18.2	21.9	25.5	29.1	32.8

在表 2 中第二凸角部 3 的夹角  $\theta_a$  和第三凸角部 4 的夹角  $\theta_b$  的变化示出了对约束力 (N/mm) 和起伏部 W3 的坯料长度的影响。更具体地说, 示出了当在图 1 中的夹角  $\theta_c$  和夹角  $\theta_d$ 、半径  $R_a$ - $R_d$  以及高度  $h$  保持恒定的同时使夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  以 10 度的增量从 30 度开始增大时, 坯料 W 的平直部 15 的长度 (mm)、约束力 (N/mm) 和形成起伏部 W3 的坯料的长度 (mm)。

夹角  $\theta_c$  和夹角  $\theta_d$  相等。

如表 2 所示, 在夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  处于 30 度至 60 度的范围内时, 周边长度和牵引力分别保持为优选值。但是, 平直部 15 的长度取负值, 这意味着不能形成平直部 15。

换句话说, 不能将半径为  $R_b$  的曲线与半径为  $R_c$  的曲线连接, 并且图 1 的结构不能在几何上实现。平直部 15 的长度只有在夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  达到 70 度的值时才变为正值。在这些情况下, 坯料长度 (mm) 和起伏部 W3 的约束力 (N/mm) 也取最佳值。但是, 夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  的最佳值也相对于数值例如半径  $R_c$  和  $R_d$  以及高度  $h$  变化。

为了实现图 1 的几何结构并确保平直部 15, 不考虑半径  $R_c$  和  $R_d$  以及高度  $h$  所取数值, 夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  所取的下限值为 30 度。当夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  超过 90 度时, 起伏部 W3 的坯料长度 (mm) 取负值, 并且约束力 (N/mm) 也显著降低。预期在该情况中的约束力 (N/mm) 与在比较例中作用在起伏部上的力相等。

上述要点表明, 即使在将半径  $R_a$  和  $R_b$  设定为相对较大的数值时, 优选的是将夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  设定在 30 度至 90 度的范围内, 以获得足够的约束力。由于夹角  $\theta_a$  和夹角  $\theta_b$  在该范围中为锐角, 所以, 即使当半径  $R_a$  和  $R_b$  较大时, 约束力也较大, 并且起伏部 W3 的坯料长度保持在优选范围内。当半径  $R_a$  和  $R_b$  较大时, 可以在坯料 W 包括具有电镀表面的金属板时防止电镀部分被剥离。

表 3 示出了第一凸角部 2、第二凸角部 3、第三凸角部 4 和第

四凸角部 5 的半径  $Ra-Rd$  的变化对坯料长度和起伏部 W3 的约束力的影响。更具体地说，示出了当在图 1 中的夹角  $\theta a-\theta d$  和高度  $h$  保持恒定的同时使半径  $Ra-Rd$  以 0.5mm 的增量从 0mm 开始增大时，坯料 W 的平直部 15 的长度 (mm)、约束力 (N/mm) 和形成起伏部 W3 的坯料长度 (mm)。夹角  $\theta a-\theta d$  都是相等的。

在表 3 中，当半径  $Ra-Rd$  处于从 0mm 至 1.0mm 的范围内时，认为虽然获得了优异的约束力 (N/mm)，但是在起伏部 W3 中产生了裂纹。金属板坯料的特征在于，随着受到弯曲时曲率半径的变化而出现机械特性的大幅劣化。在曲率半径较小时，不能获得优选的模压特性。从表 3 中可以看出半径  $R$  的下限值为 1mm 而上限值为 5mm，同时优选的范围可以限定为 2-4mm。

从上面的分析中可以看出，虽然每个凸角部 2-5 的曲率半径  $Ra-Rd$  随着金属板坯料的类型或模压条件而变化，但是，最佳的曲率半径被认为在 1mm 至 5mm 的范围内。在提供了表 2 中的那些数据的模拟中，曲率半径  $Ra-Rd$  都被设定为相同的数值。但是，可以将曲率半径  $Ra-Rd$  设定为不同的数值。在坯料 W 是具有电镀表面的金属板时，将曲率半径  $Ra-Rd$  设定为合适的数值，可以防止电镀部分被剥离。此外，可以通过选择曲率半径  $Ra-Rd$  来获得优选的约束力。

表 4 示出了第一凸角部 2 的夹角  $\theta c$  和第四凸角部 5 的夹角  $\theta d$  的变化对起伏部 W3 的约束力 (N/mm) 和坯料长度 (mm) 的影响。更具体地说，示出了当在图 1 中的夹角  $\theta a$  和  $\theta b$ 、半径  $Ra-Rd$  以及高度  $h$  保持恒定的同时使夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  以 3 度的增量从 0 度开始增大时，坯料 W 的平直部 15 的长度 (mm) 以及起伏部 W3 的约束力 (N/mm) 和坯料长度 (mm)。

夹角  $\theta c$  和  $\theta d$  是相等的。

如图 1 所示，夹角  $\theta c$  为在垂线和平直部 13 之间的角度。第一凸角部 2 的实际夹角为通过将 90 度加上夹角  $\theta c$  所获得的数值。

如图 1 所示, 夹角  $\theta d$  为在垂线和平直部 14 之间的角度。第四凸角部 5 的实际夹角为通过将 90 度加上夹角  $\theta d$  所获得的数值。

以上确定关系使得角度  $\theta c$  和角度  $\theta d$  能够分别作为第一凸角部 2 和第四凸角部 5 的夹角的代表值。

5 根据表 4, 随着夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  从作为下限值的 0 度增大, 起伏部 W3 的坯料长度减小, 并且约束力降低。

从表 4 中可以看出, 可以预计当夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  超过 30 度时约束力将大大降低。

实际上, 可以假设夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  的上限值为 30 度。当该  
10 极限值被转换为第一凸角部 2 和第四凸角部 5 的实际夹角时, 其取 90-120 度的数值。此外, 夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  的优选范围在 0 度到 10 度的范围内。

夹角  $\theta c$  和夹角  $\theta d$  根据所需要的约束力进行设定。

表 5 示出了起伏部 W3 的高度  $h$  的变化对平直部 15 的长度  
15 (mm) 和起伏部 W3 的坯料长度 (mm) 的影响。更具体地说, 示出了当高度  $h$  以 1mm 的增量从 1mm 增大时, 平直部 15 的长度 (mm) 和形成起伏部 W3 的坯料长度 (mm)。虽然高度  $h$  影响了约束力, 但是不可能从高度  $h$  的数值中直接计算出约束力。

从表 5 中可以看出, 平直部 15 的长度 (mm) 和起伏部 W3  
20 的坯料长度 (mm) 随着高度  $h$  增加而增加。因此, 可以通过约束高度  $h$  的数值来减小起伏部 W3 的坯料长度 (mm), 换句话说, 可以通过约束高度  $h$  的数值来减小用于形成起伏部 W3 的坯料长度。

如上所示, 本发明在起伏部 W3 上交替地形成凸部和凹部。  
25 因此, 用来形成这些凸部和凹部的上模 11 和下模 12 的凸角部 2-5 的夹角  $\theta a-\theta d$  和半径  $Ra-Rd$  的适当设定确保了在起伏部 W3 上的足够约束力。这在坯料 W 是具有电镀表面的金属板时还可以防止电镀部分被剥离。

更具体地说，可以通过将半径  $Ra-Rd$  设定为较大值来防止电镀表面被剥离。可以通过将夹角  $\theta a-\theta d$  设定在几何结构许可的范围内来获得足够大的约束力。具体地说，通过将第二凸角部 3 的夹角  $\theta a$  和第三凸角部 4 的夹角  $\theta b$  设定在 30 度-90 度的范围内，  
5 即使在半径  $Ra-Rb$  相对较大时也能够获得足够的约束力。

此外，通过将凸角部 2-5 的曲率半径  $Ra-Rd$  设定在 1mm 至 5mm 的范围内，可以确保该约束力以及防止起伏部 W3 破裂。此外，为了获得所需要的约束力，可以通过将第一凸角部 2 的夹角和第四凸角部 5 的夹角设定在 90-120 度的优选范围内来获得大范  
10 围的约束力数值。

通过选择位于夹持部 W3 的外周上的水平部相对于位于夹持部 W3 的内周上的水平部 W5 的高度  $h$ ，可以使其适合于单动拉延成形模具 20A 和双动拉延成形模具 20B。

申请日为 2004 年 12 月 27 日的日本专利申请  
15 No.2004-376183 和申请日为 2005 年 8 月 30 日的日本专利申请 No.2005-248915 的内容通过引用被整体包含于此。

虽然在上面已经参照本发明的某些实施例对本发明进行了说明，但是本发明并不限于上述实施例。本领域的技术人员在权利要求的范围内可以对上述实施例进行修改和变形。

20 例如，在上面的实施例中，起伏部 W3 包括两个交替布置的凹部 A、C 和凸部 B、D。但是，本发明并不限于该数量的凹部或凸部。换句话说，可以将本发明应用于其中凹部或凸部的数量与上面的实施例不同的情况。

其中要求独占产权和特权的本发明的这些实施方案定义如  
25 下。

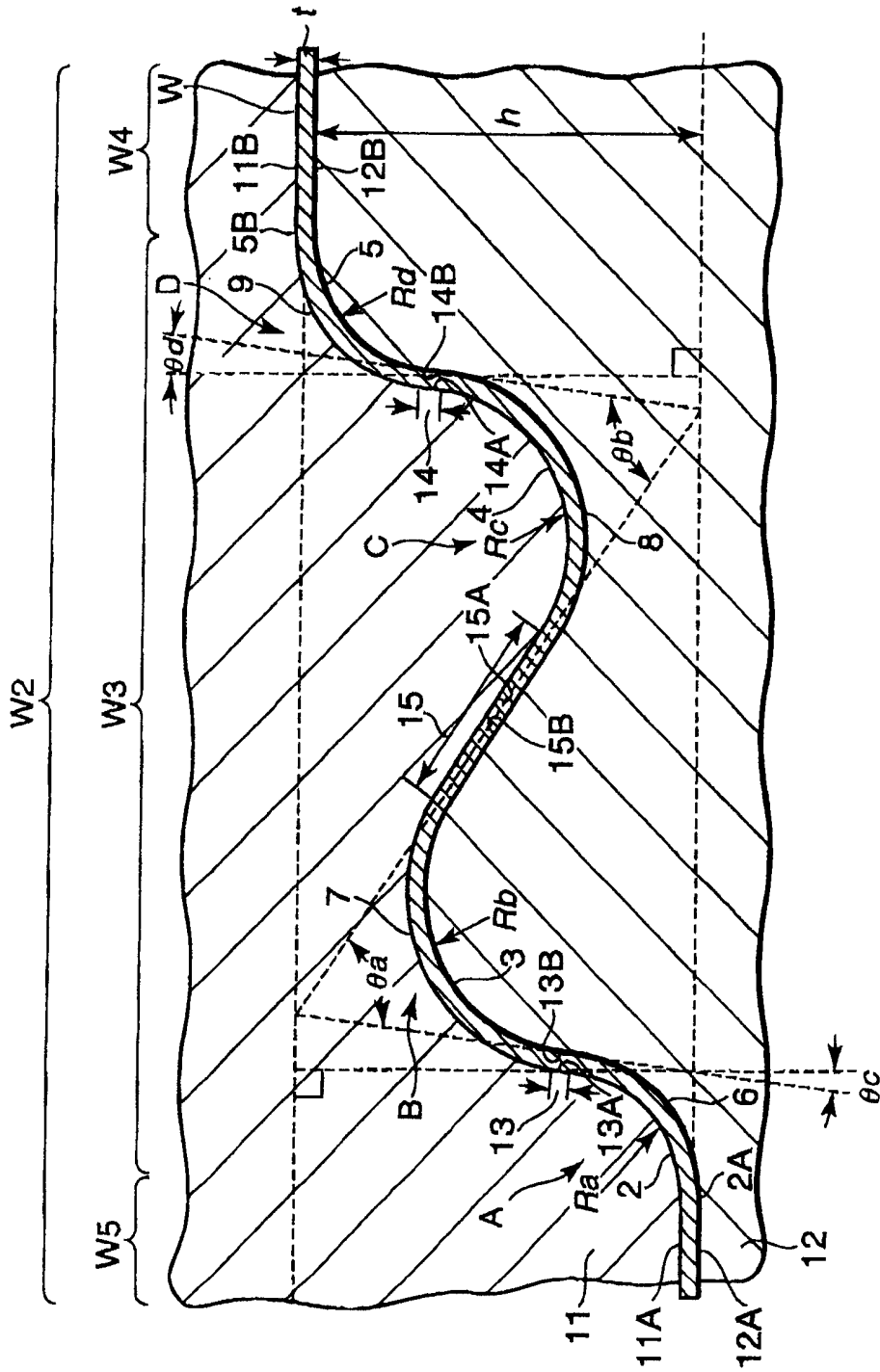


图 1

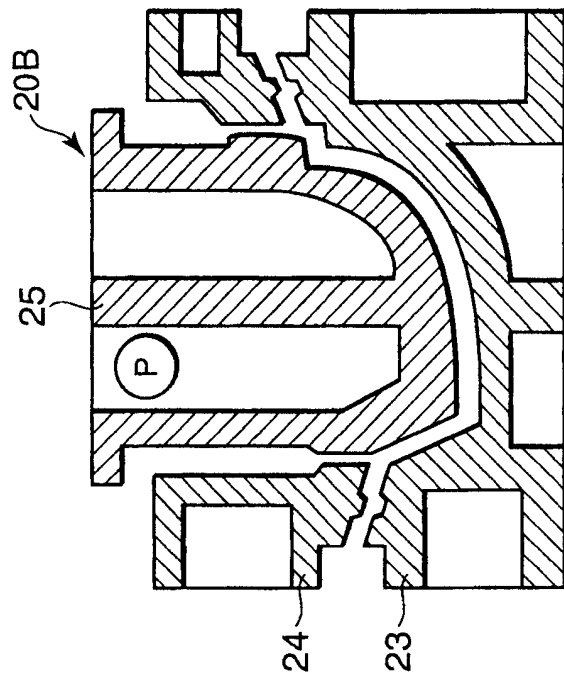


图 2B

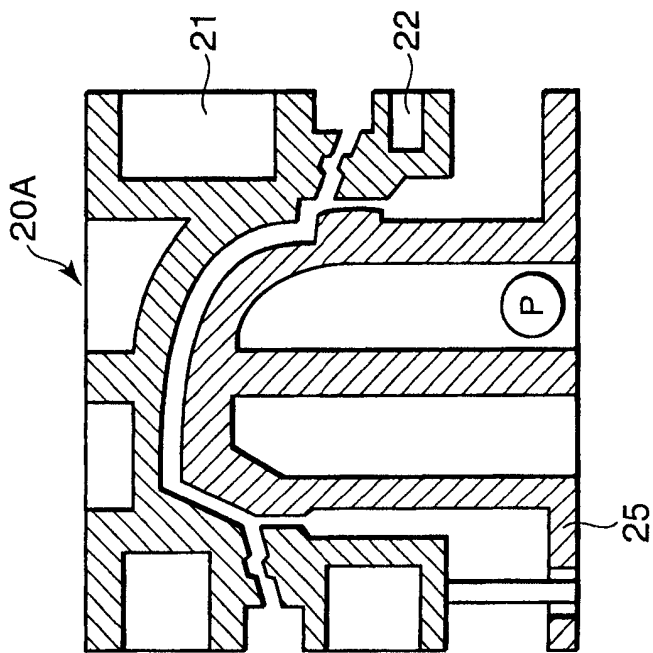


图 2A

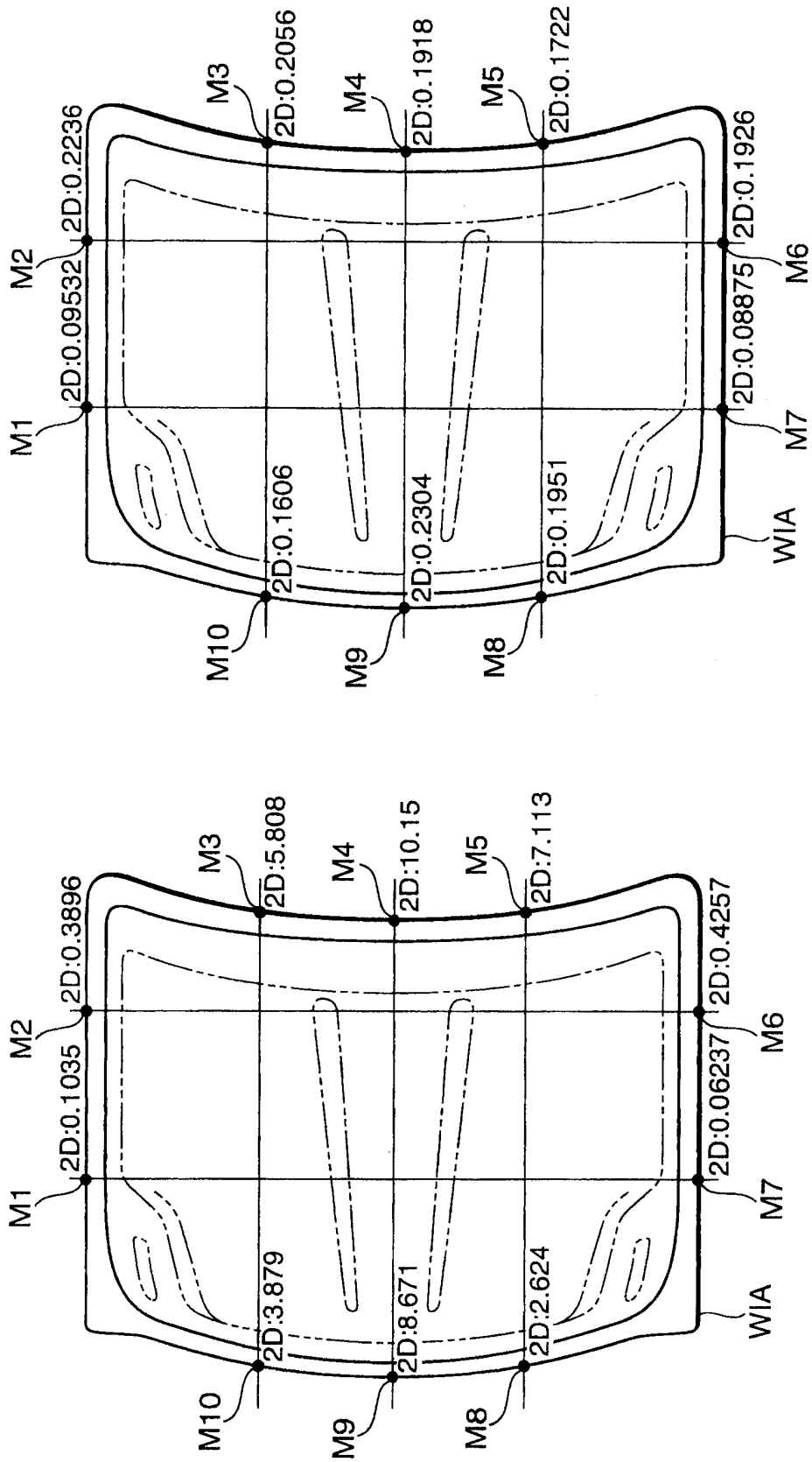


图 3B

图 3A

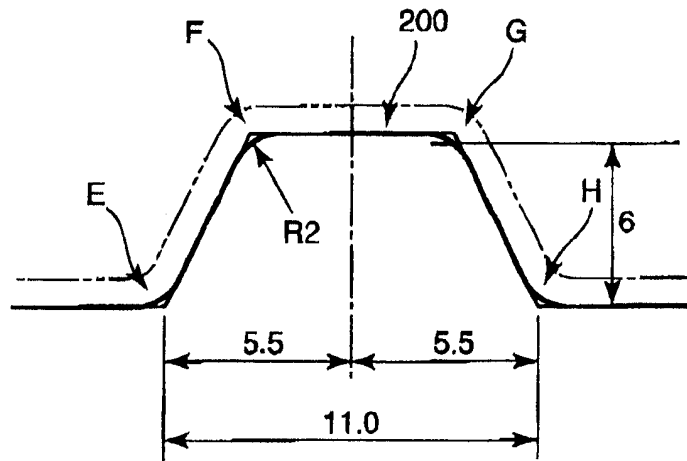


图 4

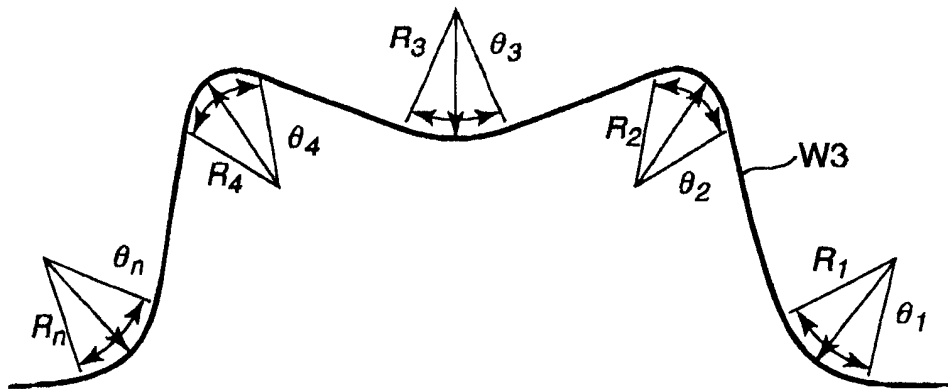


图 5

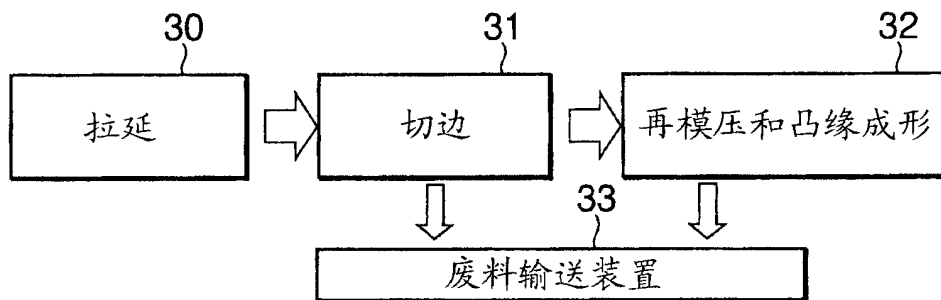


图 6

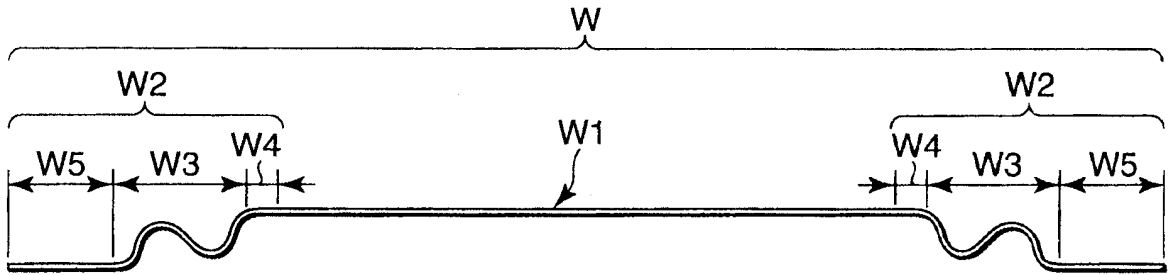


图 7

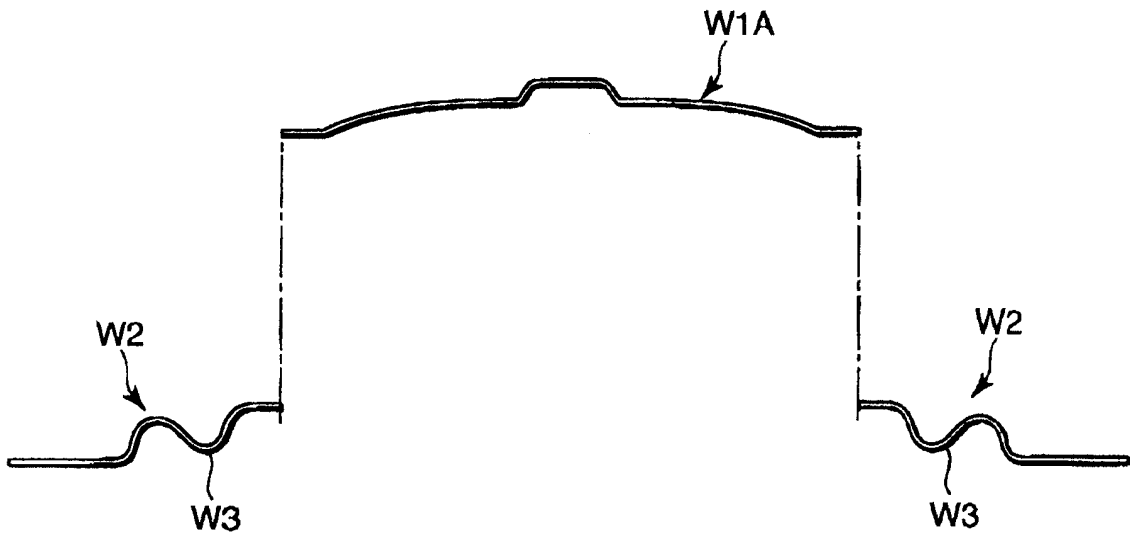


图 8

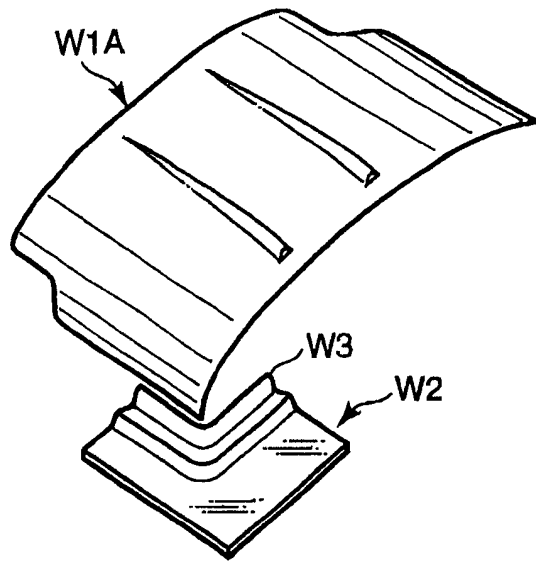


图 9

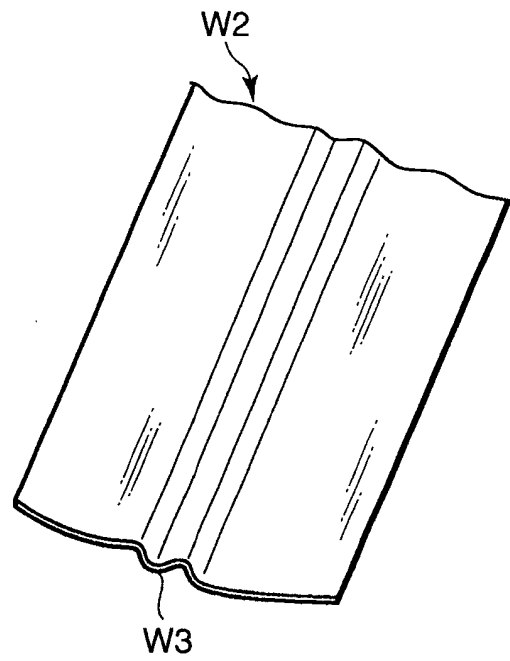


图 10