

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23K 20/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02103218.1

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1236889C

[22] 申请日 2002.1.29 [21] 申请号 02103218.1

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 24 [33] JP [31] 253796/2001

[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 松永彻也

审查员 杨风云

[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

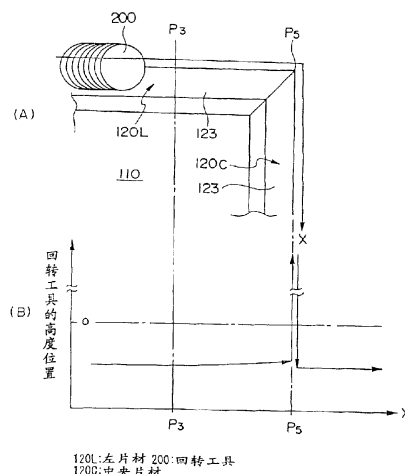
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

摩擦搅拌接合方法

[57] 摘要

一种摩擦搅拌接合方法，在接合线的角度有较大变化的情况下，也可实现良好的摩擦搅拌接合。在对出入口(110)的边缘部件(120)与板(11、21)进行摩擦搅拌接合的情况下，沿着边缘部件(120)回转回转工具(200)。回转工具(200)相对移动方向倾斜。从右片材(120R)开始摩擦搅拌接合，在从右片材(120R)直到至(120C)的角部(P5)时，回转工具(200)从边缘部件(120)、板(11、21)中拔出。接着，回转工具朝向沿着中央片材(120C)的移动方向倾斜。之后，使回转工具下降地方式插入，开始摩擦搅拌接合。如此，由于在回转工具插入边缘部件(120)中的状态下，不改变回转工具的朝向，摩擦热量不会过大。可实现良好的摩擦搅拌接合。



120L:左片材 200:回转工具
120C:中央片材

1. 一种摩擦搅拌接合方法，其特征在于，
沿着接合线移动期间，直到接合线的方向变化的位置时，使回转工具从被接合部件拔出，
然后，改变所述回转工具或所述被接合部件的朝向，
接着，在拔出所述回转工具的位置，再次将所述回转工具插入所述被接合部件中，并且
沿着新的接合线移动所述回转工具。

2. 按照权利要求 1 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，所述回转工具或被接合部件的朝向的变更是在拔出所述回转工具后，使支撑所述回转工具的装置回转，使所述回转工具的倾斜角度相对于所述回转工具的移动方向改变。

3. 按照权利要求 2 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，所述回转工具的倾斜角度的变更是以拔出所述回转工具的位置为基准进行倾斜的。

4. 按照权利要求 2 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，所述回转工具的倾斜角度的变更是以所述回转工具的前端作为基准进行倾斜的。

5. 按照权利要求 2 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，再次插入所述回转工具时的所述回转工具的插入深度比拔出所述回转工具的位置处的回转工具的插入深度要深。

6. 按照权利要求 5 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，
从拔出所述回转工具前开始，所述回转工具的插入深度慢慢变浅，

在再次插入所述回转工具时，以所述回转工具的插入深度慢慢变浅前的回转工具的插入深度，插入所述回转工具。

7. 按照权利要求 5 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，
在再次插入所述回转工具时，进行比拔出回转工具前的所述回转

工具的插入深度要深地插入，

在所述回转工具移动开始后，慢慢变浅。

8. 按照权利要求 1 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，在拔出所述回转工具之际，停止所述回转工具的移动。

9. 按照权利要求 1 所述的摩擦搅拌接合方法，其特征在于，所述回转工具或被接合部件的朝向的变更是在拔出所述回转工具后，回转所述被接合部件，以将所述回转工具的倾斜角度相对于所述回转工具的移动方向加以改变。

摩擦搅拌接合方法

技术领域

本发明涉及一种摩擦搅拌接合方法，适用于铁路车辆等的输送机、产业机械、科学机械、家庭电气化制品等中铝合金部件的接合。

背景技术

摩擦搅拌接合方法是一种将插入接合部的圆棒（称作回转工具）边回转边沿着接合线移动、使接合部发热、软化、塑性流动，以固相接合的方法。回转工具由大径部和小径部构成。将小径部插入要接合的部件中，使大径部的端面与前述部件接触。在小径部上设有螺纹。朝向小径部一侧的大径部的端面圆锥状倾斜。该圆锥面凹下。回转工具的轴线倾斜于回转工具的移动方向。即，相对于移动方向向后倾斜。

另外，在2个要接合部件的在回转工具插入侧设有凸部，回转工具的小径部插入对接部的同时，回转工具的大径部插入凸部内，以进行摩擦搅拌接合。凸部的金属作为原资材，埋入这2个部件间的间隙中。凸部可以只在一方部件上设置。其用于由挤压型材制作部件、并且将垂直于挤压方向的部分进行摩擦搅拌接合的场合。

另外，在如铁路车辆的车体那样的窗户处进行摩擦搅拌接合情况下，多个回转工具为一个移动体设置多个回转工具地方式进行。移动体的移动在窗户正前的位置处停下，所有的回转工具退让被接合部件，无窗户部分的回转工具再次插入，再次开始移动，再次开始摩擦搅拌接合。

这些技术内容由日本特表平9-508073号公报（EP0752926B1）和特开平2000-343248号公报（EP1057576A2）所公开。

铁路车辆的侧面设有乘员等的出入口。由于出入口上施加有较大的负载，在车体的侧面板上焊接上较厚的边缘部件。边缘部件由挤压型材构成。车体的板与边缘部件进行摩擦搅拌接合。摩擦搅拌接合用的回转

工具沿着边缘部件移动。

边缘部件一般通过将挤压型材弯曲成 U 状而成。弯曲的角部为圆弧状。

在此,考虑将左右片材与上片材这 3 个挤压型材焊接而制作成边缘部件的情况。各片材实质上是垂直相交的。此时,左片材和上片材的连接部以及上片材与右片材的连接部成直角。具有如此边缘部件的出入口多作为乘务员的出入口。

该边缘部件与其周边的车体的板进行摩擦搅拌接合时,在前述连接部(直角部)中,回转工具的朝向(即,移动方向)必须改变 90 度。这是由于回转工具必须相对移动方向倾斜的缘故。朝向的变更是通过改变回转工具的朝向或改变要接合部件的朝向而实现的。

改变朝向时,回转工具的移动必须停止。尽管移动停止,但回转工具要在插入待接合部件中的状态下回转。为此,回转工具与要接合部件的摩擦热量过大。从而会发生不良的摩擦搅拌接合。

移动方向的变更在 90 度以上或以下均会产生同样的问题。另外,必须如此改变朝向的话,不仅要考虑出入口的边缘部件,而且还要在建筑物的各种部件、产业机械等、构造上或设计上的观点方面考虑各种因素。

为了将回转工具插入对接部中,是由光学传感器检测出对接部以诱导回转工具的,但正如前述那样,移动方向(接合线的方向)存在 90 度那样的较大变化时,处于弯曲点的附近,不能检测出对接部。

此外,车体或出入口的边缘部件是由挤压型材制作的,由于与其挤压方向相垂直等,埋入对接部的间隙中的、成为原资材的凸部只能在一方部件上设置。为此,易发生接合不良现象。

发明内容

本发明的第 1 目的是,在接合线的角度有较大变化时,也可实现良好的摩擦搅拌接合。

本发明的第 2 目的是,在挤压型材相互的对接部的摩擦搅拌接合

中，可实现良好地摩擦搅拌接合。

本发明的一种摩擦搅拌接合方法，其特征在于，沿着接合线移动期间，直到接合线的方向变化的位置时，使回转工具从被接合部件拔出，然后，改变所述回转工具或所述被接合部件的朝向，接着，在拔出所述回转工具的位置，再次将所述回转工具插入所述被接合部件中，并且沿着新的接合线移动所述回转工具。

上述第1目的通过如下技术方案得以实现，即，当沿着接合线移动期间，到达接合线的方向变化的位置时，回转工具退让被接合部件，变更前述回转工具或所述被接合部件的朝向，实质上在前述退让的位置上，回转工具再次插入前述被接合部件中，使前述回转工具沿着新的接合线移动。

另外，还可通过如下方式实现，即，将第1部件的端部与第2部件的端部对接，成为前述对接线的接合线有较大变化，前述回转工具相对前述接合线的相对移动根据预先记忆的数据进行。

上述第2目的由如下技术方案得以实现，即，第1部件的端部与端部具有凸部的第2部件的端部对接，沿着前述凸部，在前述第2部件的端部进行堆焊，回转工具插入前述对接部中，以进行摩擦搅拌接合。

附图说明

图1为本发明一实施例的动作说明图，

图2为本发明一实施例的流程图，

图3为本发明一实施例的侧构体的出入口的主视图，

图4为图3中IV-IV线的剖视图，

图5为图3中V-V线的纵剖视图，

图6铁道车辆的车体的透视图，

图7为摩擦搅拌接合装置的透视图。

具体实施方式

下面，参照图1~图7说明本发明的一实施例。图1(A)的被接

合部件的接合线为垂直相交的。图 1 (B) 示出垂直相交的接合线呈直线状延伸。

铁道车辆的车体 100 由构成侧面的侧构体 101、构成屋顶的屋顶构体 102、构成地板的台架 103、构成长度方向端部的端板 104 构成。侧构体 101、屋顶构体 102、台架 103 分别通过多个挤压型材 10、20 接合而成。挤压型材 10、20 的长度方向（挤压方向）为车体 100 的长度方向。挤压型材 10、20 为铝合金制成的中空型材。

侧构体 101 上具有多个窗口 130，还具有乘客出入口 110，140。出入口 110 为操作人员等的乘务员用的出入口，其宽度较小。出入口 140 为操作人员等乘务员用的出入口，其宽度较大。出入口 110，140 的开口边缘与边缘部件 120，141 接合。

构成侧构体 101 的挤压型材 10、20 的挤压方向为车体即侧构体 101 的长度方向。由于边缘部件 120(141)也是挤压型材，边缘部件 120(141)的左右片材垂直于边缘部件 120(141)的挤压方向和型材 10、20 的挤压方向。挤压型材 10、20 为中空型材。

中空型材 10(20)实质上由 2 块平行的面板 11(21)，12(22)和与这两块面板连接的多个连接板 13(23)，14(24)构成。

中空型材 10(20)宽度方向的端部的连接板 14(24)垂直于面板 11，12(21，22)。在连接板 14 与面板 11(12)的连接部的外表面一侧具有与中空型材 20 的面板 21(22)重叠的凹部。在面板 11，22 的端部具有支撑面板 21，22 的突出片材 15。突出片材 15 从连接板 14 处突出。突出片材 15 与前述凹部相连。中空型材 20 的面板 21，22 的端部与中空型材 10 的凹部和突出片材 15 重叠。

在面板 11，12(21，22)的端部具有向中空型材 10，20 的外表面一侧（厚度方向的外侧）突出的凸部 17(27)。面板 11，21 以及凸部 17 的端面（即，凹部的面板 11，12 一侧）处于连接板 14 的板厚中心附近。中空型材 10 的面板 11(12)和凸部 17 的端面与中空型材 20 的面板 21(22)和凸部 27 的端面对接。

面板 11(12)的外表面与面板 21(22)的外表面处于同一平面，

凸部 17, 27 的突出余量相同。2 个凸部 17, 27 的宽度相同。2 个凸部的宽度比回转工具 200 的大径部 201 的直径还大。

首先, 说明型材 10 与型材 20 的接合。在图 5 中, 每当接合时, 2 个中空型材 10, 20 放置并固定于台架 310 上。回转工具 200 在其大径部 210 的前端设置小径部 220。小径部 220 上设有螺纹。朝向小径部 220 侧的大径部 210 的端面成为在轴心侧凹下的圆锥状。

接合时, 回转工具 200 插入对接部。大径部 210 的下端位于比面板 11, 21 还上方的凸部 17, 27 内。小径部 220 进入面板 11, 21 的对接部中。小径部 220 的下端稍许插入突出片材 15 中。使回转工具 200 边回转边沿着对接部的接合线移动。回转工具 200 的轴线倾斜于移动方向。小径部 220 侧比大径部 210 侧先动作。凸部 17, 27 的金属成为埋入对接部的间隙中的原资材。在图 5 中, 没有示出对接部中的间隙。

在图 5 的上表面侧的摩擦搅拌接合结束后, 使中空型材 10, 20 上下反转, 进行同样的摩擦搅拌接合。

这样一来, 边将要构成侧构体 101 的中空型材 10, 20 接合边使车内侧处于上方, 通过切削, 除去窗户 130 和出入口 110, 140 的开口周围不需要部分。通过这种切削, 在窗户 130 或出入口 110, 140 的开口部分, 车外侧的面板 21 (11) 的端部要比车内侧的面板 22 (12) 和连接板 23, 24 (13, 14) 还朝开口侧突出。

接着, 在进行上述加工后的侧构体 110 上摩擦搅拌接合边缘部件 120, 141。在图 3 中, 边缘部件 120 是将直线状的 3 个挤压型材 120L, 120C, 120R 焊接而成 U 状的结构。片材 120L, 120R 与板 11 (21) 的接合线垂直于中央片材 120C 与板 11 (21) 的接合线。

边缘部件 120 由封闭中空型材 10, 20 端部的片材 121、比车外侧的面板 21 (11) 的外表面还朝外方突出的凸部 123、与面板 21 (11) 的内表面重叠的突出片材 125 以及与车内侧的面板的外表面 22 (12) 重叠的突出片材 127 构成。除去凸部 123 的片材 121 在车外侧的端面与面板 21 (11) 的外表面实质上是同一平面。车外侧的突出片材 125 处于从车外侧凹进处。面板 21 (11) 的端部与边缘部件 120 对接。车内侧的突出

片材 127 与车内侧的面板 22 (12) 的外侧重叠、进行角焊。这种焊接是在摩擦搅拌接合的前后适当的时期内进行的。

与边缘部件 120 对接的面板 21, 11 的端部由于是挤压方向的端部, 在面板 11, 21 上无凸部 17, 27。与 U 状边缘部件 120 的中央片材 120C 接触的中空型材 10 由于被切削宽度方向的端部, 因此无凸部 17, 27。

图 4 示出摩擦搅拌接合前的状态, 没有示出对接部的间隙。边缘部件 120 和侧构体 110 固定到台架 320 上。在图 6 中, 尽管是在边缘部件 120 与端板 104 之间配置中空型材 10, 20 的, 但单单设置板也是可以的。

从上方摩擦搅拌接合面板 21 (11) 与边缘部件 120 的对接部。回转工具 200 的小径部 220 插入对接部。小径部 200 的前端稍许插入到突出片材 125 中。大径部 210 的一部分进入凸部 123。以大径部 210 的下端与面板 21 (11) 的上表面之间存在稍许间隙的方式插入。由于回转工具 200 相对移动方向是使大径部 210 侧向后倾斜的方式插入的, 这样, 在倾斜的大径部 210 最下端与面板 21 (11) 的上表面之间就会存在间隙。

在上述边缘部件 120 的对接部中, 成为间隙原资材的凸部是在边缘部件 120 上有凸部 123, 而在中空型材 10, 20 上无凸部 17, 27。只在这样的对接部的一方上设置凸部。即使在这种状态下也可实现摩擦搅拌接合, 但凸部也可设置在双方部件上。为此, 在侧构体 101 上设置边缘部件 120 后, 沿着边缘部件 120, 在中空型材 10, 20 的面板 11, 21 上进行堆焊。堆焊的高度和宽度最好相当于凸部 123 的大小, 但如小于该尺寸, 也可获得同样的效果。回转工具 200 的大径部 210 的端部最好与凸部 123 的场合同样, 进入堆焊的金属中, 实现摩擦搅拌接合。该堆焊 123W 只在图 4 中示出。

该堆焊以在摩擦搅拌接合之际不飞散的程度附着到面板 11, 21 上为宜。面板 11, 21 不必牢固地焊接到边缘部件 120 上。另外, 焊接时, 最好面板 11, 21 与突出片材 125 接触, 但进行堆焊时不必如此。不进行堆焊时, 由于回转工具 200 的大径部 210 与面板 21 (11) 之间存在间隙, 所以面板 21 (11) 与突出片材 125 不接触, 易导致接合不良。但是, 如进行堆焊, 由于该金属介于大径部 210 与面板 21 (11) 之间, 面板

21(11)可与突出片材125贴紧。为此,可实现良好的接合。另外,可方便地实现堆焊。

进行堆焊时,用光学传感器难检测出对接部的位置。另外,接合线的方向有较大变化时,例如,接合线为小半径情况下或接合线为垂直相交的情况下,很难用光学传感器检测出接合线。此时可通过数值控制诱导回转工具。

在图3中,回转工具200插入边缘部件120的左片材120L下端的对接部,并且从此处开始摩擦搅拌接合。回转工具200从左片材120L依次地经过中央片材120C、右片材120R,在右片材120R的下端结束接合。

在将回转工具200插入要接合部分后,使回转工具200一边回转一边沿着接合线移动。移动方向由X示出。回转工具200的轴线处于边缘部件120与面板21(11)的对接部的中间。

在图7中,侧构体101放置于台架320上。摩擦搅拌接合装置400的行走体410在台架320的上方行走。行走体410沿着台架320两侧的轨道350行走。在行走体410的横梁411上放置摩擦搅拌接合装置430。装置430由沿着横梁411行走的行走体431,相对行走体431升降的升降体433,相对升降体433回转的回转装置435,和相对回转装置435倾斜设置并使回转工具200回转的回转装置437构成。随着行走体410,431的行走,回转工具200可在XY方向移动。通过回转装置435,可改变回转工具200相对接合线的倾斜方向。升降体433使回转工具200升降。通过数值控制,驱动行走体410,431,回转装置435,回转工具200的高度位置等。

在图1,图2中,一边使回转工具200回转一边插入要接合部件10,120L的规定位置上,在X方向移动,开始摩擦搅拌接合。从左片材120L直到至中央片材120C的角部面前的规定位置P3(离开角部规定距离的面前)时,回转工具200开始上升。上升速度很慢。回转工具200的移动继续进行。由此,回转工具200的插入深度慢慢变浅。前述规定距离例如为50mm。前述规定距离之间回转工具200的上升距离例如为

0.5mm。规定位置由行走体 320 的行走距离求出。此外，图 1 的回转工具的高度位置的“0”意思为要接合部件 120 的上表面的高度位置（步骤 S10，S30）。

当开始摩擦搅拌接合时，停止回转的回转工具 200 的前端与侧构体 101 的规定位置相一致，将原点记忆（テーチング）到控制装置中。原点例如处于中央片材 120C 的长度方向的中央，设置在上边上。将原点预先在该位置划线（けがい）。或者，处于出入口 120 的开口宽度的中央，在上边划线。将边缘部件 120 的大小等数据输入控制装置中。控制装置根据摩擦搅拌接合的开始，通过数值控制驱动行走体 410，431，回转装置 435，回转工具 200 的高度位置等。

之后，从左片材 120R 直到至中央片材 120C 的角部 P5 时，在使回转工具 200 继续回转的状态下，使回转工具 200 拔出要接合部件。一旦拔出回转工具 200，就生成与小径部 220 大致相同大小的孔（步骤 S50，S70）。

接着，通过回转装置 435，使回转工具 200 水平回转，回转工具 200 相对此时的接合线（沿着中央片材 120C 的接合线）倾斜。即，回转工具 200 的倾斜方向相对至此的倾斜方向 90 度变更。以回转工具 200 的小径部 220 的下端为中心倾斜。为此，倾斜变更的回转工具 200 的小径部 220 下端的位置与拔出之际的小径部 220 下端的位置实质上是相同的（步骤 S90）。

接下来，一边使回转工具 200 回转一边使回转工具 200 下降，直到在规定位置进行插入。使回转工具 200 下降时，小径部 220 进入拔出时生成的孔中。由此，包含拔出之际的孔，以进行摩擦搅拌接合，从而使孔变无。回转工具 200 的插入深度比拔出回转工具 200 之际的插入深度要深。即，回转工具 200 开始上升前的插入深度与位置 P3 的插入深度是相同的。此外，在图 1 中，尽管回转工具 200 上升的位置与下降的位置不同，但是为了容易图示而作成不同（步骤 S110）。

回转工具 200 直到插入规定位置后，使回转工具 200 沿着中央片材 120C 移动（步骤 S130）。

在中央片材 120C 和右片材 120R 的角部 P5 前方的位置 P3，然后是接下来的角部 P5 处进行与前述同样的动作。至右片材 120R 的下端时，拔出回转工具 200，结束摩擦搅拌接合。残留在接合线终端上的孔通过焊接等填埋。距离该终端前的未接合部通过焊接而接合。另外，在左片材 120L 的开始接合点前的未接合部通过焊接而接合。

如此，由于在角部 P5，拔出回转工具 200，以改变倾斜方向的朝向，即使改变朝向的时间加长，要接合部件的温度也不会过热，可实现良好的摩擦搅拌接合。改变朝向之际，由于回转工具 200 插入要接合部件中时，必须使回转工具 200 回转，所以要考虑摩擦热量变得过大以产生缺陷的问题。

另外，在位置 P3 处，回转工具 200 的插入深度以慢慢变浅的方式移动，而在位置 P5 处，停止移动，拔出回转工具 200，并且在再次插入之际，使插入深度比停止移动前（拔出前）的插入深度要深的方式插入并开始（摩擦搅拌接合开始）移动。退让前的插入深度与再次插入时的插入深度相同情况下，多会发生摩擦搅拌接合不良现象。不良现象容易在回转工具 200 的小径部 220 的前端附近发生。但是，正如前述，插入深度比退让前深的方式插入，从而在再次开始摩擦搅拌接合时，可以防止发生这种不良现象。

上述实施例是在退让前，插入深度慢慢变浅，并且相对该变浅进行深插入的，可以如下所述。即，直到角部 P5 处进行同一深度的接合起，再次插入要比所述深度稍深（例如 0.5mm），开始移动后，插入深度慢慢变浅，与直到角部 P5 处的插入深度相同时，停止深度的变更。例如，移动 50mm 后，与到角部 P5 前的插入深度相一致。

边缘部件 140 与侧构体 101 的接合如前述方式进行。堆焊也是同样进行的。但是，因边缘部件 141 的角部是圆弧状，不退让回转工具 200，沿着圆弧状的接合线移动回转工具 200，就可实现连续的摩擦搅拌接合。最后，车体外表面侧的凸部 123 或堆焊 123W 的凸部通过研磨机等切削，以与面板 11，21 的外表面成为同一平面。

上述实施例是将回转工具 200 的移动方向改变 90 度，但如下述改

变 90 度以上时，如退让回转工具以改变朝向的话，也可实现良好的摩擦搅拌接合。也就是说，可适用于加大移动方向以直线状较大变化的场合。

上述实施例是使回转工具 200 回转来改变朝向的，但也可在回转工具 200 退让后，使要接合部件回转，来改变回转工具 200 的朝向。其也相当于改变回转工具 200 的移动方向。

本发明技术内容的范围并不限于权利要求书保护范围内的各权利要求所记载的文字或解决技术问题的手段的权利要求所记载的文字所述，对于本领域普通技术人员而言，可在其范围内容易地变更。

采用本发明，在接合线的角度变大的情况下，可实现良好的摩擦搅拌接合。

另外，即使只在一方部件上设置埋入对接部的间隙中的作为原资材的凸部情况下，也可通过堆焊实现良好的摩擦搅拌接合。

图1

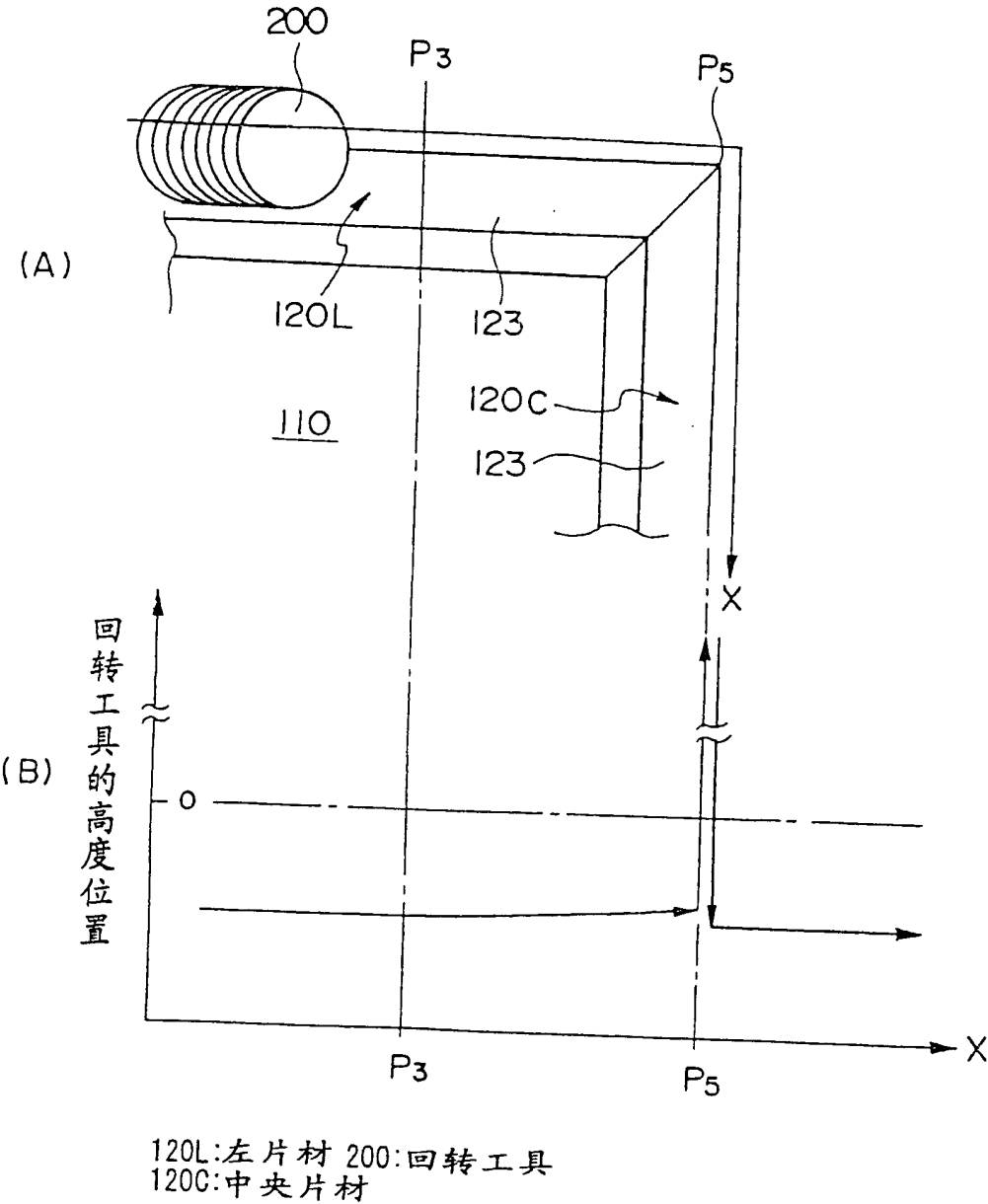


图2

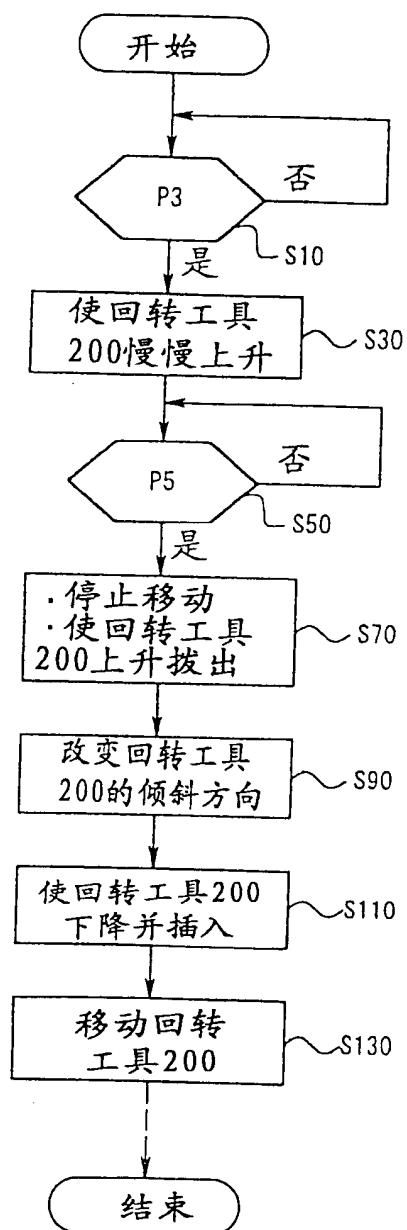


图 3

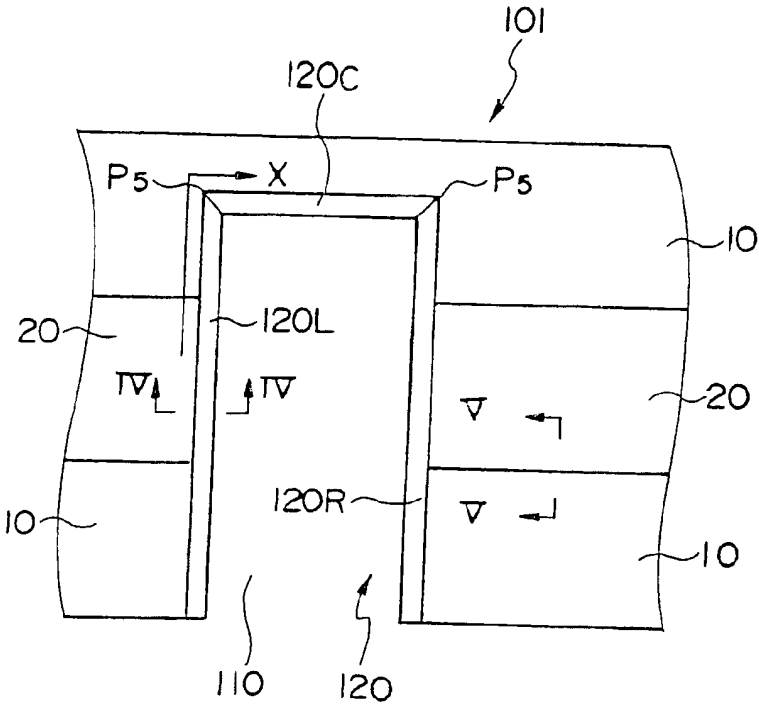


图5

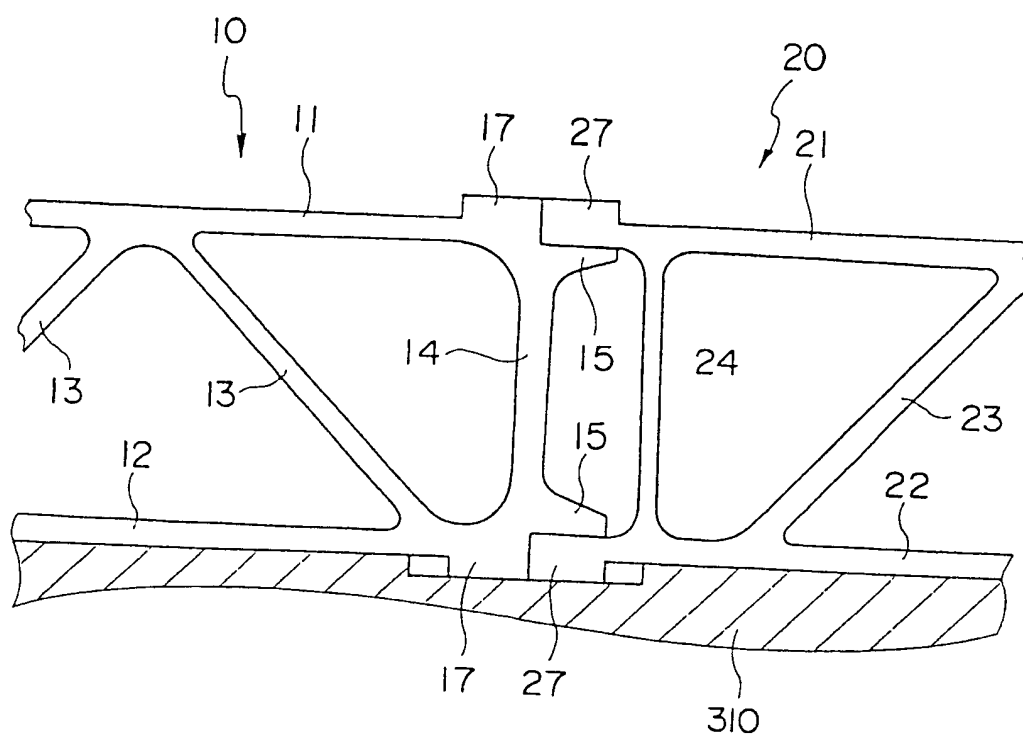


图6

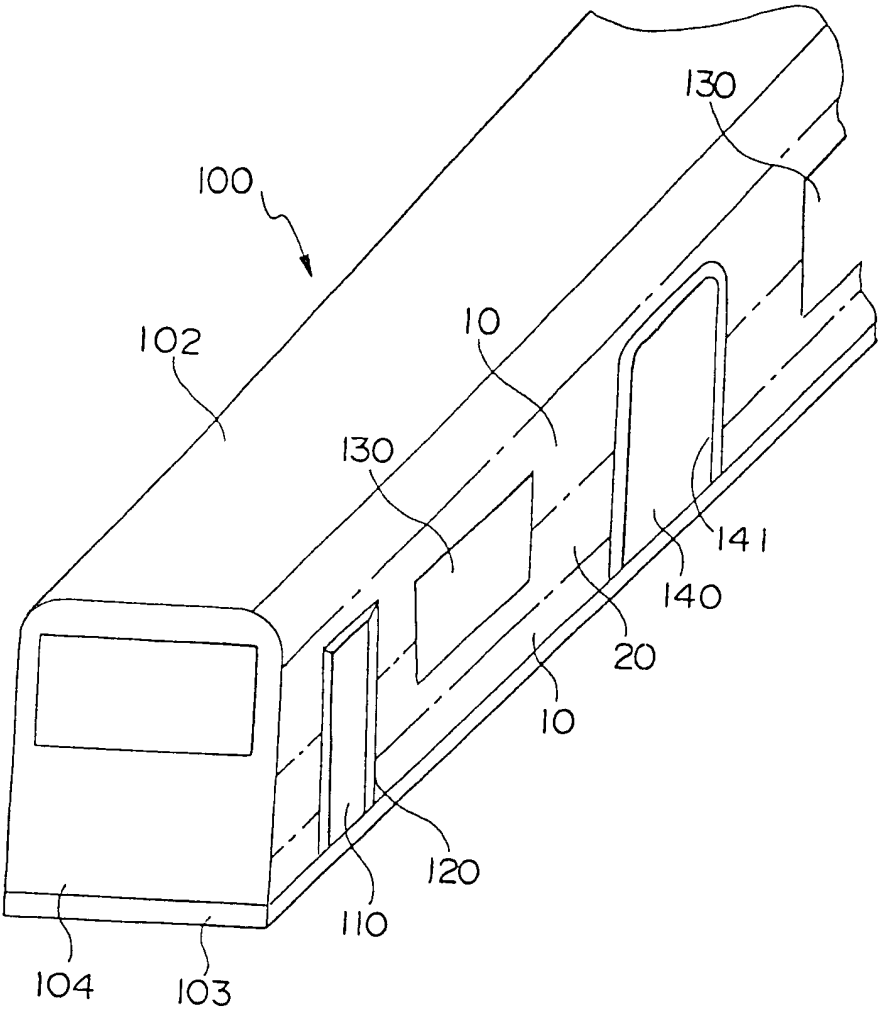


图7

