[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
B23K 20/12
B21D 47/00 F16S 1/02

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00128667.6

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1170652C

[22] 申请日 2000.9.20 [21] 申请号 00128667.6

[30] 优先权

[32] 1999.11.24 [33] JP [31] 332855/1999

[71] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 江角昌邦 福寄一成 稻佳彦 松永彻也

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

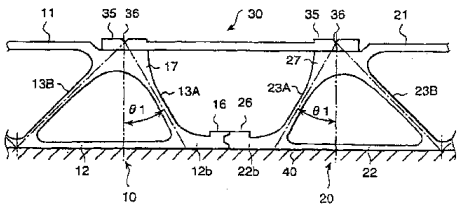
代理人 郑修哲

权利要求书 5 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称 摩擦搅拌焊接方法

[57] 摘要

对构架件(10、20)的面板(12b、22b)的对接部分进行摩擦搅拌焊。对接时，将构架件(20)的面板(22b)端部的凸部(22c)插入构架件(10)的面板(12b)端部的凹部(12c)中。通过这种插入，使面板(12b、22b)一个表面侧的外表面没有台阶式高度差。然后，从面板(12b、22b)的带有升起部(16、26)这一侧插入一个转动工具(250)，对面板(12b、22b)的另一个表面侧(12bc 和 22bc)平直地进行摩擦搅拌焊。因此可进行不会出现台阶式高度差的对接。



ISSN1008-4274

1. 一种摩擦搅拌焊接方法，包括如下步骤:

对接第一面板的端部和第二面板的端部;

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部;

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部;

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中;

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内;

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具;

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接。

2. 如权利要求 1 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于，使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于，使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面;

对接上述第一面板的端部和上述第二面板的端部;

从上述第一面板的上述升起部和上述第二面板的上述升起部插入上述转动工具;

对上述对接部位进行摩擦搅拌焊接，

在上述摩擦搅拌焊接之后，使上述第一面板的上述另一个表面侧和

上述第二面板的上述另一个表面侧相平。

4. 如权利要求 1 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于，将上述转动工具的轴心定位在上述第二面板的凹部的深度一半的位置；

对上述对接部位进行摩擦搅拌焊接。

5. 一种摩擦搅拌焊接方法，包括如下步骤：

对接第一面板的端部和第二面板的端部；

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；

使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内；

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接。

6. 如权利要求 5 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于，使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；

对接上述第一面板的端部和上述第二面板的端部；

从上述第一面板的上述升起部和上述第二面板的上述升起部插入上述转动工具；

对上述对接部位进行摩擦搅拌焊接；

在上述摩擦搅拌焊接之后，使上述第一面板的上述另一个表面侧和上述第二面板的上述另一个表面侧相平。

7. 如权利要求 5 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于，将插入上述对接部位的上述转动工具的小直径部分的外径的位置定位在可将上述第二面板的凹部的深度包含在内的位置；

对上述对接部位进行摩擦搅拌焊接。

8. 一种结构体的制造方法，包括如下步骤：

对接第一面板的端部和第二面板的端部；

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；

使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内；

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接；

使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；

将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为结构体的外表面而制成上述结构体。

9. 一种结构体的制造方法，包括如下步骤：

对接第一面板的端部和第二面板的端部；

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板

的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中;

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内;

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具;

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接;

使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面;

将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为结构体的外表面而制成上述结构体。

10. 一种车身的制造方法，包括如下步骤:

对接第一面板的端部和第二面板的端部;

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部;

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部;

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中;

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内;

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具;

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接;

使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面;

将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为车身的外表面而制成上述车身。

11. 一种车身的制造方法，包括如下步骤:

对接第一面板的端部和第二面板的端部;

在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部;

在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部;

当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中;

上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部;

使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内;

从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具;

对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接;

使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面;

将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为车身的外表面而制成上述车身。

摩擦搅拌焊接方法

技术领域

本发明涉及一种摩擦搅拌焊的方法，例如，本发明适用于铁路车辆或建筑结构等用的铝合金制的长形构架件的摩擦搅拌焊接方法。

背景技术

摩擦搅拌焊接法是一种通过使一种插入连接部位的圆棒（称之为“转动工具”）转动并使该转动工具沿长形构架件的连接线移动，使摩擦搅拌焊接部位发热、软化和塑性流态化，并在固态下牢固地连接在一起的方法。上述转动工具由一个小直径部分和一个大直径部分构成，前者插入摩擦搅拌焊接部位，后者位于上述转动工具的小直径部分的外面。转动工具的大直径部分和小直径部分具有共同的轴线。转动工具的小直径部分与大直径部分之间的界面稍稍进入连接部位。上述的技术已在例如日本专利申请公开 No.平成 9－309164（EP 0797043 A2）公开过。

在上述日本专利申请公开 No.平成 9－309164（EP 0797043 A2）的图 9 中，示出从空心挤压构架件的两个面中之一个进行对空心挤压构架件的两个面的连接。就是说，一个侧面的板件对接着而从构架件的另一个侧面进行摩擦搅拌焊。使上述板件的外表面平直地焊在一起。而板件另一侧面的端部与厚度方向相垂直。

另外，在日本公开专利申请 No.平成 9－309164（EP 0797043 A2）的图 7 中，用焊接法将具有凸部的板件连接起来，结果呈现出良好的摩擦搅拌焊接特性。

正如在上述日本公开申请 No.平成 9－309164（EP 0797043 A2）的图 9 所示，考虑了使两个长的例如 25m 左右的板件（挤压构架件）对接和焊接的情况。在摩擦搅拌焊接过程中，从上部将连接部位的板件压下。用于压下板件的装置是一种与转动工具一起移动的压下金属的配件或一种辊子。而且，在两个板件按预定的间距暂时焊在一起之后，通过压

下两个构架件而实现摩擦搅拌焊。当板件是一种长尺寸材料时，会出现这样一种情况，即由于板件端部的变形而使板件沿纵向呈波浪形。此时，如图 7 所示，在对接部位，两个板件 B1 和 B2 的端部形成沿上、下方向的台阶式高度差。这种台阶式高度差可通过从上部将其压下而避免。

但是，要消除上述的台阶式高度差，必需使压下金属的配件的间距变小，于是提高了装置的成本。而且，在暂时固定焊接后进行摩擦搅拌焊时，必需去掉上述的台阶式高度差，同样是个问题。在焊接时存在台阶式高度差，焊接后便不可能消除它了。

发明内容

本发明的目的是在对接的板件中进行一种在焊接部位不出现台阶式高度差的焊接连接。

上述目的可通过一种摩擦搅拌焊接法来达到，包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接。

为实现本发明的上述目的，本发明还提供了一种摩擦搅拌焊接方法，该方法包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有

在该表面侧突出的升起部；使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接。

为实现本发明的上述目的，本发明提供了一种结构体的制造方法。包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接；使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为结构体的外表面而制成上述结构体。

为实现本发明的上述的目的，本发明还提供了一种结构体的制造方法，包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述

端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接；使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为结构体的外表面而制成上述结构体。

为实现本发明的上述的目的，本发明还提供了一种车身的制造方法，包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；使上述第一面板的上述凸部的一部分位于上述第一面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接；使上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为车身的外表面而制成上述车身。

为实现本发明的上述的目的，本发明还提供了一种车身的制造方法，包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；上述第一面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；上述第二面板在其端部的一个表面侧上具有在该表面侧突出的升起部；使上述第二面板的上述凹部的一部分位于上述第二面板的升起部的厚度范围之内；从上述第一面板的上述表面侧及上述第二面板的上述表面侧插入一个转动工具；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接；使

上述第一面板的另一个表面侧与上述第二面板的另一个表面侧位于同一平面；将通过摩擦搅拌焊接制得的工件的另一个表面侧作为车身的外表面而制成上述车身。

本发明还提供一种摩擦搅拌焊接方法，包括如下步骤：对接第一面板的端部和第二面板的端部；在上述第一面板的端部具有一个向上述第二面板一侧突出的凸部；在上述第二面板的端部具有一个收容上述第一面板的凸部的凹部；当上述第一面板的端部和第二面板的端部对接时，将上述第一面板的上述凸部插入第二面板的上述凹部之中；将转动工具的轴心定位在上述第二面板的凹部的深度一半的位置；对形成于上述第一面板的上述端部及上述第二面板的上述端部之间的对接部位进行摩擦搅拌焊接。

附图说明

图 1 是本发明的一个实施例的对接部位的纵剖视图；

图 2 是图 1 实施例的对接部位连接之前的纵剖视图；

图 3 是图 1 实施例的对接部位连接之后的纵剖视图；

图 4 是本发明的一个实施例的空心构架件的纵剖视图；

图 5 是本发明的一个实施例的一对空心构架件的纵剖视图；

图 6 是一种铁路车辆的车身的透视图；

图 7 是现有技术的对接部位的纵剖视图。

具体实施方式

下面参看图 1～6 说明本发明的一种结构件的一个实施例及其制造方法。图 1 是图 4 的对接部位的放大视图，图 2 是示于图 1 的对接部位的放大视图，示出挤压构架件在对接前的对接部位的状况，图 3 示出对接后的状况。图 4 是图 5 的主要部位的放大视图。图 5 是图 6 的一个侧向构件的纵剖视图。

车身 200 由一个构成本身 200 的侧面的侧向构件 201、一个构成车身 200 之顶部的顶部构件 202、一个构成车身 200 的底板的底座构架 203 和一个构成车身 200 的纵向端部的侧向构件 204 组成。上述的侧向构件 201、顶部构件 202 和底座构架 203 分别由多个挤压的构架件连接而成。

挤压的构架件的纵向就是车身200的纵向。上述的挤压的构架件是铝合金制的空心构架件。

下面说明构成侧向构件201的空心挤压的构架件10和20的结构和连接方法。其他部分和其他结构件与此相类似。

空心构架件10和空心构架件20分别由包括两个薄面板11、12和21、22以及桁架形排列的多个肋条13和23。两个薄面板11和12（两个薄面板21和22）是大致平行的。取决于肋条13和23的桁架结构的节距是相同的。桁架结构由肋条13和23与面板11和12及面板21和22的板厚中心线构成。在面板11和12的一侧及面板21和22的一侧各有一个顶点。

在铁路车辆内侧的桁架结构的顶点附近，整体地设置多个安装机器和设备的导轨19和29。该导轨19和29由两个L形构件组成，设置导轨19和29是作为安装机器和设备例如内部安装板和座椅等的座。

位于车身外侧面的面板12和22的端部从车身内侧的面板11和21的端部向空心构架件20和10相邻的一侧凸出，面板的这些凸出部位以标号12b和22b表示。通过使面板12b和22b的端部互相对接而实现摩擦搅拌焊接。每个面板12b和22b的厚度比面板12和22的其他部位厚。

通过使面板12和22放在下面将空心构架件10和20安装在底座40上，面板11和21这一侧位于上部。通过从上部将转动工具250插入到对接部位而实现摩擦搅拌焊。这种摩擦搅拌焊是从车身的内侧进行的。

面板12b和22b的端部带有向车身内侧（也就是面板11和21这一侧）凸起的升起部16和26。上述升起部16和26的宽度和高度基本相同。

车身内侧的面板11之端部与面板21的端部之间通过连接件30相连接，该连接件30的一端安装（叠加）到设置在桁架结构顶点上的支座27上，另一端部安装（叠加）到设置在桁架结构的顶点上的支座17上。支座27位于肋条23A与肋条23B的交叉点上，支座17则位于肋条13A与肋条13B的交叉点上。前一交叉点位于支座27的宽度的中点，

后一交叉点位于支座 17 的宽度的中点。也就是说，上述前一端部的桁架的顶点位于支座 27 的宽度的中部，而后一端部桁架的顶点位于支座 17 的宽度的中部。支座 27 的宽度与连接件 30 的凸部 35 的宽度相同，而支座 17 的宽度与连接件 30 的凸部 35 的宽度相同。支座 27 从面板 21 的外表面凹入，支座 17 从面板 11 的外表面凹入。

面板 21 的端部 27b 倾斜而形成一个凹槽以便与连接件 30 进行电弧焊，而面板 11 的端部 17b 倾斜而形成一个凹槽，以便与连接件 30 进行电弧焊。

设置连接件 30 在于使面板 11 和 21 正好形成连续的表面，因此，支座 27（17）从面板 21（11）的外表面凹入一个等于面板 21（11）板厚的深度。连接件 30 中除去两个端部以外的中间部位是一个板件 31，该板件的板厚与面板 21（11）的板厚大致相同。

在连接件 30 的两端形成向上凸起的凸部 35，在该凸部 35 上设有一个 V 形槽 36。该 V 形槽 36 位于凸部 35 宽度的中央。凸部 35 的宽度大于转动工具 250 的大直径部位 252 的直径。V 形槽 36 成为检测位置以导引转动工具 250 的关键。通过激光传感器检测槽 36 使转动工具 250 的轴向中心线与槽 36 相重合，肋条 13A（23A）与肋条 13B（23B）的交点位于槽 36 的延长线上（也就是转动工具 250 的轴向中心线上）。

连接件 30 的长度小于两个空心构架件 10 和 20 的面板 11 与 21 之间的间隔。连接件 30 采用与空心构架件 10 和 20 相同材料的挤压的构架件制成。连接件 30 的长度与空心构架件 10 和 20 的长度相同。

从面板 11 的端部至面板 21 的端部的距离（即从空心构架件 10 端部的桁架结构的顶点至空心构架件 20 端部的桁架结构的顶点的距离）P 与其他部位的桁架的节距 P 相同。

当顶点位于面板 11 和 12、21 和 22 的旁边时，空心构架件的桁架结构是一个等腰三角形，但是，空心构架件 10 和 20 端部的桁架结构则不是等腰三角形。

由于上述原因，肋条 13A（23A）与面板 12（22）的中间部位相连接，而肋条 23B 则与面板 22 的中间部位相连接。在肋条 13A 与面板 12

的连接部位和肋条 23A 与面板 22 的连接部位之间形成一个可置入摩擦搅拌焊装置的空间。

由于肋条 13A 和 23A 比肋条 13B 和 23B 更直立些（θ_1较小），故肋条 13A 和 23A 的厚度比肋条 13B 和 23B 大。而肋条 13B 和 23B 的厚度又比其他肋条 13 的厚度大。肋条 13A、13B 和 13 与面板 11 和 12、21 和 22 之间的连接部分是弧形的。而且，连接件 30 的厚度根据强度状况来确定。

下面说明面板 12b 和 22b 的端部，也就是对接部位的结构。在面板 22b 的端部形成一个从面板 22b 一侧凸出来的梯形凸部 22c，在空心构架件与面板 12b 的端部相邻的端面 12d 上形成一个梯形的凹部 12c，该凹部 12c 承接面板 22b 的凸部 22c。当凸部 22c 进入凹部 12c 时，面板 12b 和 22b 的下表面 12bc 和 22bc（车身的外面）构成大致相同的平面。

而且，面板 12b 和 22b 的端面 12d 和 22d 可互相接触。面板 12b 和 22b 的端面 12d 和 22d 除了凹部 12c 和凸部 22c 以外，沿面板 12b 和 22b 的厚度方向基本上是垂直的。凹部 12c 的高度和宽度大于凸部 22c 的高度和宽度。凹部 12c 和凸部 22c 的上端部高于面板 12b 和 22b 的上表面（车身的内面）12bb 和 22bb 的延长线，就是说，凹部 12c 和凸部 22c 的上端部位于升起部 16 和 26 中。

上述凹部 12c 和凸部 22c 形成一个与面板 12b 和 22b 的厚度方向相垂直的端部。

下面说明上述结构体的制造方法。将空心构架件 10 和 20 安装并固定在底座 40 上。然后使面板 12b 和 22b 互相对接，并将面板 22b 端部的凸部 22c 插入面板 12b 的凹部 12c 内。这样，面板 12b 和 22b 的下表面（车身的外面）基本在同一平面。当一个空心构架件存在沿上、下方向的波浪形时，通过相应从上部推压该空心构架件便可将凸部 22c 插入凹部 12c 中。当空心构架件具有沿上、下方向的波浪形时，构架件对接后将保持其波浪形或者基本上保持线形。面板 12b 和 22b 的外表面基本上变成同一个面，端面 12d 和 22d 互相接触或靠近。

然后，将上述构架件 10 和 20 固定在底座 40 上，并采用电弧焊将端面 12d 和 22d 暂时固定，这种暂时焊接的焊点是间断的。

底座 40 上安装面板 12b 和 22b 的对接部位的上表面是平的。面板 12b 和 22b 安装在底座上时，其对接部位附近的 3 个部分：肋条 13A 和 23A 的交点附近、面板 12b 和 22b 和肋条 13B 和 23B 与面板 12 和 22 的交点附近位于同一高度上。

在上述状态下，将摩擦搅拌焊装置的转动工具从上部插到升起部 16 和 26 的对接部位，并沿连接线移动而实施摩擦搅拌焊。转动工具 250 的轴向中心线位于垂直方向（沿连接部分的法线方向）。但是，正如众所周知那样，转动工具 250 的轴向中心线与其前移方向相倾斜。

转动工具 250 具有大直径部分 252 和位于大直径部分 252 末端的小直径部分 251。转动工具 250 的小直径部分 251 下端的末梢从面板 12b 和 22b 之上面插入到它们的下面。就是说，转动工具 250 的大直径部分 252 的下端位于离开凹部 12c 下端的位置，并位于升起部 16 与 26 的顶面与面板 12b 与 22b 的车身内侧面（面板 11 和 21 这一侧）之间。转动工具 250 的大直径部分 252 的直径小于由两个升起部 16 和 26 组成的宽度。转动工具 250 的小直径部分 251 构成一个螺纹件，该小直径部分的直径大于凹部 12c 的深度 S，采用这种结构时，对接部分的凹部 12c 和凸部 22c 由小直径部分 251 所搅动。如图 3 所示，转动工具 250 的轴向中心线位于距端面 12d 凹部 12c 的深度 S 的一半位置上。

在摩擦搅拌焊过程中，升起部 16 和 26 的顶面被与转动工具 250 一起移动的辊子压下一点点。

用激光检测器测定升起部 16 和 26。如此，确定所需的升起部 16 和 26 的高度位置和确定转动工具的插入量。另外，两个升起部 16 和 26 对接部分（端面 12d 与 22d）之间要有一个间隙，而且转动工具 250 的轴向中心线与上述位置相重合。

采用上述的摩擦搅拌焊，将面板 12b 与 22b 对接部位之间形成的间隙（端面 12d 与 22d 之间形成的间隙，凹部 12c 与凸部 22c 之间形成的间隙）填没和焊上，填没上述间隙的金属原料是升起部 16 和 26 本身。

对接部分的外侧面（车身外侧）焊后是平的。在面板 12b 和 22b 的外侧面没有凹部，也没有焊缝的台阶式差异。

升起部 16 和 26 的上表面变成与转动工具 250 的大直径部分 252 相对应的凸面。在凹部的两端处的升起部 16 和 26 仍保留下来。

然后将连接件 30 安装在面板 11 的支座 17 上和面板 21 的支座 27 上。再用电弧焊将连接件 30 的端部暂时固定到面板 11 和 21 上。这种暂时焊接的焊点是间断的。

然后，采用对面板 12b 和 22b 对接部分进行摩擦搅拌焊的摩擦搅拌焊装置对连接件 30 与支座 17 和 27 进行焊接。在转动工具 250 插入连接件 30 与支座 27 的叠合部分的状态下，转动工具 250 沿连接线移动而进行摩擦搅拌焊。

凸部 35 的宽度大于转动工具 250 的大直径部分 252 的直径，凸部 35 的中央带有槽 36，转动工具 250 的转动中心线与槽 36 相重合。转动工具 250 的小直径部分 251 的末端深深地插入支座 17 和 27 中。采用这种结构进行搭接焊接。转动工具 250 的大直径部分 252 的下端位于连接件 30 的不是凸部的上表面与凸部 35 的顶面之间。

凸部 35 的上表面变成与转动工具 250 的大直径部分 252 相对应的凸形。在上述凹槽两端处的凸部 35 仍保留下来。

上述的摩擦搅拌焊装置的检测器检测槽 36 和转动工具 250 沿槽 36 的移动情况。

转动工具 250 的轴向中心线位于两个肋条 13A 和 13B （23A 和 23B）的桁架结构的顶点，或通过顶点附近的垂直线上。至于偏心状态，要与肋条 13A 和 13B（23A 和 23B）板厚的增加、连接肋条与面板的电弧形状、连接件 30 的厚度、和支座 27 和 17 的厚度等相对应。

连接件 30 先与支座 17 相连接，然后与支座 27 相连接。若使用两个转动工具，连接件 30 两端的连接可同时进行。

按照上述的结构，可从一个侧面完成空心构架件两面的焊接。因此，不需要将一面已焊好的结构体翻转过来。所以该结构的制造成本低、精度高。

另外，面板 12b 和 22b 的连接部位的外表面可以焊得很平。升起部 16、26 和凸部 35 设置在结构体内和车身的内侧，而在要求平面的部位（外侧面，车身外侧面）设有升起部 16、26 和凸部 35。而且，在车身外侧没有由转动工具削除而形成的任何凸部。因此，由于不需要切除凸部等，故可降低车身的制造成本。

再者，由于面板 12b 和 22b 的对接部位是将凸部 22c 插入凹部 12c 而形成的，所以两个面板 12b 和 22b 变成像一个整体，使整个车身的外表面基本上位于同一面上。因此，在摩擦搅拌焊接后不会出现像现有技术那样的台阶式差异，故不需要对外表面进行加工。而且，由于面板 12b 和 22b 的板厚不用减薄，故其构架件可制成轻型构件，当然，根据要求也可进行一些切除加工。

凸部 22c 是梯形的，故容易进入凹部 12c 中。凸部末端的尺寸可做成比端面 22d 的边长小，例如形成一个三角形。另一方面，按照类似的目的，凹部 12c 的底部可做成比端面 12d 的边长小，例如形成一个三角形。

在面板 12b 和 22b 的对接部分，由于设有升起部 16 和 26，故凸部 22c 和凹部 12c 之间的间隙可用金属填补。

转动工具 250 的轴向中心线可位于面板端面 12d（22d）的位置。但是，当凹部 12c 的 1/2 深度位置是转动工具 250 的轴向中心线的目标位置时，转动工具 250 的小直径部分 251 的直径可做得小些。

由于面板的端部被升起部 16 和 26 加厚，故在面板的端部很容易设置凹部 12c 和凸部 22c。因此，可有效地利用升起部 16 和 26。

安装连接件 30 的部位可设置在结构件上以及在摩擦搅拌焊接过程中可承受负荷的部位上。例如，上述的结构和部位可按上述日本专利申请公开 No.平成 9－309164（EP 0797043 A2）中图 9 所示的形式设置。

上述实施例的构架件是空心构架件，但是空心部分不是必需的，而且，可只在面板 12、12b 和 22、22b 上设置肋条。

另外，上述的底座 40 可用支持件例如辊子等来替代。

再者，用上述方法连接的构件可用作诸如建筑结构的结构件的外表

面（眼睛可看到的一面）。

本发明的技术范围不限于所申请的每项权利要求字面所述的内容，或者说不限于对解决各个问题的方法的字句，本发明还涉及本技术领域范围内的人们容易理解的范围。

按照本发明，在构架件面板的对接部位插入之后，由于进行了摩擦搅拌焊接，可使面板连接成不带台阶式高度差的平面。

图 1

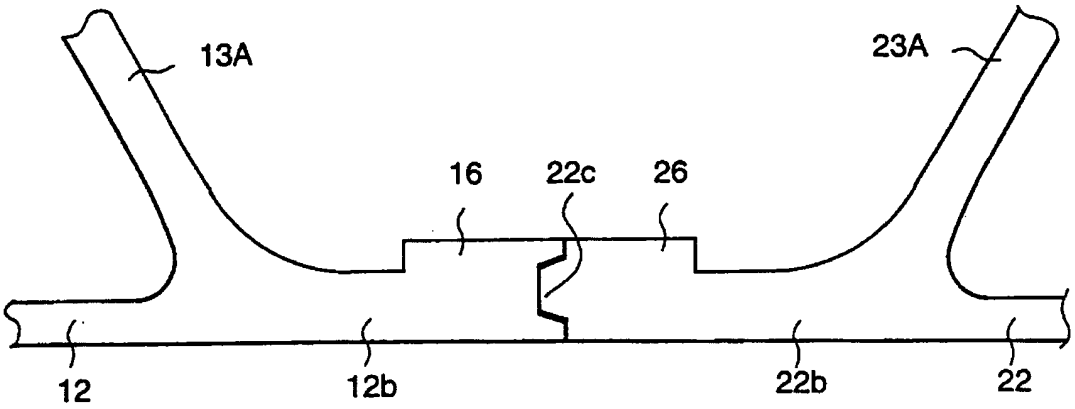

13A
23A
16
22c
26
12
12b
22b
22

图 2

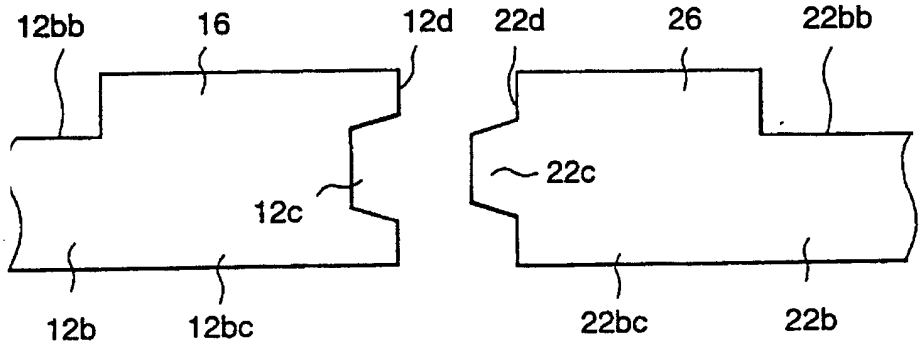

12bb
16
12d
22d
26
22bb
22c
12c
12b
12bc
22bc
22b

图 3

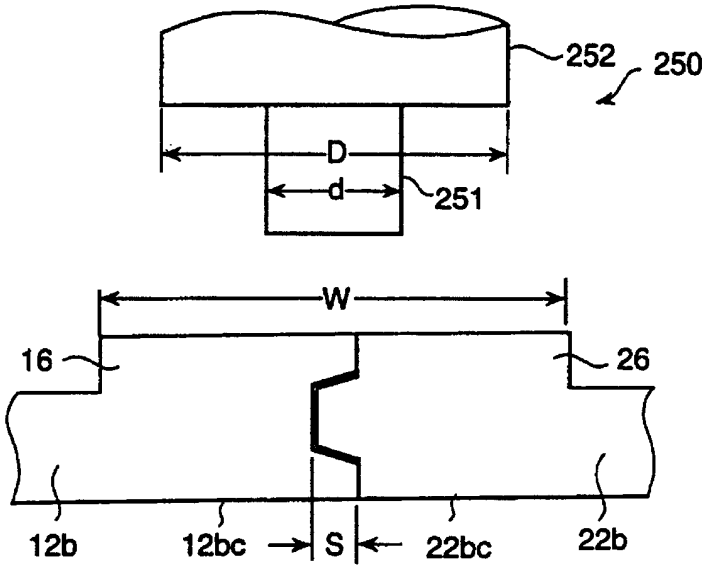

252
250
D
d
251
W
16
26
12b
12bc
S
22bc
22b

图 4

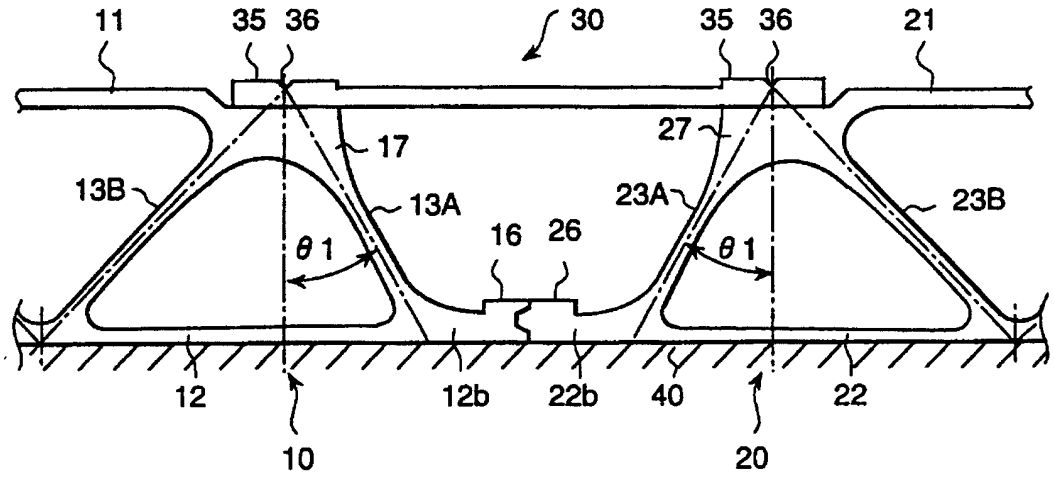

11
35
36
30
35
36
21
17
27
13B
13A
23A
23B
θ1
16
26
θ1
12
12b
22b
40
22
10
20

图 5

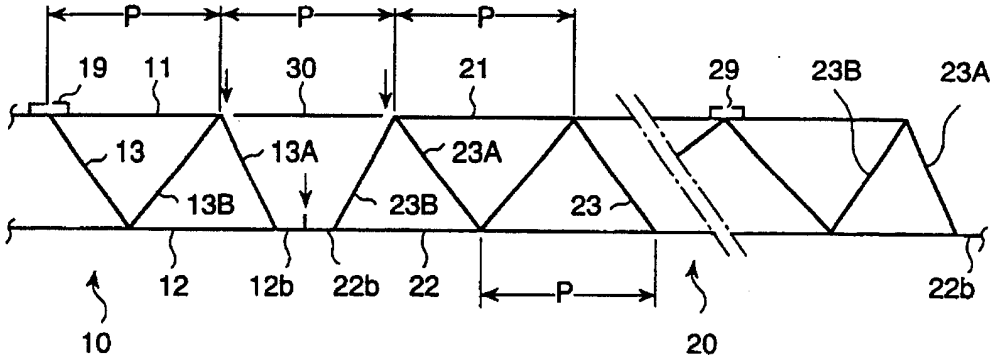

P
P
P
19
11
30
21
29
23B
23A
13
13A
23A
13B
23B
23
12
12b
22b
22
P
22b
10
20

图 6

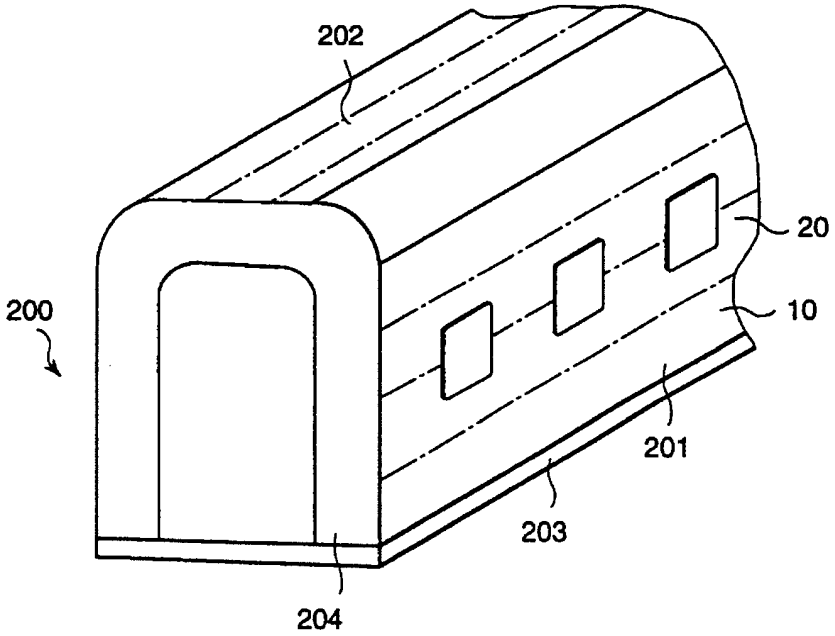
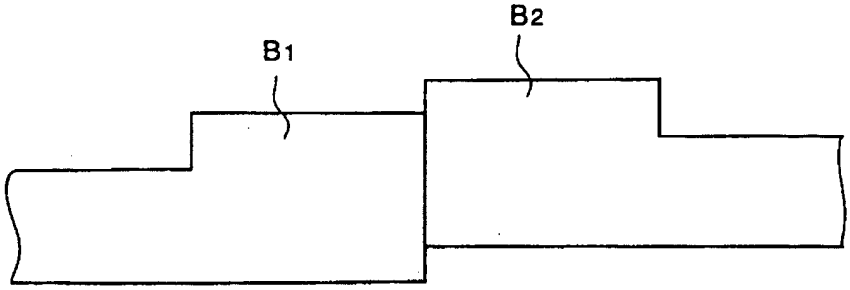

202
20
200
10
201
203
204

图 7


B2
B1