



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01110924.6

[45] 授权公告日 2004 年 12 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1177668C

[22] 申请日 1998.4.28 [21] 申请号 01110924.6  
分案原申请号 98107776.5

[30] 优先权

[32] 1997. 7.23 [33] JP [31] 196759/1997

[71] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 青田欣也 江角昌邦 石丸靖夫

冈村久宣 舟生征夫 佐藤章弘

审查员 黄永杰

[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

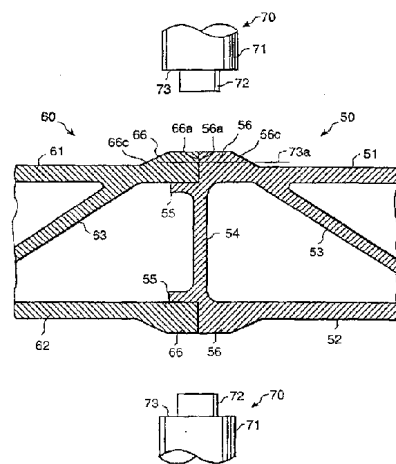
代理人 何腾云

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 10 页

[54] 发明名称 用于摩擦搅动焊接的挤压框架构件

[57] 摘要

本文披露了一种摩擦搅动焊接技术，它避免了在连接区内出现延伸到连接表面下方的凹印。在待连接框架构件的端部设有伸向转动体的加厚部分。待连接的相邻件的两个邻接加厚部分可形成梯形。转动体具有一个小直径末端和一个大直径段。将转动体插入加厚部分。在先插入小直径末端至大直径段与加厚部分搭接但不延伸到连接件的非加厚部分上表面下方的状态下，旋转转动体并使之沿连接区移动。即使在两个加厚部分之间存在间隙，也可以实现理想的连接。在连接后，加厚部分的残余部分可经过机加工而形成光滑表面。



# 权 利 要 求 书

---

1. 一种用于摩擦搅动焊接的挤压框架件，其特征在于，  
当从一个挤压框架件的挤压方向看时，在一个宽度方向的至少一个端部设有一个增厚部，该增厚部从所述挤压框架件的一个板件在所述板件的厚度方向的外侧突出；

在所述增厚部上搭接一个突出部，该突出部从所述增厚部的顶点向着所述板件的外侧与该板件的长度方向平行地突出。

2. 如权利要求 1 所述的用于摩擦搅动焊接的挤压框架件，其特征在于，一个三角形的槽设在所述增厚部的所述外侧的一个面上。

3. 如权利要求 1 所述的用于摩擦搅动焊接的挤压框架件，其特征在于，

在所述增厚部或所述突出部中任一个的外表面上设置一个三角形槽。

# 说 明 书

---

## 用于摩擦搅动焊接的挤压框架构件

本申请是株式会社日立制作所于 1998 年 4 月 28 日提交的、申请号为“98107776.5”、发明名称为“摩擦搅动焊接方法、其中所用的框架构件和由此制成的产品”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

本发明涉及一种适用于连接如包括铝合金件等在内的由不同材质制成的构件的摩擦搅动焊接方法。

### 背景技术

摩擦搅动焊接方法是这样一种焊接方法，即通过使一根插入两个构件（例如但非限定的，两个金属件如两个铝制件）间的连接区内的圆棒（转动体）转动并再通过沿接合线移动转动体来加热在连接区的这两个构件，由此使这两个构件的材料软化且发生塑性流动并进而被固相连接在一起，如在连接区中被焊接在一起。

过去，转动体包括一个插入连接区内的小直径段和一个位于连接区外的大直径段。小直径段和大直径段同轴。转动大直径段的一侧，并由此使大、小直径段转动。大、小直径段间的分界部分可稍微插入连接区中。根据摩擦搅动焊接方法的连接可用于对接部位和搭接部位。

上述现有技术已披露于例如日本的专利公开说明书平 7-505090（EP0615480 B1）、《焊接与金属加工》（1995.1）的第 13、14 和 16 页中道斯所著的“摩擦搅动焊接及其发展简介”、以及美国专利申请号为 08/820231 且申请日为 1997 年 3 月 18 日的文件中。在这里，作为参考地引入这些文件的内容。

该现有技术也记载在 T.Shinoda 和 Y.Kondoh 的“采用摩擦搅动焊接的 324 板材的对接焊；摩擦搅动焊接工艺的研究”中，它刊登在第 56 期《日本焊接联合学会纪要》（1995 年 4 月）的第 208 页和第 209 页上。这篇文章披露了一个不锈钢制的转动体（旋转工具）、板厚为 6mm 的纯铝制待焊接（连接）件（A1100）。转动体具有一个直径为 20mm 的大直

径段和一个直径为 6mm、轴向长度为 5mm 的小直径段（圆柱形）。在工作中，转动体的转速为 1000rpm-2500rpm 且以 1.0mm/s-8.0mm/s 的速率沿两个待焊接件移动。

在上段介绍的文章中，待焊接件是铝制件。铝合金也适用于摩擦搅动焊接。经研究，适用于摩擦搅动焊接的其它金属包括铜、钛和不锈钢。前述的 EP 0615480 B1 披露了塑性材料（如热塑性塑料）的摩擦搅动焊接。可利用本发明的方法焊接所有这些材料。

根据摩擦搅动焊接方法的各种试验，通过转动体大直径段的转动而对两个构件的连接区上表面的局部进行有屑机加工并在连接区的上表面上产生一个凹印。因构件的塑性变形而在凹印的两侧产生了一个增厚部。

消除增厚部很简单。但是，修补凹印就需要涂抹腻子等加工工序，结果造成高昂的生产成本。

另外，当两个构件的对接面的端面之间在连接加工前有间隙时，在连接区会产生像凹印这样的缺陷。结果造成了强度的降低，这尤其在大型结构中会造成麻烦。构件越大，则处理上述间隙就越困难（即间隙出现得越多）。因此，凹印变大并进而很容易产生缺陷。

例如在连接区被另一个构件覆盖的情况下，有凹印甚至不算是一个问题，且除了强度问题外没有其它任何问题（强度问题本身当然是一个严重的问题）。但当在车（例如有轨车辆）的车体侧表面等部位上有凹印时，从外观的角度考虑，则需要除去凹印。另外，即使在看不到凹印的情况下，从性能的一个方面出发（如焊接强度），凹印也会成为一个问题。

## 发明内容

本发明的一个目的是在通过摩擦搅动焊接方法连接两个构件（例如但非限定的是两个金属件，如铝合金件）时防止在连接区内产生凹印。

本发明的另一个目的是提供一种将通过摩擦搅动焊接方式连接的构件，它们避免了在位于焊合件间的连接区内形成凹印。

本发明的再一个目的是提供一种摩擦搅动焊接方法和由此制成的产品，这样在所述构件于连接前彼此对接的情况下或即使在构件被连在一起前其间有间隙（但所述构件彼此相邻）的情况下，避免了在焊接件的

连接区内出现凹印。

上述目的可以通过这样一种措施来实现，即至少一个待连接构件在横截面内且在其与另一个构件的连接区处具有一个增厚部，所述增厚部突向用于进行摩擦搅动焊接的转动体。转动体具有例如由一种或几种比待焊接件的材质硬的材质构成的大直径段和小直径段。在连接过程中，小直径段先被插入待连接件的连接区内。待连接件彼此相邻且其中一个构件的增厚部靠近另一个将由焊接与其相连的待焊接构件。在这两个构件都具有增厚部的情况下，增厚部可在连接区（接头形成区）内彼此相邻或只需要在该连接区内设置一个增厚部。接着，使转动体进入这两个构件之间即连接区内，使转动体的小直径段被插入这两个构件的接头形成区中，而转动体的大直径段伸入增厚部中（但未到达增厚部下方）。随后，使转动体在连接区内沿待焊接构件移动，此时像上句所述的那样插入所述转动体以便进行摩擦搅动焊接。由于在接头形成区内设有增厚部，所以可以避免在焊接件的连接区产生凹印（凹陷区）。通过使转动体的大直径段插入增厚部（与增厚部重叠）地安置转动体，在避免了于焊接接头处产生凹印的同时，可获得优异的焊接效果。有利的是，在移动转动体以便进行摩擦搅动焊接时，转动体的大直径段未在增厚部的突起部分下方延伸。

构件的增厚部可以与构件成一体并例如延伸到将靠近另一个将焊接的构件设定的构件边缘。

增厚部分最好具有一个离焊接部位最远的侧端，所述侧端在横截面内是倾斜的（例如，与构件表面的平面（不是突起部分）成小于 90 度的锐角，见图 4 中的  $\theta$ ）。理想的情况是，这个离焊接部位最远的侧端与构件表面的平面的交角为 15 度到 60 度，且最佳为 30 度。

附图说明

图 1 是表示本发明一个实施例的局部的纵向横截面图。

图 2 是表示在图 1 的结构经过摩擦搅动焊接之后的状态的纵向横截面图。

图 3 是表示在图 1 的结构经过摩擦搅动焊接之后而在一侧上进行精加工操作的状态的纵向横截面图。

图 4 是尺寸说明图。

图 5 是表示有轨车辆的车体的透视图。

图 6 是本发明另一个实施例的局部的纵向横截面图。

图 7 是表示本发明另一个实施例的连接区的侧向横截面图。

图 8A 是表示本发明的一个实施例的连接装置的纵向横截面图。

图 8B 是表示本发明另一个实施例的局部的纵向横截面图。

图 8C 是图 8B 的左视图。

图 8D 是表示本发明又一个实施例的局部的纵向横截面图。

图 9 是表示本发明又一个实施例的连接区的纵向横截面图。

图 10 是表示在图 9 所示结构经过摩擦搅动焊接之后的焊接结构的纵向横截面图。

图 11 是表示在图 10 所示结构的凸厚部分被抛光后而形成的结构的纵向横截面图。

图 12 是表示本发明另一个实施例的连接区的纵向横截面图。

图 13 是表示在图 12 所示的结构经过摩擦搅动焊接之后而形成的结构的纵向横截面图。

图 14 是表示在图 13 所示结构的凸厚部分被抛光后而形成的结构的纵向横截面图。

图 15 是表示本发明另一个实施例的连接区的纵向横截面图。

图 16 是表示在图 15 所示结构经过摩擦搅动焊接之后而形成的结构的纵向横截面图。

图 17 是有轨车辆的侧构件的主视图。

图 18 是沿图 17 的 XVIII-XVIII 线的横截面图。

图 19 是图 8 的右视图。

图 20 是表示本发明又一个实施例的局部的纵向横截面图。

#### 具体实施方式

以下参见图 1-图 5 来描述本发明的一个实施例，此实施例用于有轨车辆的车体。

在图 5 中，有轨车辆的车体是由一个侧构架 41、一个顶部构架 42、一个底部构架 43 和一个位于纵向末端部上的构架 44 构成的。侧构架 41

是通过排列许多空心的挤压框架构件 50、60 并使其接触部位相连而形成的。如图 1 所示的那样进行连接。

顶部构架 42 和底部构架 43 都以同样的方式构成。侧构架 41 与顶部构架 42 间的连接以及侧构架 41 与底部构架 43 间的连接是采用 MIG(金属电极惰性气体)保护焊等方式实现的。

图 1 示出了构成侧构架 41 的空心框架构件的接头部分。空心框架构件 50 和 60 是用如铝合金制成的挤压框架构件。空心框架构件 50、60 各包括两块板 51、52 和 61、62 以及连接上述两块板的斜板(肋板)53、63。多块斜板 53、63 被排列成桁架结构。斜板 53、63 的倾斜方向是交替的。

一个空心框架构件 50 的端部被插入另一个空心框架构件 60 的端部中。连接板 51 和 52 的立板 54 设置在空心框架构件 50 端部的附近。参考符号 54 是一个支承空心框架构件 50 的端部用的挤压件。

在立板 54 的厚度方向(在图 1 中,从右到左)的中心延长线上,待连接的框架构件的端部具有两个空心框架构件 50 和 60 的增厚部(突起部分)。即,各空心框架构件 50 和 60 在进行连接的端部(焊接区 W 的中心)被加厚从而形成突起部分。

将板 51、52 和板 61、62 设置在焊接区 W 的附近(如见图 2)且所述板经挤压变厚而在空心框架构件的前表面一侧上(沿厚度方向的外侧)形成增厚部,或在面向用作实施连接工作(焊接)的工具的一侧,即面向是用于摩擦搅动焊接的工具的转动体 70 的那一侧上形成增厚部。

增厚部 56 和 66 分别成型于板 51、52 和板 61、62 的端部。增厚部 56 和 66 的前表面(外表面)平滑相连且向板 51、52 和板 61、62(非增厚部,可能是平的)的前表面(外表面)倾斜。当两个增厚部 56 和 66 被对准时,它们可形成图 1 所示的梯形,然而,本发明不局限于形成梯形的对准的增厚部 56、66。

作为摩擦搅动焊接的连接工具的转动体 70 和 70 分别安置在空心框架构件连接区的上侧和下侧。各转动体 70 在大直径圆棒 71(大直径段)的顶端上具有一个小直径圆棒 72(小直径段),大直径段作为一基础部分。大直径段 71 和小直径段 72 同轴设置。

下转动体 70 在上转动体 70 的下方基本上垂直地向下设置。转动体 70 和 70 可沿接合线间隔设置,但是为了防止空心框架构件 50 和 60 弯曲,最好不使上转动体和下转动体在沿接合线的方向上间隔过远。转动体 70 的材质比空心框架构件 50 和 60 的材质硬。

通过使两个转动体 70 转动而将小直径段 72 插入空心框架构件 50 和 60 的连接区中。随后,使两个转动体 70 沿空心框架构件 50 和 60 的连接区的纵向作水平移动。这两个转动体 70 同时移动。

在摩擦搅动焊接的过程中,在上转动体 70 的一侧,转动体 70 的大直径段 71 和小直径段 72 间的分界部分 73 (一基本上扁平的部分)定位于上部 73a 上(所述上部在增厚部 56 和 66 的顶点面一侧且在增厚部 56 和 66 的内部)并且与板 51 和 61 的总体部分(非突起部分)的上表面延伸面有一个略微靠上的距离。就是说,当上转动体 70 的大直径段 71 伸到增厚部上表面的下方时(如插入增厚部中),它不会伸到板 51 和 61 的非突起部分下方。

在下转动体 70 一侧,大直径段 71 和小直径段 72 间的分界部分 73 略微在板 52 和 62 的总体部分(非突起部分)的下表面延伸面的下方(在增厚部 56 和 66 的顶点面侧与总体部分表面的延长面之间且在增厚部 56 和 66 的内部)。

即,大直径段 71 和小直径段 72 间的分界部分 73 位于板 51 和 52 的非突起部分外表面延长线的外侧且还位于增厚部 56 和 66 的内部。在图 1 中,线 73a 标明了分界部分 73 的一个位置。换句话说,相对于上转动体将大直径段插入在增厚部的顶点面下方但不在板 51 和 52 的非突起部分延长线的下方的位置。相应地插入下转动体的大直径段。

在进行焊接的情况下,框架构件 50 和 60 被安装且固定在一底架上。在下表面的增厚部的周围部分处没有底架。转动体 70 的转动中心就是连接区的中心,即这样的中心是立板 54 的厚度的中心。

在图 4 中描述了各部分尺寸间的关系。在两个增厚部 56 和 66 (两个焊接部分 56 和 56) 对接的情况下,这两个增厚部 56 和 66 (两个焊接部分 56 和 66) 的顶点宽度  $W1$  大于小直径段 72 的直径  $d$ , 但小于大直径段 71 的直径  $D$ 。

两个增厚部 56 和 66 (两个焊接部分 56 和 56) 的基部的宽度  $W_2$  大于大直径段 71 的直径  $D$ 。两个增厚部 56 和 66 (两个焊接部分 56 和 56) 的高度  $H_1$  大于小直径段 72 的长度。

当大直径段 71 的下端位于两个增厚部 56 和 66 (两个焊接部分 56 和 56) 的部位 73a 上时, 小直径段 72 的尖端触及构件 55 或位于构件 55 附近。

图 2 示出了已完成摩擦搅动焊接的状态。图 2 示出了在图 1 上侧的连接(焊接)区  $W$ 。在下侧的连接区与上侧的连接区是对称的。在连接区  $W$  的外表面侧上形成了一个指向空心框架构件内侧的凹印  $K$ 。凸厚部分 56T 和 66T 位于凹印  $K$  的两侧。

凸厚部分 56T 和 66T 是增厚部 56 和 66 的残余部分。凸厚部分 56T 和 66T 包括塑性变形的材料。凹印  $K$  的底面位于外侧部位 73a 处, 即从板 51 和 61 的外表面向外。

在图 1 的上侧面是有轨车辆的车体外表面侧的情况下, 例如通过磨床对上表面连接区的多余部分(从板 51 和 61 的总体部分(非增厚部)的表面向外伸出的部分)进行机加工且由此形成与板 51 和 61 的总体部分的上表面一样的平面。由于上表面侧经过机加工, 所以可以很容易地进行切削加工。

与上述相似地, 在下表面侧上存在凹印  $K$  和凸厚部分 56T 和 66T。但是, 当凹印和凸厚部分位于车体的内表面侧时, 由于它们被装饰板盖住了, 所以无需进行机加工。

图 3 示出了如下所述的状态, 即安装在底架 111 上的框架构件 50 和 60 穿过上侧和下侧连接在一起并随后在被安装到底架 111 上的状态下对上表面侧的凸厚部分 56T 和 66T 进行机加工。

根据上述结构, 基本上可以防止出现延伸到板 51 和 61 的总体部分(非增厚部)表面下方的凹印  $K$ 。结果, 无需进行堆焊并用腻子修补。

另外, 在上述实施例中, 增厚部 56 和 66 的端部 56a 和 66a 彼此接触, 但是, 在增厚部间存在间隙的情况下, 在摩擦搅动焊接时被流化的增厚部 56 和 66 的基体金属被压入上述间隙中。结果, 在有间隙的情况下, 在连接区内不产生缺陷。

具体地说，当增厚部的高度（图 4 中的 H1）为 1mm 时，其间间距为 1mm 的两个构件可被无缺陷地连接在一起。另外，可以使凹印 K 位于板 51、52 和板 61、62 的外表面的延长线的外侧。即，可以基本上且很容易地防止出现延伸至板 61、62 和板 51、52 的表面下的凹印 K。

如上所示，根据本发明，两个待连接件可以相互接触，但无需接触；在待连接件的端部之间可以有间隙。根据本文所述，尽管两个待连接构件彼此相邻（对接），但这两个构件可以彼此接触或可具有小的间隙。

例如，增厚部 56 和 66 基部的宽度 W2 大于大直径段 71 的直径 D。增厚部 56 和 66 的顶点宽度 W1 大于小直径段 72 的直径 d。当转动体 70 的中心偏离增厚部 56 和 66 的中心时，上述尺寸是在考虑了两个框架构件间的间距的情况下确定的。

另外，连接区的增厚部 56 和 66 在被连接到一起时可呈梯形。与增厚部 56 和 66 被挤压成四边形的情况相比，在本发明中不存在多余部分。结果，本发明可节省少量的空心框架构件并且还可以降低生产成本。

另外，可以减少磨床的机加工量，这是因为例如只有增厚部的残余部分需要机加工。另外，如图 6 所示，在增厚部 56 和 66 的侧端 51a 和 61a 从板 51 和 61 的非增厚部的外表面略微向上突出之后，可以使增厚部 56 和 66 成梯形。

立板 54 防止了板 51 和 61 在增厚部 56 和 66 因由转动体 70 引起的压力而弯向内侧。

在图 1 中，空心框架构件 50 的右端结构形状可采用空心框架构件的左端结构形状也可以采用空心框架构件 60 的右端结构形状。空心框架构件 60 的结构形状可采用相似结构。总而言之，最好连接两个空心框架构件。

通过采用一光学探测器检测对接部位来移动转动体 70。通过检测增厚部 56 和 66 的坡面 56c 和 66c 来决定转动体 70 在宽度方向上的位置。如图 7 所示，用于检测的坡面 56n 和 66n 可设置在增厚部 56m 和 66m 的对面。可分别为增厚部 56m 和 66m 或其中之一设置坡面 56n(66n)。

在上述的各实施例中，两个连接区的两个端面 56a 和 66a 平行于转动体 70 的轴心。但是，两个端面 56a 和 66a 可相对转动体 70 的轴心倾

斜。例如，构件 50 的端面 56a 是倾斜的，另一构件 60 的端面 66a 在上侧相对于端面 56a 是一致的。

根据这种结构，即使当两个端面间的间隙较大时，也可以根据转动体 70 的转动防止流化金属从挤压件 55 中流出。这种结构适于连接对接管。

参见图 8A 来描述连接装置。空心框架构件 50 和 60 被安装在底架 111 上且由夹具 113 固定住。这两个空心框架构件 50 和 60 的对接部分被适当地暂时焊接在一起。

上转动体 70 从一个沿宽度方向运行的移动座 121 上悬垂下来。移动座 121 沿门型活动架 122 的上部构架移动。活动架 122 沿一个纵向布置在空心框架构件 50 和 60 两侧的轨道 123 运行。

下转动体 70 设置在一个布置在两个底架 111 和 111 之间的移动座 131 上。移动座 131 安装在活动架 132 上并沿宽度方向移动。

活动架 132 沿轨道 133 移动且也沿空心框架构件 50 和 60 的纵向移动。下转动体 70 设置在移动座 131 的上部上。移动座 131 和 121 也使转动体 70 和 70 沿垂直方向移动。

许多压紧空心框架构件 50 和 60 用的滚轮 124 和 134 设置在移动座 121 和 131 上。滚轮 124 和 134 布置在转动体 70 和 70 的前部且位于增厚部 56 和 66 的两侧。必要时，沿运行方向设置多排滚轮 124 和 134。滚轮可加设在转动体 70 的前面和后面。

移动座 121 和 131 带有一个可检测待连接位置的探测器（图中未示出）。由探测器使移动座 121 和 131 沿宽度方向移动。在用激光作为探测器的情况下，探寻坡面 56c，56c 和 66c，66c 并检测待连接中心。

在用转动体 70 和 70 分别将空心框架构件 50 的上、下表面与空心框架 60 的上、下表面连在一起后且在空心框架构件 50 和 60 被安装在底架 111 上的情况下，通过切削掉上表面的凸厚部分而对空心框架构件 50 和 60 进行光滑地精加工。

当用手动工具进行磨削加工时，所述表面可被加工得更光滑。为此，可以把凸厚部分设置在上表面上以便进行机加工。

另外，首先由于凸厚部分经过机加工后的余量很少且随后用手动工

具对残余的凸厚部分进行加工，所以可以缩短切削加工时间。在这种情况下，转动体 70 不占据移动座 121 的后部并将切削工具安装在移动座 121 上。在使转动体 70 转动的情况下，切削工具进行切削加工。

例如如图 8B 和 8C 所示，参见上表面侧的转动体 70 的后部，在上表面侧的移动座 121 上设有一个端部铣床 126。端部铣床 126 切掉凸厚部分 56T 和 66T。端部铣床 126 的下端位于一个略微离开空心框架构件 50 和 60 的上面板 51 和 61 的上表面的上部上。端部铣床 126 的直径比位于上述位置的凸厚部分 56T 和 66T 的宽度大许多。滚轮 124 和 134 从一上部位和一下部位向下推进到端部铣床 126 附近并由此使端部铣床 126 的加工量均匀一致。

在上述实施例中，一对空心框架构件在端部分别具有增厚部，但是，如图 8D 所示，可以形成这样的结构，即只有一个空心框架构件具有一增厚部。增厚部 66 的金属在位于空心框架构件 50 的板的上表面以及空心框架构件 50 和 60 之间的间隙中流动。另外，与上述相似地，在一个空心框架构件 60 中，增厚部形成于上面板 61 上，而在另一个空心框架构件 50 中，下表面 52 具有增厚部。

在上述实施例中，框架构件（如挤压框架构件）被例举为空心框架构件。但是，本发明可用于非空心的（如挤制）框架构件。随后将描述这样的实施例。

图 9 示出了一个在板形挤压框架构件 31 和 32 的端部具有增厚部 34 和 35 的接头结构的例子，所述框架构件 31 和 32 是通过对接增厚部 34 和 35 并进行摩擦搅动焊接而连接起来的。在焊接过程中，挤压框架构件 31 和 32 设置在支承工具（底架）36 上。为了防止支承工具与连接区 W 相连，使这些支承工具 36 由比挤压框架构件 31 和 32 的材质硬的材料制成。

至于接头的对接面，由于转动体 70 旋转并且移动，所以可获得图 10 所示的连接区 W。转动体 70 相对增厚部 34 和 35 的位置关系与上述实施例中的位置关系相似。

随后，如图 11 所示，用磨床等工具光滑地除去凹印 K 和凸厚部分。连接装置的滚轮 124 等构件与上述实施例中的相应构件相似。

另外，在挤压框架构件等只有一个连接区的情况下，在图 8A 所示的实施例中，可设置一个支承挤压框架构件用的滚轮以取代下转动体 70。在这种结构中，无需支承框架构件 31 和 32 的整个表面。结果，可简化底架结构。

图 12-图 14 所示的实施例示出了各框架构件 37 和 38 的一个表面具有许多肋条 39 的情况。在与具有肋条 39 的表面相对表面上，具有增厚部 34b 和 35b 的框架构件 37 和 38 通过摩擦搅动焊接方式被连接在一起。底架 36B 支承肋条 39 的下端和增厚部 34b 和 35b 的下表面。摩擦搅动焊接的实施过程与上述实施例相似。

图 15-图 16 所示的实施例示出了具有增厚部 34b 和 35b 的挤压框架构件 37c 和 38c 设置在肋条 39 一侧的情况。在这种结构中，底架 36C 的一侧变成平面。

结果，在允许肋条 39 的相对侧略微不平整的情况下，可以取消使连接区光滑的精加工工序，从而可以低成本地制造连接结构。连接区 W 是一个连接良好的区域而且它可以获得预定的厚度。

以下描述图 17-图 19 所示的实施例。在图 17 中，有轨车辆的侧构架 416 是由许多挤压框架构件 150 和 160 构成的。在窗口 172 和 172 之间的和在进出口 171 和窗口 172 之间的各挤压框架构件 150 沿图 17 中的纵向延伸（即所述框架构件的长度方向为上述纵向）。在窗口 172 的下部和上部的各挤压框架构件 160 沿图 17 中的横向延伸（即所述框架构件的长度方向为上述横向）。即，挤压框架构件 150 和挤压框架构件 160（即框架构件长度）沿彼此垂直相交的方向延伸。

与上述实施例相似，通过设有增厚部，同向延伸的（指其长度方向相同）挤压框架构件 150 和 150 彼此相连，而且同向延伸的（指其长度方向相同）挤压框架构件 160 和 160 彼此相连。

图 18 示出了在框架构件 150 和 160 的延伸方向上的相交部分。图 18 示出了在摩擦搅动焊接前的状态。挤压框架构件 150 和 160 在板的一侧各具有一肋条 153 和 163。挤压框架构件 150 和 160 不是空心框架构件。挤压框架构件 150 和 160 使板 151 和 161 支承在底架 36C 上。肋条 153 和 163 指向上部。肋条 153 和 163 的侧面是车辆的内侧，而板 151 和 161

的侧面是车辆的外侧。

挤压框架构件 150 的端部被挤压到肋条 153 的一侧上并且构成了一增厚部 156。增厚部 156 被进一步挤压向待焊接的挤压框架构件 160 并构成一突出部 157。突出部 157 与挤压框架构件 160 的板 161 的内侧（肋条 163 侧）搭接。部分突出部 157 的肋条 163 被切除。例如，突出部 157 的挤压量等于增厚部 156 的宽度  $L_1$ ，即突出部 157 对应于增厚部 156。突出部 157 的尖端与增厚部 156 相似地具有一个侧斜面。

由于从上部插入转动体 70，所以当进行摩擦搅动焊接时，由于突出部 157 叠置在位于这两个挤压框架构件 150 和 160 的端部 150b 和 160b 之间的间隙 150c 上而使突出部 157 的金属等流向间隙 150c。另外，金属也流向挤压框架构件 160 的上部。结果，与不带有增厚部 156 和突出部 157 的情况相比并且进一步地与不只带有突出部 157 的情况相比，可以在上述的情况下获得良好的焊接效果。

由于通过切除挤压框架构件 160 的肋条 163 且由突出部 157 覆盖挤压框架构件 160，所以在突出部 157 附近的板 161 可被压下并可获得良好的焊接效果。

三角形槽 158 开设于位于挤压框架构件 150 的端部 150b 和挤压框架构件 160 的端部 160b 间的增厚部 156 的外表面上。此槽 158 起到了用于最初确定转动体 70 的位置的位标的作用。此槽 158 还用作一个用于探测器的标记。

图 20 示出了在肋条 153 侧未设置增厚部 156 和突出部 157 的情况。肋条 153 和 163 安置在底架 36B 上。增厚部 156、突出部 157 和环绕这两部分的板 151 和 161 安置在一个从底架 36B 向上部伸出的底架上。在挤压框架构件 160 端部附近的肋条 163 被切除。使挤压框架构件 150 的增厚部 156 和突出部 157 位于板 151 侧（车辆的外表面侧）。

在焊接挤压方向直交的框架构件的情况下，可以采用只有一个增厚部 156 而不带突出部 157 的结构。另外，突出部朝相邻构件设置的结构可适用于空心挤压框架构件等。另外，突出部结构可适用于连接两个非直交的挤压框架构件即适用于焊接两个平行构件。

上述方法可适用于对接蜂窝板。各蜂窝板包括两个面板、一个位于

这两个面板之间的蜂窝式芯件、以及一个设置在芯件的周围部分上的凸缘件等。

待连接的客体可以是管件等。在这种情况下，上述实施例的板可适当地由一个圆柱体取代。

可以通过采用本发明而避免产生延伸到连接件的表面下方的凹印。因此，可以简化连接件的精加工，所述精加工是为了产生一个穿过所述连接件间的接头的光滑表面。

另外，即使在将通过摩擦搅动焊接连接的构件之间有一处或多处间隙且这些间隙较大时，也可以避免产生延伸到连接件表面下方的凹印，由此简化提供一个穿过接头的光滑表面的精加工工作。

在不超出本发明的精神或实质特征的前提下，可以通过其它具体方式实施本发明。因此，从各个方面看，上述实施例应被认为是示意性的实施例而不是限定性的实施例。本发明的范围是由随后的权利要求书限定的而不是由上述说明书限定的。所以，所有落入权利要求的等同替换方式的范围和目的中的改动都包含在本权利要求书中。

说明书附图

图1

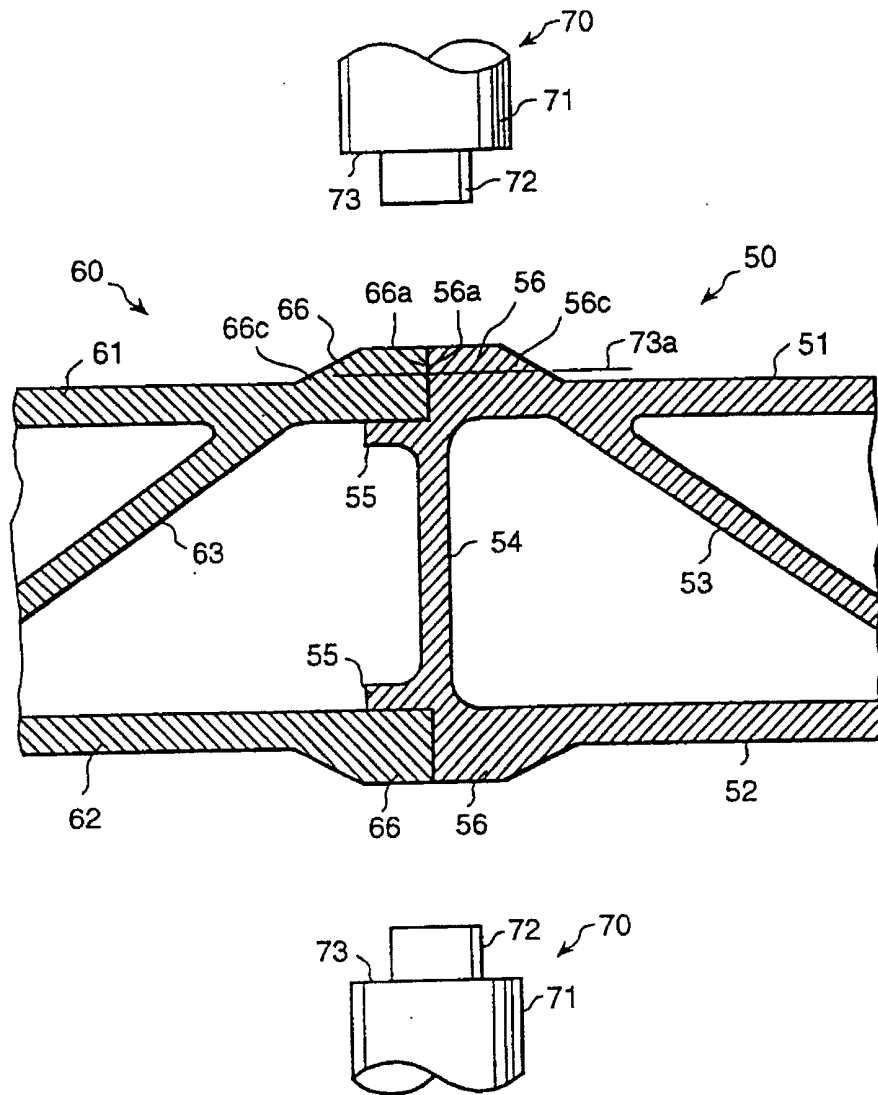


图2

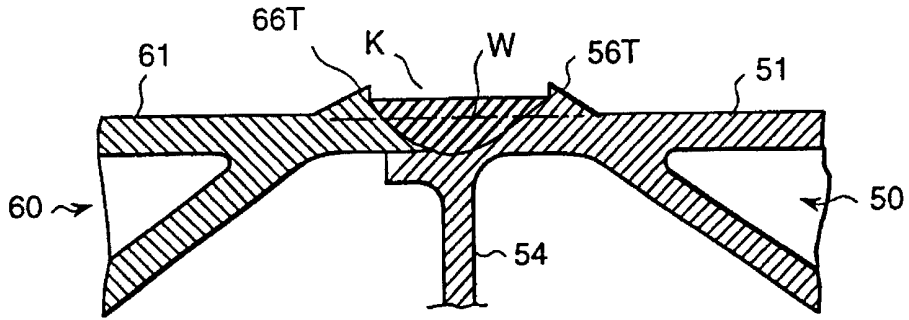
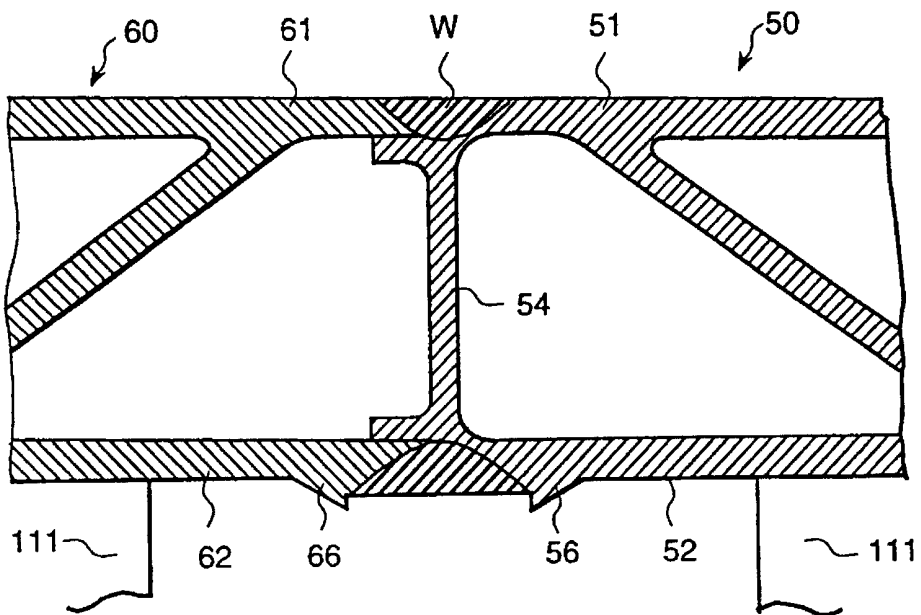


图3



01.03.00

图 4

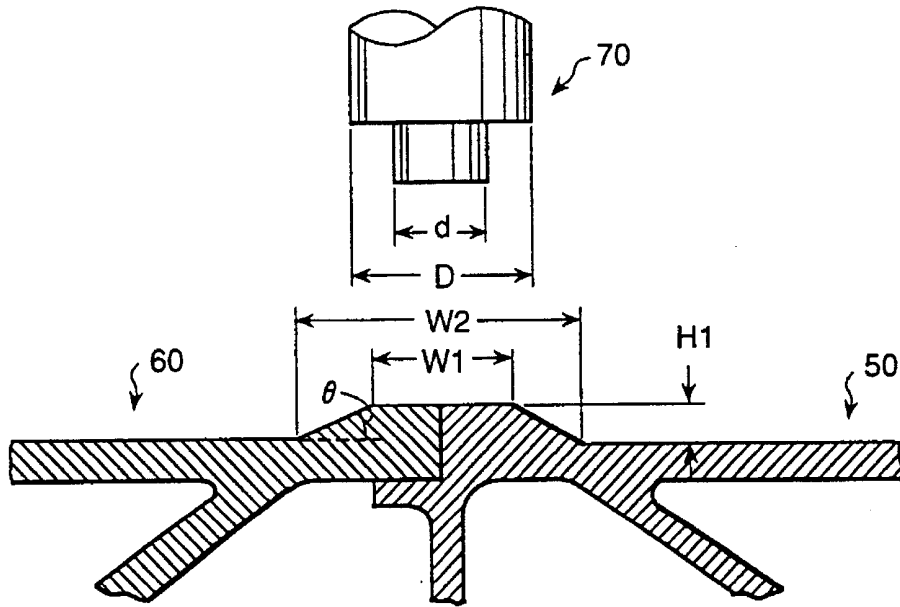


图 5

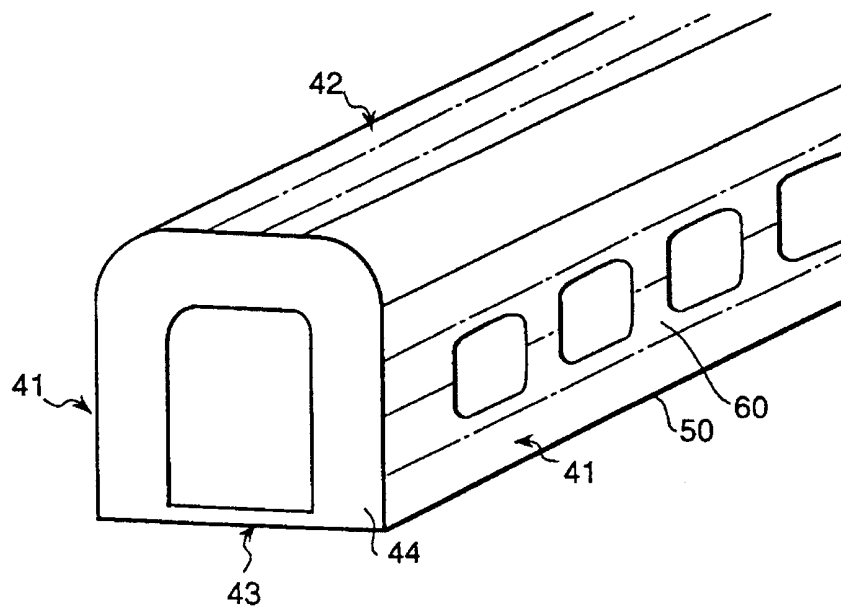


图 6

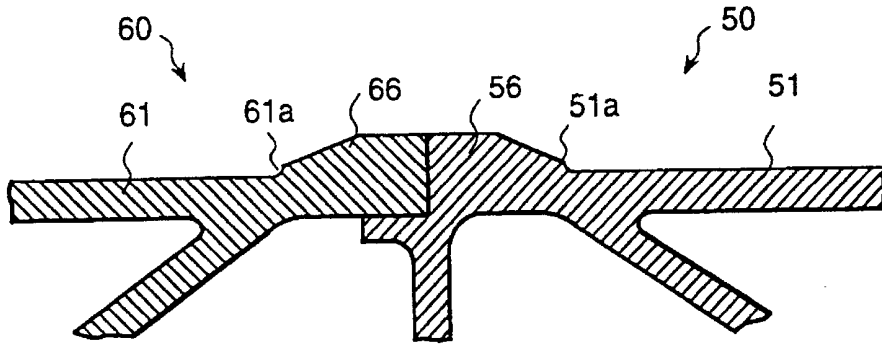


图 7

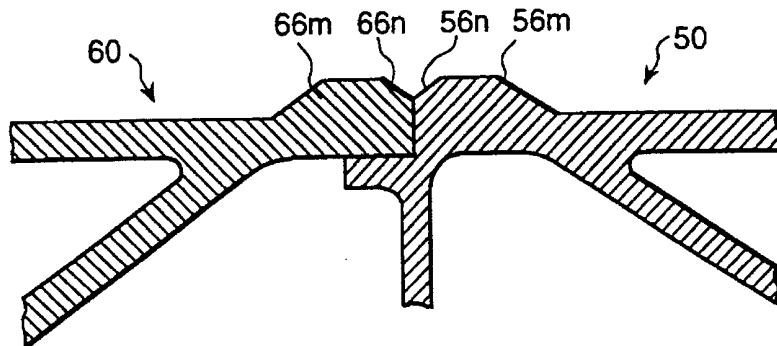


图 8A

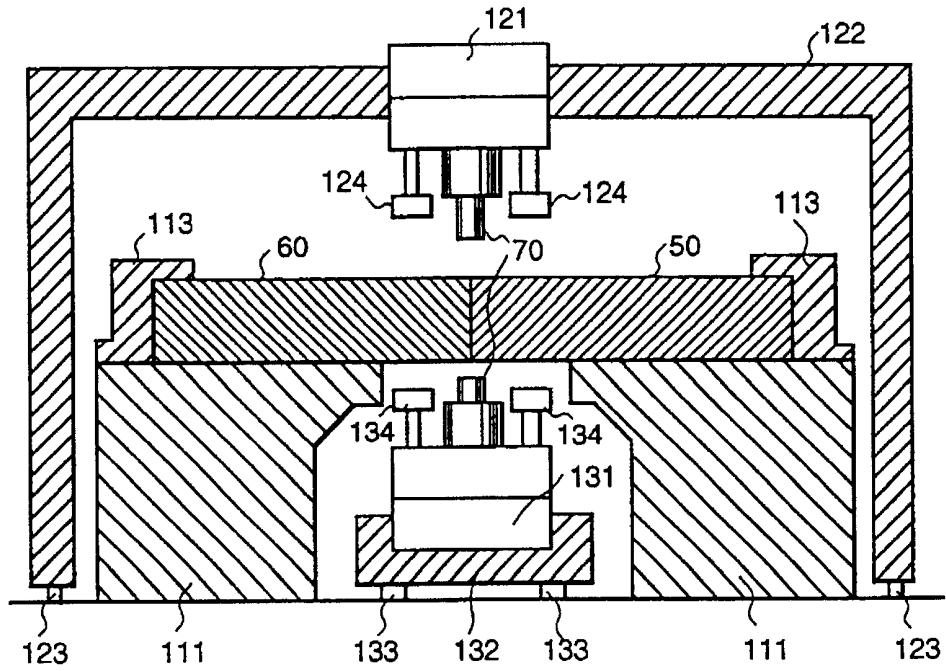


图 8B

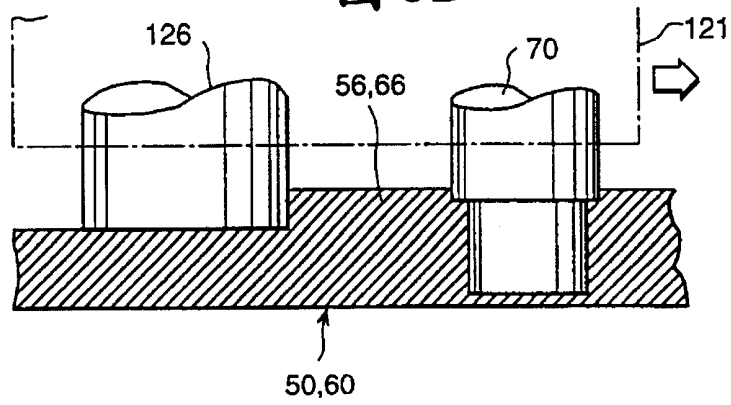
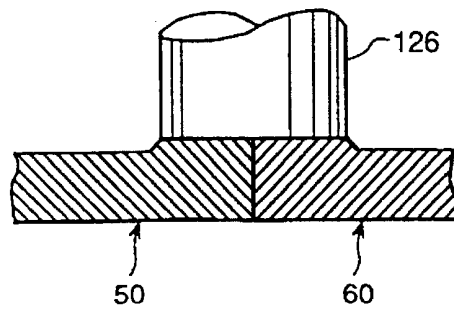


图 8C



01.03.02

图 8D

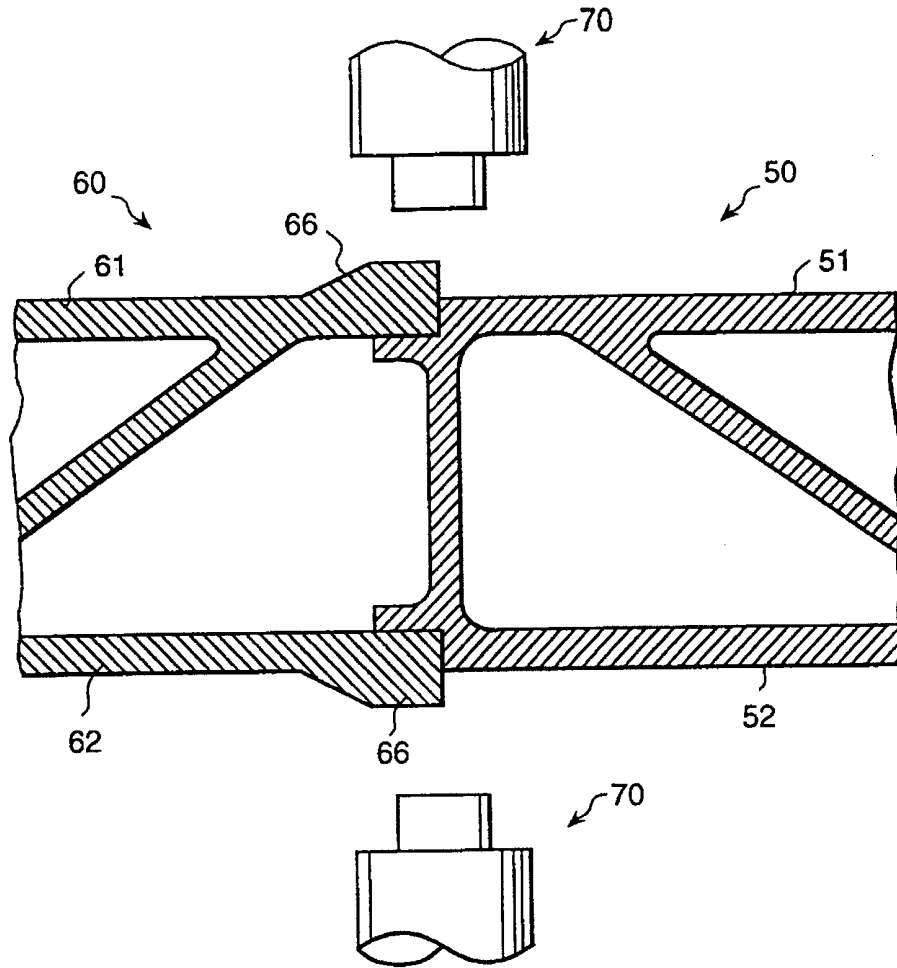


图 9

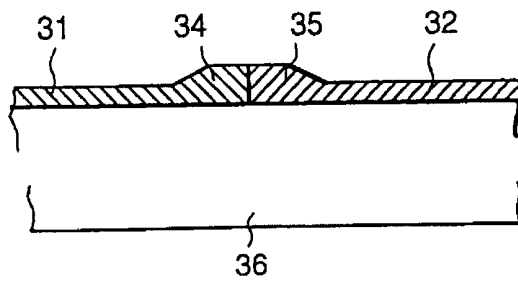


图 10

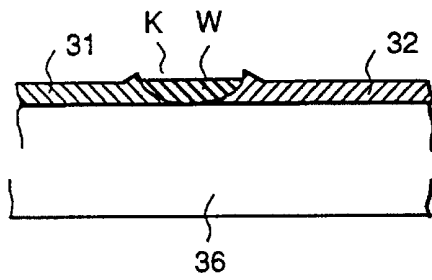


图 11

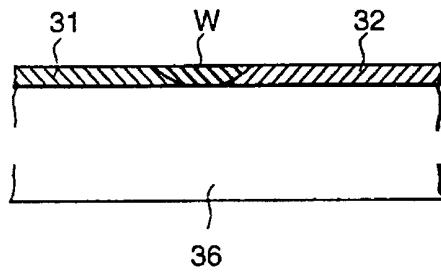


图 12

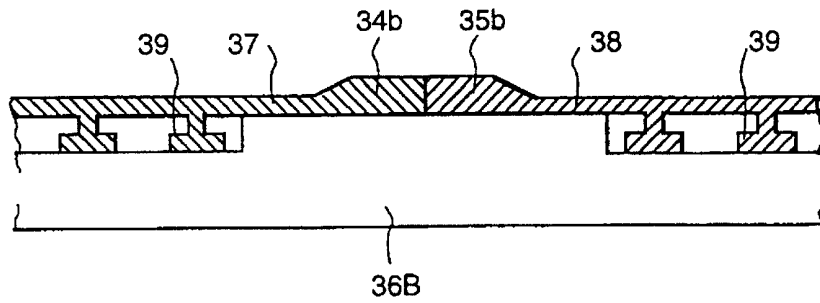


图 13

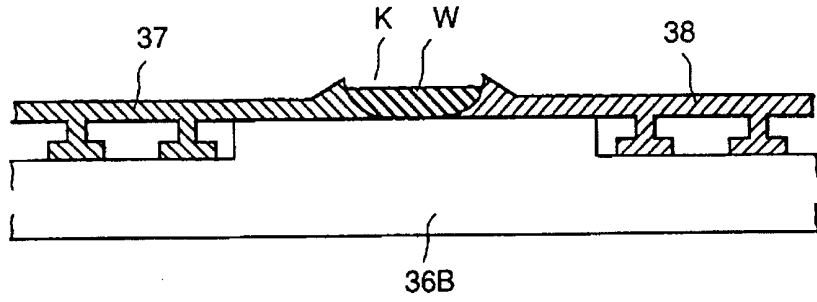


图 14

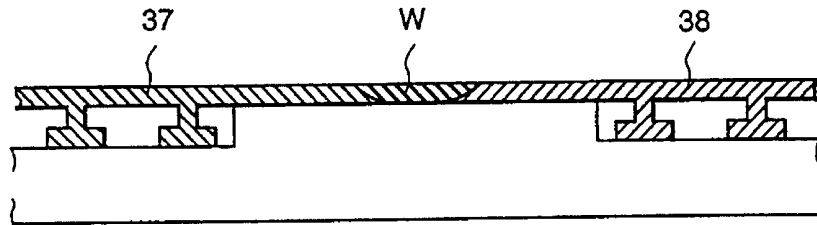


图 15

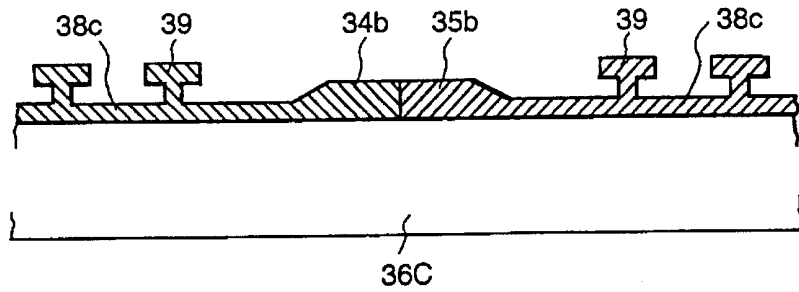


图 16

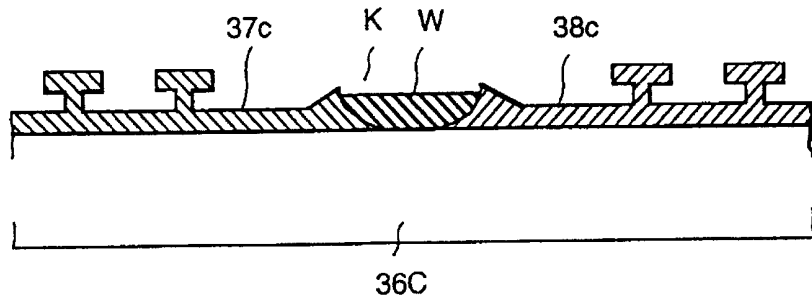


图 17

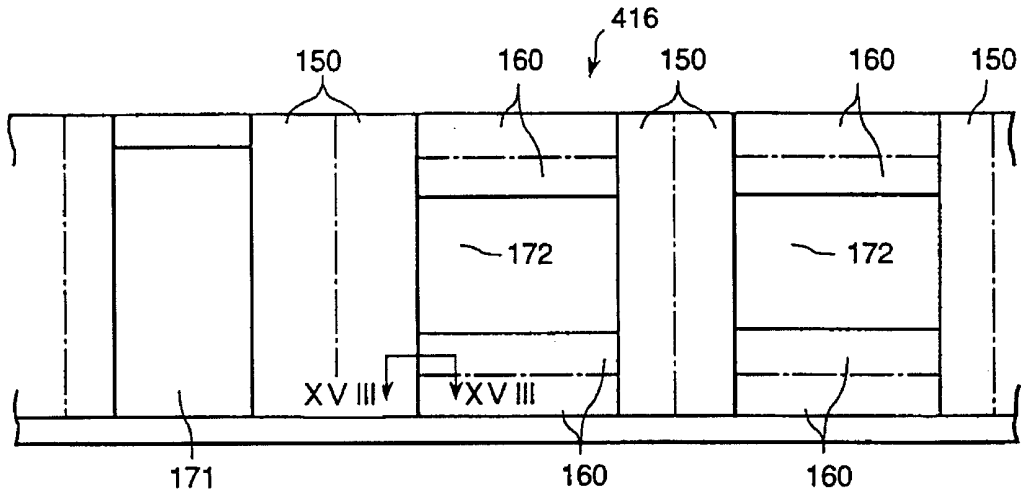


图 18

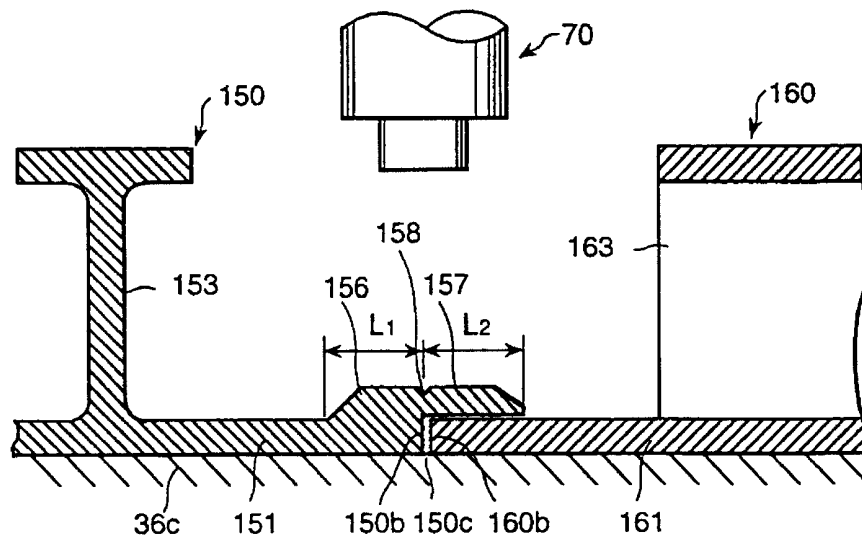


图 19

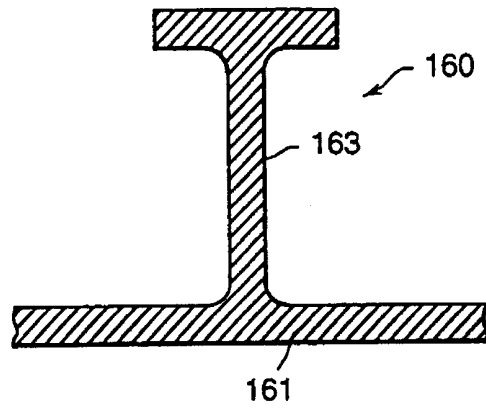


图 20

