



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 02152721.0

[45] 授权公告日 2005 年 3 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1192849C

[22] 申请日 2002. 11. 20 [21] 申请号 02152721.0

[30] 优先权

[32] 2001. 11. 27 [33] JP [31] 360682/2001

[71] 专利权人 川崎重工业株式会社

地址 日本兵库县

[72] 发明人 山下政一郎

审查员 王 伟

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

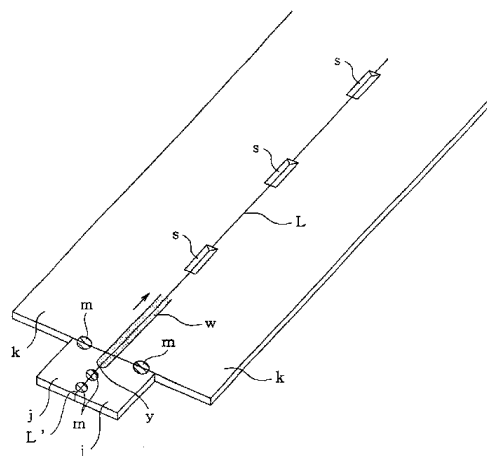
代理人 杨 梧 马高平

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

[54] 发明名称 摩擦搅拌焊接方法

[57] 摘要

本发明提供一种摩擦搅拌焊接方法。该摩擦搅拌焊接方法使对接部在定位焊接后能比较容易且牢固地结合，表面美观的摩擦搅拌焊接方法。本发明使多个工件 K，K 对接配置，沿着对接部 L 间缺形成多个 V 形坡口槽 S，各坡口槽 S 通过 TIG 焊接或 MIG 焊接等用焊接材料进行定位焊接，在将定位焊接的凸起处切除，使其与述工件 K，K 的表面平齐后，通过使对接部 L 在整个长度上连续进行摩擦搅拌焊接把工件 K，K 连接起来。



1. 一种摩擦搅拌焊接方法，其对多个被连接件进行摩擦搅拌焊接，其特征在于：
- 5 使所述多个被连接件对接放置，
沿着所述多个被连接件的对接部有间隔地形成多个 V 形坡口槽，
用焊接材料定位焊接各坡口槽，
切除定位焊接部的凸起处，使所述多个被连接件的表面平齐，
使所述对接部在整个长度上连续进行摩擦搅拌焊接。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于：所述定位焊接的间隔为 400mm ~ 700mm。
3. 如权利要求 1 所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征在于：用砂轮或刀具切除所述定位焊接部隆起处。
4. 如权利要求 1 至 3 中任一项要求所述的摩擦搅拌焊接方法，其特征
- 15 在于：用 MIG 焊接或 TIG 焊接进行所述定位焊接，所述焊接材料使用与所述被连接件的母材强度相近的金属材料。

摩擦搅拌焊接方法

5 技术领域

本发明涉及采用摩擦搅拌焊接连接多个被连接件的方法，特别涉及适用于铁路车辆的车体制造中连接构成各个构架的件的焊接方法。

背景技术

- 10 如在铁路车辆的车体制造中，构成该车体的侧面构架是把多块挤压型材通过摩擦搅拌焊接形成的，挤压型材的长度方向向着车体的长度方向，宽度方向沿着车体的周向排列。

- 在把如挤压型材的被连接件进行摩擦搅拌焊接时，通常把被连接件沿长度方向对接，并在对接部空开一定间隔通过焊接形成定位焊的状态进行焊接。此时，摩擦搅拌作业在包括定位焊接部的对接部的整个长度上连续进行。

摩擦搅拌焊接方法是通过备有插入连接部的圆柱状销的转动工具转动并同时沿连接线移动，通过摩擦热使连接部发热并使之成塑性流动而形成固相连接的方法。另外，作为摩擦搅拌焊接对象的被连接件是由最适合摩擦搅拌焊接的铝合金等金属材料构成。

- 20 作为其他的关于这种摩擦搅拌焊接方法的现有技术，例如在日本特开2000-343250号公报中介绍的构架的制造方法。该方法也是在连接部用I形焊缝坡口(即不设V形的坡口)形成定位焊的状态进行，但是避开定位焊接部进行摩擦搅拌焊接。

所述的现有的摩擦搅拌焊接方法有以下不足。

- 25 (1) 例如，在前者，是在包括定位焊接部的对接部的整个长度上进行摩擦搅拌焊接，但由于用于摩擦搅拌焊接的转动工具的销在定位焊接部不能充分地插入其下边的对接部，使对被连接件的摩擦搅拌焊接不能充分进行。

- 更详细地说，转动工具形成插入对接部内的小直径的销同轴配置在位于对接部外边对接部的大直径部分的中心。为此，摩擦搅拌焊接作业在作为销和大直径部分地方的锥体部分(也称为台肩部)若干插入对接部的状态，与将
- 30 转动工具向对接部的行进方向的后方倾斜并转动来进行。定位焊接部的焊接

材料从对接处的被连接件表面向上凸起，形成所谓“堆焊状态”；在定位焊接部所述的台阶部分以碰上定位焊接部的状态转动。从而，由于销在对接部不能充分地插入该对接部，使摩擦搅拌焊接部位浅，连接力不充分。再加上由于销在定位焊接部插入该定位焊接部将焊接部切断，会存在焊接部切断使被连接件之间的间隙变大，或产生错位而改变被焊接件间隔的问题。

(2) 另外，在后者，由于不在定位焊接部进行摩擦搅拌焊接，与前者相比连接力更弱。而且，在摩擦搅拌焊接时把转动工具提升到定位焊接部的前面以后，由于必须在通过该定位焊接部以后使转动工具下降，所以使操作转动工具变的困难，花费作业时间。而且，在使转动工具自动升降时，有时会在定位焊接部的前后产生没有形成摩擦搅拌焊接的地方，连接力更弱。

另外，在所述的(1)和(2)的现有的方法中，由于定位焊接部残留从被连接件表面凸起的状态，在进行摩擦搅拌焊接后必需用切削作业把凸起削除。

发明内容

本发明鉴于所述的这些问题，其目的在于提供一种摩擦搅拌焊接方法，该方法使对接部在进行定位焊接后可以比较容易形成牢固的连接，且形成光滑平整的表面，而没有必要在摩擦搅拌焊接作业后再除去所述凸起的地方。

为达到所述目的，本发明的摩擦搅拌焊接方法通过以下方法对所述多个被连接件进行摩擦搅拌焊接。即将多个被连接件对接放置，沿着所述多个被连接件的对接部有间隔地形成多个V形坡口槽，把各坡口槽用焊接材料进行定位焊接，再把定位焊接部凸起处切除，使该处与所述多个被连接件的表面平齐，再在所述对接部的整个长度上连续进行摩擦搅拌焊接。

按照有所述构成的本发明的摩擦搅拌焊接方法，由于在被连接件之间形成的V形坡口槽内容融焊接材料的同时进行定位焊接，在定位焊接部的连接力加大，与在被连接件表面上以形成凸起焊接的方式的定位焊接不同，焊接后的定位力牢固。另外，由于将被连接部分表面上的凸起的定位焊接部分削去使与原表面平齐，在被连接件之间没有隆起的地方，在贯通全长都是平齐的状态下，使用专用功具进行摩擦搅拌焊接，故可以在贯通包括定位焊接部的对接部全长上不使旋转工具升降而进行连续作业，由于容易作业，作业效率高。

特别，由于定位焊接部的表面与被连接件间的其它的对接部同样平齐，

没有高低差，所以旋转工具的销可以充分地插入对接部内并旋转，因此，从被连接件的表面到里面附近塑性流动很充分，可以得到用于固相连接的强大的连接力。另外，由于旋转工具的销可以充分地插到定位焊接部内，而焊接部设在V型坡口槽内，与以前的凸起焊接不同，不用担心焊接部断开。而且

5 由于即使在定位焊接部中，被连接件的母材和在V型开口槽内熔融固化的焊接材料一起塑性流动并固相连接，所以在包括定位焊接部分的对接部的整个长度上可以进行摩擦搅拌焊接。而且，由于被连接件的对接部贯穿全长成平齐，所以在摩擦搅拌焊接作业后不必修整。

在上述发明中，可以将所述定位焊接的间隔作成400mm~700mm，在

10 这种情况下，虽然要取决于连接的被连接件的长度进行例如在2000mm~3000mm或比这更长的长尺寸的被连接件中，在对接部用400mm~700mm的间距进行定位焊接，在定位状态下进行切削焊接部的隆起部分等作业，也不用担心对接部分离。这时，V型坡口槽的长度可以取大约30mm。

在所述发明中，可以用砂轮或刀具除去所述定位焊接部的凸起部位。在

15 这种情况下，可以比较简单且用很短的时间进行切削清除，而且切削清除后的表面很漂亮。

在所述发明中，所述定位焊接可用MIG焊或TIG焊进行。在这种场合下，所述焊接材料最好使用与所述被连接件的母材强度相近的金属材料。根据这种结构，熔融后的焊接材料在固化状态中V型坡口槽面中的母材和焊接

20 部的融和性好，可以与相对的宽的V型开口槽面相结合而可靠地维持被连接件的对接状态。另外，在摩擦搅拌焊接时，由于用旋转工具(销部)使被连接件的母材与焊接部一起塑性流动，双方的材料大致均等地混合而固相连接，故定位焊接部也可以得到和其它对接部一样的强大的连接力。

25 附图说明

图1是表示用本发明的实施例的摩擦搅拌焊接方法将两个工件对接焊作业状态的整体示意立体图；

图2是表示在图1中的定位焊接作业前将工件对接状态的局部放大立体图；

30 图3是图2中C-C线的放大剖面图，顺序表示使工件对接直到进行摩擦搅拌焊接的作业工序；

图4是表示图1中摩擦搅拌焊接作业状态的工件局部放大立体图；
图5是图4中E-E线的剖面图。

具体实施方式

5 下面根据附图对本发明的摩擦搅拌焊接方法的实施方式进行说明。

图1是表示使用本发明的摩擦搅拌焊接方法的实施例将2个工件对接焊接作业状态的整体示意立体图；图2是放大表示将定位焊接作业前的工件对接的状态的部分立体图；图3A~3E是图2C-C剖面的放大图，顺序表示使工件对接直到摩擦搅拌焊接的作业工序；图4是将表示摩擦搅拌焊接作业状态
10 的工件的一部分放大表示的立体图；图5是图4中E-E线的剖面图。

本实施例的摩擦搅拌焊接装置1，作为整体如图1所示，备有放置准备焊接的两块挤出型材组成的被连接件即工件K，K的平坦的床面2，沿着该床面2的长度方向配置能移动的门形框架3，在该门型框架的水平框部4上的连接头10设计成通过滑块5能横向移动，且可以升降。

15 连接头10在上部装有电机(图中未示出)，在下端转动自由地支承旋转工具11，旋转工具11能整体转动地连接在所述电机驱动轴的下端。旋转工具11，呈向下尖细的圆锥状，如图4、图5所示，在其前端与圆柱状的肩部11a形成一体，销11b整体地突设在其前端面的中心。在本实施例中，由于工件K的材质是铝合金，这些肩部11a和销11b，是用比它更硬的、刚性高的金属材料形成。而且，使其中轴线相对垂直线以倾斜角 α (最好是 3° 左右)向进行方向后方倾斜。
20

所述门形框架3，能沿着床2两侧的轨道6移动。该门形框架3上装的旋转工具11沿着对接部L，在二个工件K，K的对接部L(参照图2)的连接线的上方移动。

25 本实施例的摩擦搅拌焊接装置1，作成如上结构，进行如下的摩擦搅拌焊接。首先，将上述两个工件K，K沿着床面2的长度方向放置，在使工件K，K的长边对接的状态下，由夹具固定(图中未示出)(参照图3A)。

接着，在上述那样使两个工件K，K固定的状态下，如图2所示，沿着对接部L，按一定间隔(例如500mm)形成规定长度(例如30mm)的V形坡口槽S(参照图3B)，由于使用专用工具形成这个开口槽，(图中未示出)，比较
30 简单，且在短时间内即可结束作业。

另外,在工件 K, K 长度方向的两端,如图 2 所示,将两个小方形的辅助板(舍去板)j, j 通过堆焊 m, m 分别定位。两块辅助板 j, j 也对接,在对接部 L'也空开间隔通过堆焊 m, m 定位(参照图 2)。即两块辅助板 j, j 的定位焊接 m 在 I 形坡口上进行。

- 5 接着在该状态的工件 K, K 上,使用由与工件 K 的材质接近的铝合金组成的焊接材料通过例如 TIG 焊接或 MIG 焊接等电弧焊接定位焊接对接部 L 的 V 形坡口槽 S。在该定位焊接状态下, V 形坡口槽 S 内的焊接材料熔融,固化的焊接部 t 的一部分 t', 在工件 K 的表面的上方隆起露出(参照图 3C)。

- 10 因此,使用切削用的刀具(图中未示出)和砂轮(图中未示出),切削除去从各 V 形坡口槽 S 向工件 K 上方露出的焊接部分 t', 使对接部 L 的表面在整个长度上成为一个平面(参照图 3D)。

- 如图 2 所示,在该状态下,以一方的辅助板 j, j 的对接部 L'为始点 y,使旋转工具 11 边旋转边下降,插到规定的深度。然后,贯穿工件 K, K 的对接部 L 全长将摩擦搅拌焊接装置 1 的门形框架 2 沿轨道 6 移动到另一方的辅助板 j, j 的对接部 L', 使旋转工具 11 边旋转边沿对接部 L 移动。其结果,由于工件 K, K 的对接部 L 贯穿全长由旋转工具 11 的旋转产生摩擦热进行塑性流动,并固相结合,从而可以在包括定位焊接部 t 的对接部 L 的整个长度上进行摩擦搅拌焊接(参照图 3E)。
- 15

- 图 2 及图 3E 中的符号 W 是摩擦搅拌焊接部。特别由于使用接近工件 K 的母材的铝合金作为焊接材料,所以工件 K 的母材和焊接材料以大致均等的塑性流动,并固相结合,故结合力牢固。另外,工件 K, K 的对接部 L, 由于在整个长度上预先形成一个平面,摩擦搅拌焊接作业后的精加工只限于把辅助板 j, j 从工件 K 上除去,几乎不需要其它的作业。
- 20

- 以上展示了本发明的摩擦搅拌焊接方法的一个实施例,也同样可以在工件 K 是中空的挤压的型材上实施。当然,不仅限于两个工件,也可以用在 3 个以上的工件的对接焊接。这种情况可以对应对接部的数量,使用多个旋转工具 11 一起进行摩擦搅拌焊接作业。
- 25

由以上说明可知,本发明的摩擦搅拌焊接方法有以下好的效果。

- (1) 本发明的摩擦搅拌焊接方法,由于在被连接件间形成的 V 形坡口槽内使焊接材料熔化并进行定位焊接,故在定位焊接部的结合力大、定位牢固。另外,由于在削去在被连接件的表面上露出的定位焊接部分而形成一个平面
- 30

的状态下进行摩擦搅拌焊接，故能在包括定位焊接部的对接部的整个长度内进行连续作业，不必使旋转工具升降，作业容易、作业效率高。特别是由于定位焊接部的表面与被连接件的其它对接部在同一平面上没有高低差，所以旋转工具的销可以充分插入对接部内转动，从被连接件的表面到里面附近进行充分的塑性流动并形成固相结合，可以得到强大的结合力。另外，由于在定位焊接部中被连接件的母材也与V型坡口槽内容融固化的焊接材料一起塑性流动并形成固相结构，故可以在包括定位焊接部的对接部的整个长度上进行摩擦搅拌焊接。而且，由于被连接件的对接部在整个长度上预先作成齐平面，故摩擦搅拌焊接作业后几乎不用精加工作业。

10 (2) 上述摩擦搅拌焊接方法由于在被连接件的对接部上，以 400mm~700mm 的间距进行定位焊接，故即使在定位状态下进行切削焊接部的凸起部分等作业，也不用担心对接部分离。

(3) 使用上述摩擦搅拌焊接方法比较简单且可以在短时间内进行，而且切削除去后的表面很漂亮。

15 (4) 用上述摩擦搅拌焊接方法熔融后的焊接材料在固化状态下V型坡口槽面的母材与焊接部的融和性好，与对面的宽V型坡口槽面相结合，可以可靠地保持被连接件的对接状态。在摩擦搅拌焊接时，由于用旋转工具使被连接件的母材与焊接部一起塑性流动，使双方的材料均匀混合而形成固相连接，故定位焊接部也可以得到与其它对接部一样牢固的连接力。

20

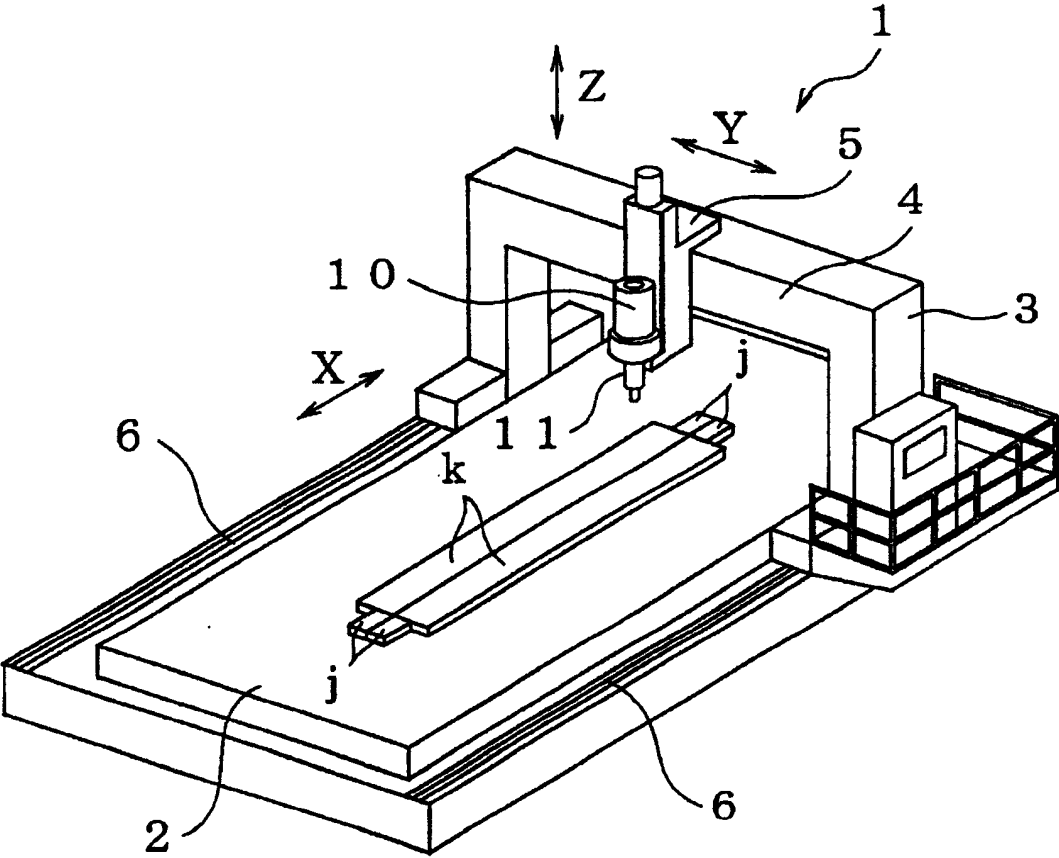


图 1

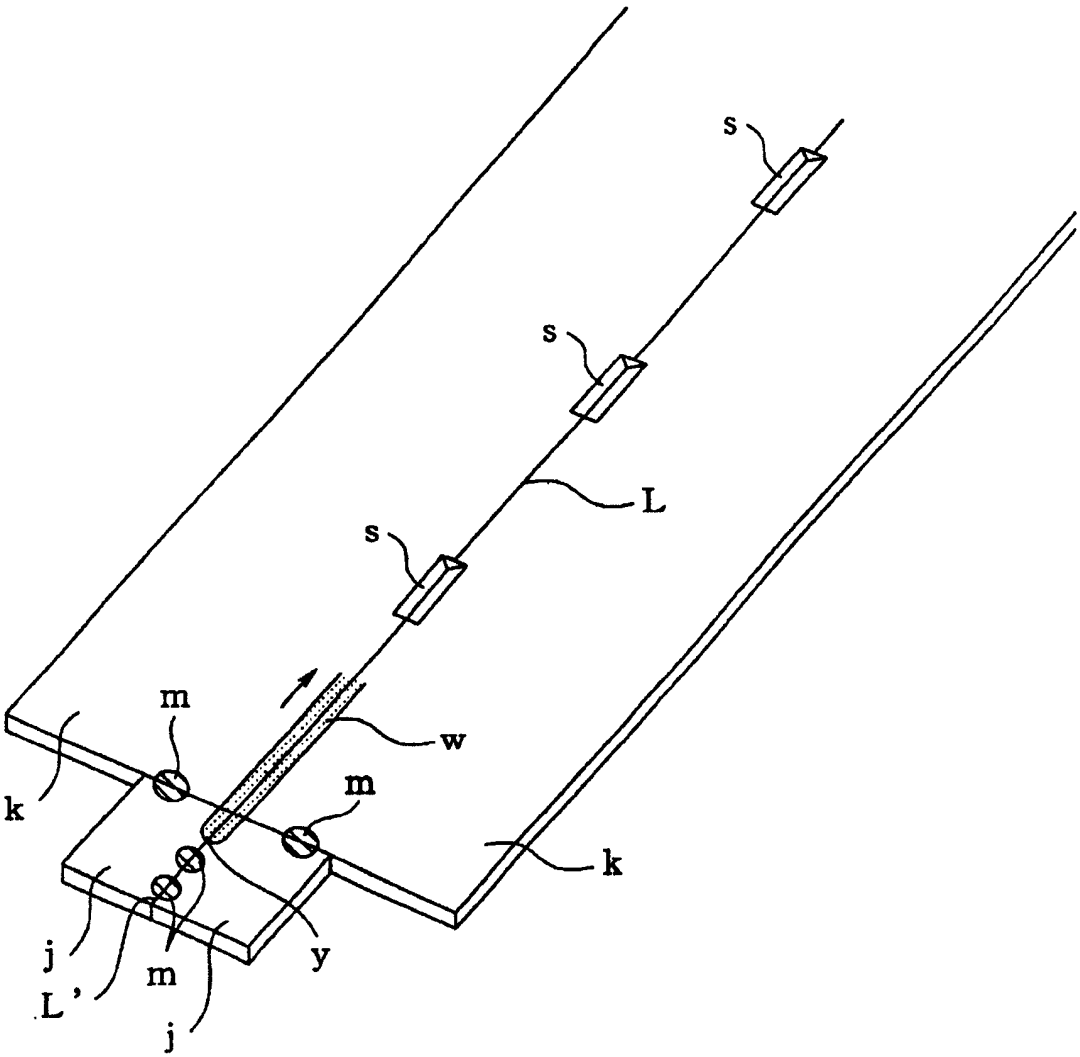


图 2

图 3A

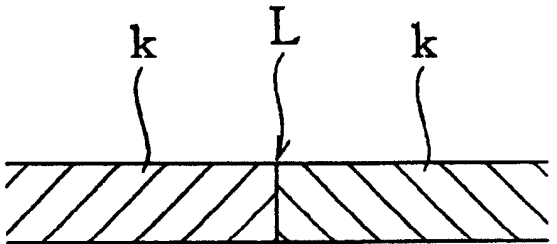


图 3B

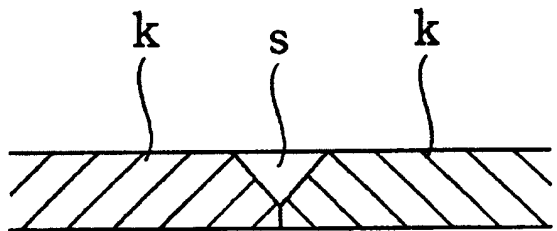


图 3C

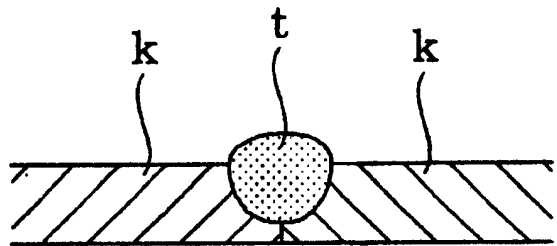


图 3D

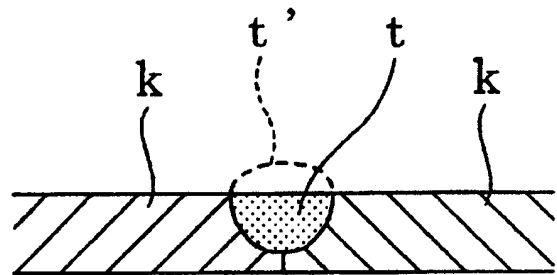
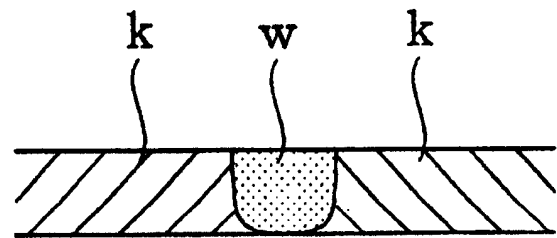


图 3E



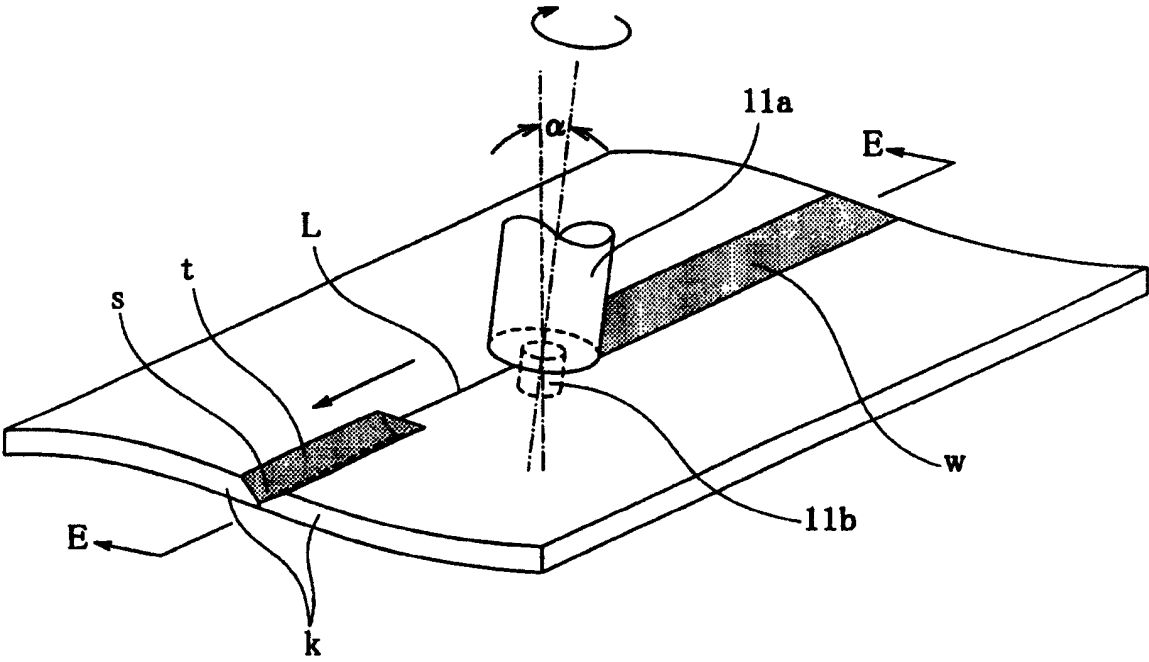


图 4

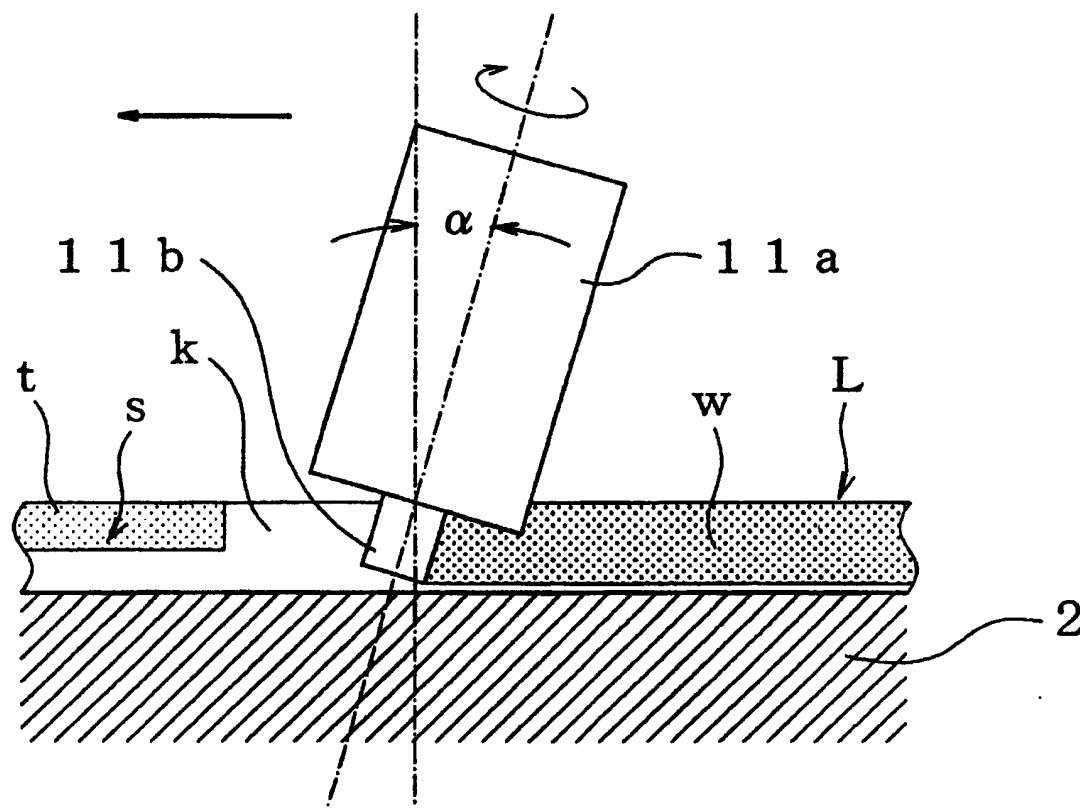


图 5