



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119384331 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 28

(21) 申请号 202380047085.6

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2023.06.16

专利代理师 夏斌

(30) 优先权数据

2022-098078 2022.06.17 JP

(51) Int.Cl.

B23K 9/095 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.13

B23K 9/00 (2006.01)

B23K 9/02 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/022494 2023.06.16

B23K 9/12 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/243728 JA 2023.12.21

(71) 申请人 日本制铁株式会社

地址 日本

(72) 发明人 松田和贵 儿玉真二 石田钦也

松叶正宽

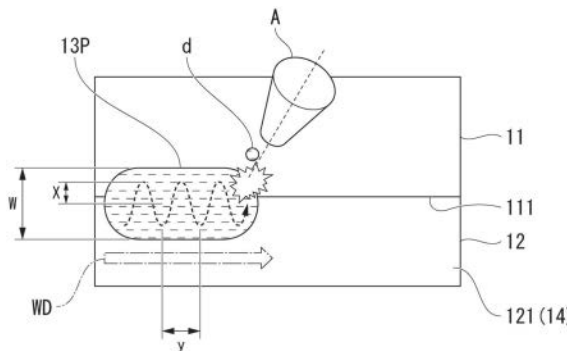
权利要求书2页 说明书17页 附图4页

(54) 发明名称

电弧焊接头的制造方法、电弧焊接头以及汽车部件

(57) 摘要

本发明涉及电弧焊接头的制造方法、电弧焊接头以及汽车部件。本发明的一个方式的电弧焊接头的制造方法包括：以第1钢板的端部配置在第2钢板的表面上的方式，在板厚方向上重叠第1钢板和第2钢板；以及对重叠的第1钢板的端部以及第2钢板的表面进行电弧焊而形成焊道，第2钢板的表面具有锌系镀层，电弧焊是使焊炬在相对于焊接方向横切的方向上周期性摆动的横摆运条电弧焊，将第2钢板的板厚 tL (mm) 以及横摆运条电弧焊中的焊炬的波形的波长 y (mm) 设为满足 $y/tL \leq 2.8$ 的值，将焊道的宽度 w (mm) 以及第2钢板的板厚 tL 设为满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的值，将横摆运条电弧焊中的从焊炬向熔池的熔滴过渡频率 D (次/秒) 以及摆动频率 f (Hz) 设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。



1. 一种电弧焊接头的制造方法,包括:
以第1钢板的端部配置在第2钢板的表面上的方式,在板厚方向上重叠上述第1钢板和上述第2钢板;以及
对所重叠的上述第1钢板的上述端部以及上述第2钢板的上述表面进行电弧焊而形成焊道,
上述第2钢板的上述表面具有锌系镀层,
上述电弧焊是使焊炬在相对于焊接方向横切的方向上周期性摆动的横摆运条电弧焊,将上述第2钢板的板厚 tL (mm) 以及上述横摆运条电弧焊中的上述焊炬的波形的波长 y (mm) 设为满足 $y/tL \leq 2.8$ 的值,
将上述焊道的宽度 w (mm) 以及上述第2钢板的上述板厚 tL 设为满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的值,
将上述横摆运条电弧焊中的从上述焊炬向熔池的熔滴过渡频率 D (次/秒) 以及摆动频率 f (Hz) 设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。
2. 根据权利要求1所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
将上述焊道的Si含量设为0.5质量%以下。
3. 根据权利要求1或2所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
将上述焊炬的波形的波长 y 以及上述第2钢板的上述板厚 tL 设为满足 $0.7 \leq y/tL$ 的值。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
上述焊道在上述板厚方向上不贯通上述第2钢板。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
在沿着上述板厚方向的截面中,使上述焊道的外缘与上述第1钢板和上述第2钢板的对接面相交。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
上述摆动频率 f 小于10Hz。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的电弧焊接头的制造方法,其特征在于,
上述电弧焊是金属活性气体保护焊接。
8. 一种电弧焊接头,具备:
第1钢板部;
第2钢板部,在板厚方向上与上述第1钢板部重叠;以及
焊道,将配置在上述第2钢板部的表面上的上述第1钢板部的端部与上述第2钢板部的上述表面接合,
在上述第2钢板部的上述表面中的未设置上述焊道的区域中存在锌系镀层,
上述焊道的宽度 w 以及上述第2钢板部的板厚 tL 满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$,
上述焊道的稳定部的气孔缺陷率小于10%。
9. 根据权利要求8所述的电弧焊接头,其特征在于,
上述焊道的Si含量为0.5质量%以下。
10. 根据权利要求8或9所述的电弧焊接头,其特征在于,
在上述焊道的稳定部中,上述第2钢板部侧的焊趾具有波状形状,
上述焊趾的波长 Y 以及上述第2钢板部的板厚 tL 满足 $0.7 \leq Y/tL \leq 2.8$ 。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的电弧焊接头,其特征在于,上述焊道在上述板厚方向上不贯通上述第2钢板部。
12. 根据权利要求8至11中任一项所述的电弧焊接头,其特征在于,在沿着上述板厚方向的截面中,上述焊道的外缘与上述第1钢板部和上述第2钢板部的对接面相交。
13. 一种汽车部件,其中,具备权利要求8至12中任一项所述的电弧焊接头。

电弧焊接头的制造方法、电弧焊接头以及汽车部件

技术领域

[0001] 本发明涉及电弧焊接头的制造方法、电弧焊接头以及汽车部件。

[0002] 本申请基于2022年6月17日向日本提交的特愿2022-098078号并主张优先权,将其内容援用于此。

背景技术

[0003] 行走部件等汽车部件的材料主要是热轧薄钢板。热轧薄钢板的接合通过电弧焊来进行的情况较多。

[0004] 近年来,随着构成汽车部件的钢板的高强度薄壁化,对焊接接头要求的耐蚀性的水准也提高。因此,在汽车部件中,将耐蚀性优异的镀锌系钢板用作为材料的需求正在提高。

[0005] 已知在对镀锌系钢板进行电弧焊的情况下,在焊道内容易产生被称作气孔缺陷的空隙。如图3所示,在通常的电弧焊时,熔点以及沸点比铁低的锌系镀层14蒸发,成为锌蒸气14v。如果在锌蒸气14v停留在熔池13P内的状态下熔池13P凝固,则焊道13产生气孔缺陷pd。另外,熔池13P是指在焊接中通过电弧等的热而形成的熔融金属的积存部。

[0006] 在图6中示出产生了气孔缺陷的以往的电弧焊接头的X射线图像的一例。在图6的图像所示的电弧焊接头中,在亮色所显示的焊道13的内部包含大量暗色所示的气孔缺陷pd。

[0007] 如果产生大量气孔缺陷,则钢板的接合面积减少,由此接头强度降低。此外,气孔缺陷产生使电沉积涂装性降低的凹坑。凹坑是指到达焊道的表面并开口的气孔。凹坑使焊道的表面产生凹凸,可能导致电沉积涂装缺陷。即使气孔缺陷为少量,也会产生电沉积涂装性降低。

[0008] 根据以上理由,期望抑制对镀锌系钢板进行电弧焊而得到的焊接接头产生气孔缺陷的技术。

[0009] 在专利文献1中公开了一种使用了镀锌钢板或者底漆涂装钢板的角焊缝接头的TIG焊接方法,其特征在于,使用以频率10Hz以上且振幅3mm以上摆动的TIG电弧,采用包括使两个母材的构成搭接接头的母材面熔融但接头角部不熔融的电弧电流值和焊接速度的焊接条件,并且一边将添加焊丝从焊接进行方向沿着母材角部朝向熔池进给而形成熔敷金属一边通过焊丝和母材在接头角部形成空隙,一边使在熔池底部附近的接头角部附近的母材表面产生的锌蒸气从上述空隙向外部释放一边进行焊接。根据该焊接方法,通过始终保持容易将来自镀锌钢板或者底漆涂装钢板的所密接的母材重叠部的与熔池邻接的热影响部区域的锌蒸气或者底漆成分的蒸气排出到外部空气的路径并进行焊接,由此能够不形成气孔、凹坑地进行焊接。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1:日本特开2003-53544号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 但是,在专利文献1所公开的技术中,需要使接头角部不熔融。因此,根据专利文献1的技术,难以确保焊道的焊透深度。此外,在专利文献1所公开的技术中,必须使焊接方法为钨极惰性气体保护(Tungsten Inert Gas:TIG)焊接。钨极惰性气体保护(Tungsten Inert Gas:TIG)焊接是将非消耗的钨用作为电极而产生电弧并将焊丝等填充材料投入到电弧中的电弧焊。无法将专利文献1所公开的技术应用于埋弧焊接等消耗电极式电弧焊。为了在各种部件中抑制气孔缺陷的产生,需要不限于钨极惰性气体保护(Tungsten Inert Gas:TIG)焊接,而能够应用于各种电弧焊的技术。

[0015] 本发明的课题在于提供能够在镀锌系钢板的焊接中抑制气孔缺陷的电弧焊接头的制造方法、由镀锌系钢板构成且抑制了气孔缺陷的电弧焊接头以及汽车部件。

[0016] 用于解决课题的手段

[0017] 本发明的主旨如以下那样。

[0018] (1)本发明的一个方式的电弧焊接头的制造方法包括:以第1钢板的端部配置在第2钢板的表面上的方式,在板厚方向上重叠上述第1钢板和上述第2钢板;;以及对所重叠的上述第1钢板的上述端部以及上述第2钢板的上述表面进行电弧焊而形成焊道,上述第2钢板的上述表面具有锌系镀层,上述电弧焊是使焊炬在相对于焊接方向横切的方向上周期性摆动的横摆运条电弧焊,将上述第2钢板的板厚 t_L (mm)以及上述横摆运条电弧焊中的上述焊炬的波形的波长 y (mm)设为满足 $y/t_L \leq 2.8$ 的值,将上述焊道的宽度 w (mm)以及上述第2钢板的上述板厚 t_L 设为满足 $3.3 \leq w/t_L \leq 7.0$ 的值,将上述横摆运条电弧焊中的从上述焊炬向熔池的熔滴过渡频率 D (次/秒)以及摆动频率 f (Hz)设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。

[0019] (2)优选为,在上述(1)所记载的电弧焊接头的制造方法中,将上述焊道的Si含量设为0.5质量%以下。

[0020] (3)优选为,在上述(1)或者上述(2)所记载的电弧焊接头的制造方法中,将上述焊炬的波形的波长 y 以及上述第2钢板的上述板厚 t_L 设为满足 $0.7 \leq y/t_L$ 的值。

[0021] (4)优选为,在上述(1)至上述(3)任一项所记载的电弧焊接头的制造方法中,上述焊道在上述板厚方向上不贯通上述第2钢板。

[0022] (5)优选为,在上述(1)至上述(4)任一项所记载的电弧焊接头的制造方法中,在沿着上述板厚方向的截面中,使上述焊道的外缘与上述第1钢板和上述第2钢板的对接面相交。

[0023] (6)优选为,在上述(1)至上述(5)任一项所记载的电弧焊接头的制造方法中,上述摆动频率 f 小于10Hz。

[0024] (7)优选为,在上述(1)至上述(6)任一项所记载的电弧焊接头的制造方法中,上述电弧焊是金属活性气体保护(Metal Active Gas:MAG)焊接。

[0025] (8)本发明的另一方式的电弧焊接头具备:第1钢板部;第2钢板部,在板厚方向上与上述第1钢板部重叠;以及焊道,将配置在上述第2钢板部的表面上的上述第1钢板部的端部与上述第2钢板部的上述表面接合,在上述第2钢板部的上述表面中的未设置上述焊道的区域中存在锌系镀层,上述焊道的宽度 w 以及上述第2钢板部的板厚 t_L 满足 $3.3 \leq w/t_L \leq 7.0$,上述焊道的稳定部的气孔缺陷率小于10%。

[0026] (9) 优选为,在上述(8)所记载的电弧焊接头中,上述焊道的Si含量为0.5质量%以下。

[0027] (10) 优选为,在上述(8)或者上述(9)所记载的电弧焊接头中,在上述焊道的稳定部中,上述第2钢板部的侧的焊趾具有波状形状,上述焊趾的波长Y以及上述第2钢板部的板厚tL满足 $0.7 \leq Y/tL \leq 2.8$ 。

[0028] (11) 优选为,在上述(8)至上述(10)任一项所记载的电弧焊接头中,上述焊道在上述板厚方向上不贯通上述第2钢板部。

[0029] (12) 优选为,在上述(8)至上述(11)任一项所记载的电弧焊接头中,在沿着上述板厚方向的截面中,上述焊道的外缘与上述第1钢板部和上述第2钢板部的对接面相交。

[0030] (13) 本发明的另一方式的汽车部件,具备上述(8)至上述(12)任一项所记载的电弧焊接头。

[0031] 发明效果

[0032] 根据本发明,能够提供能够在镀锌系钢板的焊接中抑制气孔缺陷的电弧焊接头的制造方法、以及由镀锌系钢板构成且抑制了气孔缺陷的电弧焊接头。

附图说明

[0033] 图1是俯视中的本实施方式的电弧焊接头的制造方法的概念图。

[0034] 图2是与焊接方向垂直的截面中的本实施方式的电弧焊接头的制造方法的概念图。

[0035] 图3是在焊道内产生了气孔缺陷的电弧焊接头的截面图。

[0036] 图4是本实施方式的电弧焊接头的一例的俯视图。

[0037] 图5是本实施方式的电弧焊接头的一例的X射线图像。

[0038] 图6是包含气孔缺陷的以往的电弧焊接头的一例的X射线图像。

[0039] 图7是稳定部的焊趾具有波状形状的焊道的一例的俯视图。

[0040] 图8A是在根部R附近具有空隙的电弧焊接头的一例的截面图。

[0041] 图8B是焊道的外缘与第1钢板部和第2钢板部的对接面交叉的电弧焊接头的一例的截面图。

具体实施方式

[0042] 例如,如图1以及图2所示,本发明的一个方式的电弧焊接头1的制造方法包括:以使第1钢板11的端部配置在第2钢板12的表面上方式,将第1钢板11和第2钢板12在板厚方向上重叠;以及对重叠的第1钢板11的端部111以及第2钢板12的表面121进行电弧焊而形成焊道13,第2钢板12的表面121具有锌系镀层14,电弧焊是使焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动的横摆运条电弧焊,将第2钢板12的板厚tL(mm)以及横摆运条电弧焊中的焊炬A的波形的波长y(mm)设为满足 $y/tL \leq 2.8$ 的值,将焊道13的宽度w(mm)以及第2钢板12的板厚tL设为满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的值,将横摆运条电弧焊中的从焊炬A向熔池13P的熔滴过渡频率D(次/秒)以及摆动频率f(Hz)设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。或者,本发明的一个方式的电弧焊接头的制造方法为,包括对重叠的第1钢板的端面以及第2钢板的表面进行电弧焊而形成焊道的工序,第2钢板的被电弧焊的表面具有锌系镀层,使电弧焊为横摆运条电弧

焊,将第2钢板的板厚 tL (mm)以及横摆运条电弧焊中的焊炬A的波形的波长 y (mm)设为满足 $y/tL \leq 2.8$ 的值,将焊道的宽度 w (mm)以及第2钢板的板厚 tL 设为满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的值,将横摆运条电弧焊中的从焊炬向熔池的熔滴过渡频率 D (次/秒)以及摆动频率 f (Hz)设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。以下,对该制造方法进行详细说明。另外,以下所示的电弧焊接头的制造方法中的用语的定义也适用于电弧焊接头中的用语。

[0043] 本发明人对使通过镀锌系钢板的电弧焊而得到的焊道13中的气孔缺陷 pd 减少的方法进行了深入研究。然后,本发明人发现通过如下进行能够使气孔缺陷 pd 的量急剧减少:

[0044] (1) 在规定条件下进行使焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动的横摆运条电弧焊,并且

[0045] (2) 将电弧焊时的从焊炬A到熔池13P的熔滴过渡频率 D 控制在规定的范围内。

[0046] 横摆运条法是指一边使电弧焊用的焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动一边形成焊道13的焊接技术。焊接方向WD是指通过焊接而得到的焊道13的延伸方向。横摆运条电弧焊是指按照横摆运条法进行的电弧焊。典型的横摆运条电弧焊的轨迹的一例是正弦波。在该情况下,沿着焊接方向WD的焊炬的移动速度是恒定的,且焊炬沿着与WD垂直的方向进行简谐振动。另一方面,通过使焊炬沿着焊接方向WD的速度以及沿着与WD垂直的方向的速度周期性变动,能够形成各种轨迹。

[0047] 一般情况下,通过使焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动的横摆运条法得到的横摆运条焊道,存在具有比通常的焊道宽的宽度的倾向。例如,横摆运条焊道为,焊透宽度相对于焊透深度的比例大于通常的焊道的情况较多。因而,对镀锌系钢板进行横摆运条电弧焊时被取入到熔池13P的锌系镀层14的量比通常的电弧焊大。因此,从抑制因锌系镀层14而引起的气孔缺陷 pd 的观点出发,以往认为横摆运条电弧焊不优选。在专利文献1所公开的焊接方法中,虽然使钨极惰性气体保护(Tungsten Inert Gas:TIG)电弧摆动,但与此同时通过在角部设置空隙来使锌蒸气从熔融金属排出。

[0048] 但是,本发明人发现,通过(1) 在规定条件下进行横摆运条电弧焊、且(2) 提高从焊炬A向熔池13P的熔滴过渡频率 D ,能够使气孔缺陷 pd 的量急剧减少。熔滴过渡频率 D 是指,熔滴 d 横切电弧产生部而从焊丝AW的前端朝向熔池13P过渡的现象的产生频率。熔滴 d 是指焊丝AW通过电弧等的热熔化而形成的熔融金属的粒滴。推测为,由于熔滴 d 频繁地落落到熔融金属,因此熔池13P的熔融金属被搅拌,进一步促进了锌蒸气14v从熔池13P排出。

[0049] 此外,本发明人发现,虽然为了搅拌熔池13P而需要横向摆动,但横摆运条电弧焊时的摆动频率过大是不优选的。因此,(3) 需要使熔滴过渡频率 D 和横摆运条电弧焊中的摆动频率 f 满足 $D/f \geq 25$ 。另外,焊炬A的摆动频率 f 是指使焊炬A周期性摆动的情况下的1个周期的长度(秒)的倒数。

[0050] 规定 D/f 的理由如下所述。为了促进锌蒸气从熔池排出,需要剧烈搅拌熔池。此时,需要组合使用了熔滴 d 的熔融金属的搅拌与横摆运条电弧焊。虽然认为熔滴过渡频率 D 的增加有助于锌蒸气的排出,但根据本发明人的研究,即便使熔滴过渡频率 D 增加,不进行横向摆动情况下的气孔缺陷率也不会充分降低。

[0051] 另一方面,在进行满足 $D/f \geq 25$ 的焊接时,气孔缺陷率减少。可以认为其原因在于,通过进行横摆运条焊接,熔滴 d 过渡到熔池13P的各种部位,熔池13P的搅拌变得更加剧烈。即,如图1所示,可以认为,需要使焊炬A的轨迹不是直线状,而是进行横摆运条焊接来描绘

不为直线状的轨迹、例如正弦波形状,由此使熔滴d均匀地过渡到熔池13P整体。换言之,不仅使熔滴d向焊接方向过渡,还使熔滴d向横切焊接方向的方向过渡。由此,不仅在熔池13P的焊接方向上进行搅拌,还在宽度方向上进行搅拌,能够有效地降低气孔缺陷率。

[0052] 但是,在相对于熔滴过渡频率D来说摆动频率f较大而不满足 $D/f \geq 25$ 的情况下,气孔缺陷率无法充分减少。可以认为这表示,如果熔滴d的过渡没有以沿着横摆运条焊接时的焊炬A的横摆运条轨迹的方式连续进行一定程度以上,即如果熔滴d没有过度隔开间隔地过渡,则无法充分地进行熔池13P的搅拌。上述式子的含义为,在焊炬A摆动的每1个周期中过渡的熔滴d的数量为25粒以上。进而,如果摆动频率f过大,则电弧焊有时会变得不稳定。根据以上的理由,为了降低电弧焊接头1的气孔缺陷率,也需要满足 $D/f \geq 25$ 。

[0053] 以下,对基于以上的技术思想而得到的本实施方式的电弧焊接头1的制造方法进行详细说明。

[0054] 在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中,首先,以使第1钢板11的端部111配置在第2钢板12的表面121上的方式,在板厚方向上重叠第1钢板11和第2钢板12。接着,对第1钢板11的端部111和第2钢板12的表面121进行电弧焊而形成焊道13。在电弧焊时,第1钢板11以及第2钢板12被重叠。此外,焊道13形成成为将第1钢板11的端部111与第2钢板12的表面121接合。因而,通过本实施方式的制造方法得到的电弧焊接头1是所谓的搭接角焊缝接头。

[0055] 另外,“钢板”是不仅包括板状部件、还包括具有立体形状的部件的板状部的概念。例如,帽型部件的凸缘部也被视为本实施方式的钢板。

[0056] 第1钢板11和第2钢板12中的至少第2钢板12的与第1钢板11重叠的表面121(即,被电弧焊的表面121)具有锌系镀层14。由此,电弧焊接头1的耐蚀性提高。更优选为,第2钢板12的两面具有锌系镀层14。进一步优选为,第1钢板11的一方或者双方的表面也具有锌系镀层14。另外,锌系镀层14是指以锌为主、根据情况不同进一步由Si、Al、Mg、Fe等元素构成的组成的镀层。“锌系镀层具有以锌为主的组成”是指,锌系镀层中含有最多的元素是锌。或者,“锌系镀层具有以锌为主的组成”是指,锌系镀层中的Zn含量为50质量%以上。

[0057] 镀敷工艺包括电镀、热浸镀,也有时在镀敷后通过进行热处理而使钢板与镀层合金化。上述锌系镀层14的例子均具有替代防腐效果。锌系镀层14的成分通过如下方法测定。首先,使用含有抑制钢材腐蚀的抑制剂的酸而得到使镀层剥离以及溶解的酸液。接着,对所得到的酸液进行ICP分析。由此,能够确定锌系镀层14的成分。关于酸种类,只要是能够溶解锌系镀层14的酸则没有特别限制。另外,通过上述方法测定出的成分是镀层整体的平均成分。

[0058] 由于在第2钢板12的被电弧焊的表面121配置有锌系镀层14,所以在通过电弧焊而形成的熔池13P中混入较多的锌。与铁相比,锌的熔点以及沸点较低,因此在电弧焊时,熔池13P中的锌蒸发,成为锌蒸气14v。如果在锌蒸气14v停留在熔池13P内的状态下熔池13P凝固,则使焊道13产生气孔缺陷pd。另外,熔池13P是指在焊接中通过电弧等的热而形成的熔融金属的积存部。为了解决该问题,在本实施方式的电弧焊接头1中,横摆运条条件以及熔滴过渡频率D如以下说明的那样规定。

[0059] (1.横摆运条条件)

[0060] 电弧焊为横摆运条电弧焊。在横摆运条电弧焊中,使焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动。横摆运条电弧焊以满足以下的1式以及2式的方式实施。

[0061] 【数式1】

$$[0062] \quad \frac{y}{t_L} = \frac{50v}{3ft_L} \leq 2.8 \quad (1式)$$

[0063] $3.3 \leq w/t_L \leq 7.0$ (2式)

[0064] 此处,上述式中包含的符号的定义如下所述。

[0065] y :横摆运条电弧焊中的焊炬A的波形(即,通过焊炬A的周期性的摆动而形成的轨迹)的波长(mm)

[0066] 换言之, y 是周期性摆动的焊炬A在每1个周期中沿着焊接方向WD前进的距离

[0067] t_L :第2钢板12的板厚(mm)

[0068] v :沿着焊接方向WD的焊炬A的移动速度(m/min)

[0069] f :焊炬A的摆动频率(Hz)

[0070] w :焊道13的宽度(mm)

[0071] 另外,1式中包含的系数“50/3”(即“1000/60”)是用于使焊炬移动速度 v 的单位“m/min”、摆动频率 f 的单位“Hz”(即“sec⁻¹”)、以及波形的波长 y 的单位“mm”匹配的值。

[0072] 对与这些符号对应的值更详细地进行说明,则如下所述。

[0073] 如上所述,在横摆运条电弧焊中,一边使电弧焊用的焊炬A在相对于焊接方向WD横切的方向上周期性摆动,一边形成焊道13。在使焊炬A周期性摆动的横摆运条电弧焊中,焊炬A的波形的波长 y 是指,沿着焊接方向WD的横摆运条电弧焊的1个周期期间的焊炬A的移动距离。在图1中示出了波形的波长 y 的例子。波形的波长 y 是沿着焊接方向WD测定的移动距离。沿着焊炬的轨迹(图1所示的虚线)的焊炬的移动距离与焊炬的波形的波长 y 是不同的概念。

[0074] 沿着焊接方向WD的焊炬A的移动速度 v 是将沿着焊接方向WD的焊炬A的移动距离除以移动所需的时间而得到的值。相对于焊接方向WD为横向的移动速度不包含在 v 中。

[0075] 焊炬A的摆动频率 f 是使焊炬A周期性摆动的情况下的1个周期的长度(秒)的倒数。

[0076] 焊道13的宽度 w 是指沿着焊接方向WD、即与焊道13的延伸方向垂直的方向测定的焊道13的长度(宽度)。

[0077] 第2钢板12的板厚 t_L 是指焊接部及其附近的第2钢板的板厚 t_L 。在第2钢板的板厚 t_L 不均匀的情况下,将焊接部及其附近的第2钢板的板厚视为 t_L 。对于板厚,将在与焊道的延伸方向垂直的方向上从焊道的焊趾起10mm的范围内、在至少两处测定的平均值视为第2钢板12的板厚 t_L 。板厚的测定方法除了通过千分尺、游标卡尺等进行测定之外,还可以通过显微镜观察切断后采集的截面来进行测定。

[0078] 如1式所示,焊炬A的波形的波长 y 是焊炬A的移动速度 v 以及焊炬A的摆动频率 f 的函数。并且,本发明人根据第2钢板12的板厚 t_L 而确定了焊炬A的波形的波长 y 的上限值。第2钢板12(相当于搭接角焊缝接头中的所谓“下板”)的板厚越大,电弧焊中所需的输入热量越大。在一般的电弧焊中设定能够确保下板的板厚1/2左右的焊透深度的程度的输入热量。下板的板厚 t_L 越大,所需的输入热量越大,锌蒸气14v的产生量也越多。因而,在决定用于抑制锌蒸气14v的波形的波长 y 时,也考虑下板的厚度 t_L 。

[0079] 如果 y/t_L 超过2.8,则在锌蒸气14v被排出到熔池13P外之前熔池13P凝固而在焊道

13产生气孔缺陷pd的可能性较高。因而,将 y/tL 设为2.8以下。 y/tL 优选为2.6以下、2.4以下或者2.0以下。

[0080] y 的下限值没有特别限定。从促进锌蒸气14v从熔池13P排出而使焊道13的气孔缺陷pd减少的观点出发, y 越小越优选。但是, y 越小,焊炬A的移动速度 v 越慢,焊接效率越降低。此外, y 越小,焊炬A的摆动频率 f 越大,电弧焊有时会变得不稳定。而且,通过增大焊炬A的波形的波长 y ,由此使焊道13形成波形,因此能够得到后述的疲劳强度提高效果。从确保焊接效率以及焊接稳定性的观点出发,也可以将 y/tL 设为0.7以上。

[0081] 另外,横摆运条电弧焊时的焊炬A的波形的波长 y 与形成于焊道13的稳定部131的焊趾1311的波形的波长一致的情况较多。但是,也有时难以确定焊道13的稳定部131的焊趾1311的波形的波长。在该情况下,基于焊道13的分析,难以确定焊炬A的波形的波长 y 。尤其是,在焊炬A的波形的波长 y 较短、焊道13的稳定部131的焊趾1311未成为波状形状的情况下,焊炬A的波形的直接痕迹不会残留在焊道13上。

[0082] 此外,如2式所示,焊道13的宽度 w 的上下限值根据第2钢板12的板厚 tL 确定。在 w/tL 过小的情况下,熔池13P未被充分搅拌。另一方面,在 w/tL 过大的情况下,在熔池13P被搅拌之前熔池13P便凝固。无论在哪种情况下,都无法从熔池13P充分地排出锌蒸气14v。因而,将 w/tL 设为3.3以上且7.0以下。也可以将 w/tL 设为3.5以上、4.0以上或者4.5以上。也可以将 w/tL 设为6.5以下、6.0以下或者5.5以下。

[0083] 另外,焊道13的宽度 w (mm)与焊炬A的摆动振幅 x (mm)之间具有良好的相关性。如图1所示,使电弧焊用的焊炬A相对于焊接方向WD在横向上周期性移动的横摆运条电弧焊中的焊炬A的摆动振幅 x ,是1个周期期间的焊炬A的移动范围的宽度的一半的值。“宽度”是指沿着与焊接方向WD垂直的方向测定的宽度。此外,焊道13的宽度 w 除了受到焊炬A的摆动振幅 x 的影响之外,还受到电流值、电压值、焊接速度(即沿着焊接方向WD的焊炬A的移动速度 v)以及熔池13P的成分的影响。通过适当控制这些事项,能够制造出具有接近目标值的宽度的焊道13。

[0084] (2. 熔滴过渡频率)

[0085] 在电弧焊中,还需要将从焊炬A向熔池13P的熔滴过渡频率 D (次/秒)以及摆动频率 f 设为满足 $D/f \geq 25$ 的值。滴落到熔池13P的熔滴 d 具有对熔池13P进行搅拌而进一步促进锌蒸气14v从熔池13P排出的效果。但是,在 D/f 小于25的情况下,无法充分地得到该效果。因此,将 D/f 设为25以上。也可以将 D/f 设为27以上、30以上或者35以上。 D/f 的上限值没有特别限定,例如也可以设为55以下、50以下或者48以下。

[0086] 通过将电弧焊设为脉冲电弧焊,能够控制熔滴过渡频率 D 。脉冲电弧焊是指,使电流周期性增减,使电流波形为脉冲状而进行的电弧焊。脉冲频率与熔滴过渡频率 D 之间具有相关性,一般情况下,脉冲频率越增大,熔滴过渡频率 D 也越增大。此外,熔滴过渡频率 D 还受到焊丝AW的进给速度、保护气体组成以及电流值的若干影响。通过一边适当地变更这些焊接条件一边测定熔滴过渡频率 D ,能够确定用于得到所希望的熔滴过渡频率 D 的焊接条件。

[0087] 通过使用高速摄像机观察熔池13P,能够测定出熔滴过渡频率 D 。但是,在熔池13P凝固之后,在焊道13上不会残留熔滴过渡频率 D 的直接痕迹。因而,需要在电弧焊过程中测定熔滴过渡频率 D 。但是,不需要在电弧焊过程中始终测定熔滴过渡频率 D 。如果上述的对熔滴过渡频率 D 产生影响的焊接条件恒定,则熔滴过渡频率 D 也实质上恒定。因此,在预先确认

了能够实现规定的熔滴过渡频率D的条件下进行的横摆运条电弧焊中,视为熔滴过渡频率D被设为该规定的值。

[0088] (焊道13的Si含量)

[0089] 在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中,进一步优选将焊道13的Si含量设为0.5质量%以下。本发明人发现,通过使熔池13P的Si含量降低,由此熔池13P凝固而形成的焊道13中包含的气孔缺陷pd进一步减少。虽然目前还不清楚其原因,但推测是因为如果熔池13P的Si含量降低,则熔池13P的粘度降低,进一步促进锌蒸气14v从熔池13P排出。在电弧焊后得到的焊道13的Si含量为0.5质量%以下的情况下,该效果显著呈现。也可以将焊道13的Si含量设为0.4质量%以下、0.3质量%以下或者0.2质量%以下。

[0090] 通过切削焊道13的顶点附近,并利用ICP等公知的分析方法来测定切粉的成分,由此能够确定焊道13的Si含量。焊道13的Si含量受到第1钢板11及第2钢板12的Si含量、焊丝的Si含量以及母材成分与焊丝成分的混合率等的影响。因而,通过选择适合于成为焊接对象的钢板的成分的焊丝成分以及母材成分与焊丝成分的混合率,能够控制焊道13的Si含量。

[0091] (焊炬的波形的波长y的优选下限值)

[0092] 在横摆运条电弧焊时的焊炬A的波形的波长y较大的情况下,焊道13的稳定部131的焊趾1311具有反映了焊炬A的横摆运条的波状形状。焊趾1311是指母材的表面与焊道13的表面相交的线。另一方面,在焊炬A的波形的波长y较小的情况下,在焊趾1311处确认不到波状形状。在通常的横摆运条电弧焊中,从调整焊道13的形状而提高美观的观点出发,通过减小波长y而不在焊趾1311设置波状形状的情况较多。但是,本发明人发现,通过使第2钢板12侧的焊趾1311的形状成为波状,电弧焊接头1的疲劳强度提高。本发明人推测其原因在于,通过使焊趾1311的形状成为波状,对焊道13施加的应力被良好地分散。

[0093] (熔透的防止)

[0094] 电弧焊中的输入热量越高,熔池13P越深。由此,有时熔池13P贯通第2钢板12而焊道13在第2钢板12的背面侧露出。该现象一般被称作“熔透”。如果产生熔透,则构成熔池13P的熔融金属滴落,因此,焊接作业性受损。此外,在第2钢板12的双方的表面具有锌系镀层14的情况下,由于熔透而第2钢板12的背面侧的锌系镀层14混入到熔池13P中。由此,锌蒸气14v的量增大,气孔缺陷pd增大。

[0095] 因而,在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中优选为,焊道13不在板厚方向上贯通第2钢板12。即,在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中优选为,在电弧焊中不使第2钢板12中的与被电弧焊的表面121相反侧的表面熔融。换言之,优选为,在电弧焊中将第2钢板12的背面维持为固体状态。由此,能够使气孔缺陷pd的量进一步减少。通过使电弧焊时的输入热量减少而降低焊道13的焊透深度,由此能够防止熔透。

[0096] (焊透深度的确保)

[0097] 另一方面,从稳定地确保电弧焊接头1的接合强度的观点出发,优选增大焊道13的焊透深度。例如,在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中优选为,在沿着板厚方向的截面中,使焊道13的外缘与第1钢板和第2钢板的对接面相交。即,在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中,如图2所示,也可以在电弧焊中使根部R熔融而使焊道成长到第1钢板和第2钢板的对接面。

[0098] 根部R是指被进行焊接的底的部分,具体而言,是指第1钢板11的端面与第2钢板12的被电弧焊的表面121相交的部位。焊道13的外缘是指焊道13的表面以及熔融边界(焊道13与母材的边界)。通过对电弧焊接头1的截面进行蚀刻,能够容易地视觉辨认熔融边界。

[0099] 在焊透深度较浅而熔池13P未到达根部R的情况下,如图8A中例示的那样,在根部R附近、即接头角落部形成空隙C。另一方面,通过将熔池13P形成成为达到根部R,由此能够使焊道13的焊透深度增大,如图8B中例示的那样使接头角落部成为实心,能够稳定地确保电弧焊接头1的接合强度。

[0100] (摆动频率f)

[0101] 在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中优选为,横摆运条电弧焊的摆动频率f小于10Hz。通过使摆动频率f小于10Hz,能够进一步提高电弧焊的稳定性。也可以将摆动频率f设为9Hz以下、8Hz以下或者7Hz以下。

[0102] (电弧焊的种类)

[0103] 电弧焊优选为金属活性气体(Metal Active Gas:MAG)焊接。电弧焊中的专利文献1中记载的钨极惰性气体保护(Tungsten Inert Gas:TIG)焊接、等离子电弧焊是非消耗电极式焊接,因此无法实现组合了横摆运条和熔滴过渡的熔池的搅拌。金属惰性气体(Metal Inert Gas:MIG)焊接与金属活性气体(Metal Active Gas:MAG)焊接不同,保护气体使用以氩或氦为主的非活性气体,但气体较昂贵。此外,由于电弧有扩展的倾向,所以有时无法得到充分的焊透。另一方面,金属活性气体(Metal Active Gas:MAG)焊接没有这些缺点。

[0104] 接着,对本发明的其他方式的电弧焊接头1进行说明。本实施方式的电弧焊接头1具备:第1钢板部21;第2钢板部22,在板厚方向上与第1钢板部21重叠;以及焊道13,将配置在第2钢板部22的表面121上的第1钢板部21的端部与第2钢板部22的表面121接合,在第2钢板部22的表面121中的未设置焊道13的区域中存在锌系镀层14,焊道13的宽度w以及第2钢板部22的板厚tL满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$,焊道13的稳定部131的气孔缺陷率小于10%。即,本实施方式的电弧焊接头具备:第1钢板;第2钢板,与第1钢板重叠;以及焊道,沿着第1钢板的端部呈线状延伸,将第1钢板的端部与第2钢板的表面接合,第2钢板在设置有焊道的表面上具有锌系镀层,焊道的宽度w以及第2钢板的板厚tL满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$,焊道的稳定部的气孔缺陷率小于10%。以下,对本实施方式的电弧焊接头1的各构成要素进行详细说明。

[0105] 本实施方式的电弧焊接头1具有第1钢板部21、以及与第1钢板部21重叠的第2钢板部22。第1钢板部21是焊接后的第1钢板11。第2钢板部22是焊接后的第2钢板12。为了区分焊接前的物体与焊接后的物体,在本实施方式中,将作为焊接接头的构成要素的钢板称作“钢板部”,将作为焊接接头的原材料的钢板称作“钢板”。

[0106] 另外,与上述“钢板”相同,“钢部件”也是不仅包括板状部件、还包括具有立体形状的部件的板状部的概念。例如,帽型部件的凸缘部也被视为本实施方式的钢部件。也能够将上述的第1钢板11以及第2钢板12的其他优选方式应用于第1钢板部21以及第2钢板部22。

[0107] 并且,本实施方式的电弧焊接头1具有焊道13,该焊道13将配置在第2钢板部22的表面121上的第1钢板部21的端部与第2钢板部22的表面121接合。焊道沿着第1钢板部21的端部将第1钢板部21的端部与第2钢板部22的表面121接合。因而,本实施方式的电弧焊接头1是所谓的搭接角焊缝接头。

[0108] 在第2钢板部22的表面121上存在锌系镀层14。即,在第1钢板部21以及第2钢板部

22中的至少第2钢板部22的配置有焊道13的表面121的一部分或者全部具有锌系镀层14。由此,电弧焊接头1的耐蚀性提高。但是,在未设置焊道13的区域中不存在锌系镀层14。即,锌系镀层14处于第2钢板部22的表面中的未设置焊道13的区域中。更优选为,在第2钢板部22的两面具有锌系镀层14。进一步优选为,第1钢板部21的一方或者双方的表面也具有锌系镀层14。

[0109] (焊道的宽度 w 以及气孔缺陷率)

[0110] 在本实施方式的电弧焊接头1中,焊道13的宽度 w 以及第2钢板部22的板厚 tL 满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$,且焊道13的稳定部131的气孔缺陷率小于10%。这样的焊道13例如能够如上述本实施方式的电弧焊接头1的制造方法那样,通过如下的电弧焊来制造:

[0111] (1) 在规定的条件下进行横摆运条电弧焊,且

[0112] (2) 使从用于电弧焊的焊炬A向熔池13P的熔滴过渡频率 D 在规定范围内。

[0113] 通过使气孔缺陷率小于10%,能够提高电弧焊接头1的接合强度,进而能够抑制电沉积涂装缺陷。

[0114] 另外,焊道13的稳定部131是指焊道13中的始端部132以及终端部133以外的区域。如图5的图像中例示的那样,由于焊道13的始端部132以及终端部133在焊接电弧不稳定的状态下形成,所以其宽度、形状不均匀。在本实施方式的电弧焊接头1中,将从焊道13的始端起15mm以内的区域定义为始端部132,将从终端起15mm以内的区域定义为终端部133,将除此以外的区域定义为稳定部131。

[0115] 焊道13的稳定部131的气孔缺陷率通过以下的步骤测定。首先,拍摄焊道13的稳定部131的X射线透射图像。由此,能够确认焊道13中包含的气孔缺陷 pd 。接着,测定沿着焊道13的气孔缺陷 pd 的长度的合计值。然后,将气孔缺陷 pd 的长度的合计值除以稳定部131的长度,由此能够计算出气孔缺陷率。

[0116] 为了例示气孔缺陷率的测定方法,在图5中示出了稳定部131的气孔缺陷率为0%的焊道13的X射线透射图像,在图6中示出了稳定部131的气孔缺陷率为52.0%的焊道13的X射线透射图像。在图5的图像中,由于完全确认不到气孔缺陷 pd ,所以沿着焊道13的气孔缺陷 pd 的长度的合计值被视为0mm。在图6的图像中,在焊道13中确认到大量的气孔缺陷 pd 。在图6的焊道13上示出将这些气孔缺陷 pd 投影到沿着焊道13的线上的图像。该投影线的合计值是沿着焊道13的气孔缺陷 pd 的长度的合计值。

[0117] (焊道13的Si含量)

[0118] 在本实施方式的电弧焊接头1中进一步优选为,将焊道13的Si含量设为0.5质量%以下。由此,气孔缺陷 pd 进一步减少。也可以将焊道13的Si含量设为0.4质量%以下、0.3质量%以下或者0.2质量%以下。焊道13的Si含量能够通过上述方法测定。

[0119] (焊道13的稳定部131中的第2钢板部22侧的焊趾1311的形状)

[0120] 如图7所示,在焊道13的稳定部131中,第2钢板部22侧的焊趾1311也可以具有波状形状。此处,波状形状是指凹部以及凸部交替地周期性出现的形状。并且,焊趾1311的波长 Y 以及第2钢板部22的板厚 tL 也可以满足 $0.7 \leq Y/tL \leq 2.8$ 。

[0121] 在通常的横摆运条电弧焊中,从调整焊道13的形状而提高美观的观点出发,通过减小焊炬的波形的波长 y 而不在焊趾1311设置波状形状的情况较多。在本实施方式的电弧焊接头1中,从抑制气孔缺陷的观点出发,也不需要焊趾1311设置波状形状。但是,本发明

人发现,通过使第2钢板部22侧的焊趾1311的形状成为波状,电弧焊接头1的疲劳强度提高。本发明人推测其原因在于,通过使焊趾1311的形状成为波状,对焊道13施加的应力被良好地分散。

[0122] 但是,焊趾的波长Y越小,越难以视觉辨认焊趾的波状形状,此外,也越难以得到疲劳强度的提高效果。从确保疲劳强度的提高效果的观点出发,优选设为 $0.7 \leq Y/t$ 。另一方面,通过设为 $Y/tL \leq 2.8$,能够有效地抑制焊道13中的气孔缺陷pd的产生。因而,焊道13的稳定部131中的第2钢板部22侧的焊趾1311的波长Y以及第2钢板部22的板厚tL也可以满足 $Y/tL \leq 2.8$ 。

[0123] 但是,如上所述,从减少气孔缺陷的观点出发,也可以减小横摆运条电弧焊中的波长y,使焊趾1311成为平滑到无法确认波状形状的程度的形状。另外,即使在焊道13的焊趾1311未确认到波状形状的情况下,在稳定部中的焊道13的宽度和在与焊道13的延伸方向垂直的截面中测定出的焊道13的焊透深度之间的比例(焊道幅 \div 焊透深度)超过10的情况下,也推测出该焊道13是通过横摆运条电弧焊而形成的。焊透深度是指在截面中测定从以第2钢板部22的表面121为基准的焊道13的深度的最大值。

[0124] (熔透的防止)

[0125] 如果电弧焊中的输入热量高,则有时会产生熔透。如果产生熔透,则构成熔池13P的熔融金属滴落,因此焊接作业性受损。此外,在第2钢板部22的双方的表面具有锌系镀层14的情况下,由于熔透而第2钢板部22的背面侧的锌系镀层14混入到熔池13P中。由此,锌蒸气14v的量增大,气孔缺陷pd增大。因而,在本实施方式的电弧焊接头1中优选为,焊道13在板厚方向上不贯通第2钢板部22。即,在本实施方式的电弧焊接头1中优选为,焊道13不在第2钢板部22的与设置有焊道13的表面121相反侧的表面露出。由此,能够进一步减少气孔缺陷pd的量。

[0126] (焊透深度的确保)

[0127] 另一方面,从稳定地确保电弧焊接头1的接合强度的观点出发,优选增大焊道13的焊透深度。例如,如图8B所示,在本实施方式的电弧焊接头1中,在沿着板厚方向的截面中,第1钢板部21的端面与第2钢板部22的表面相交的部位即根部R也可以包含在焊道13中。换言之,在沿着焊道13的延伸方向的电弧焊接头1的截面中,焊道13的外缘也可以与第1钢板部21以及第2钢板部22的对接面相交。通过使焊道13越过根部R地成长,而使第1钢板部21和第2钢板部22的对接面与焊道13的外缘相交,由此能够增大焊道13的焊透深度而稳定地确保电弧焊接头1的接合强度。

[0128] (其他优选方式)

[0129] 在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法以及电弧焊接头1中,能够适当采用上述以外的各种方式。以下,例示更优选的方式。只要没有特别说明,以下所例示的方式能够应用于本实施方式的电弧焊接头1的制造方法和电弧焊接头1的双方。作为电弧焊接头的原材料的第1钢板11以及第2钢板12的优选方式,分别也能够应用于作为电弧焊接头的构成要素的第1钢板部21以及第2钢板部22。

[0130] 第1钢板11的板厚没有特别限定。例如,在将第1钢板11设为汽车用钢板的情况下,第1钢板11的板厚优选为0.8mm以上且4.0mm以下。同样地,第2钢板12的板厚tL也没有特别限定,在将其设为汽车用钢板的情况下,其板厚优选为0.8mm以上且4.0mm以下。

[0131] 第1钢板11的抗拉强度没有特别限定。例如,可以将第1钢板11的抗拉强度设为440MPa以上且1500MPa以下。同样地,第2钢板12的抗拉强度也没有特别限定。例如,可以将第2钢板12的抗拉强度设为440MPa以上且1500MPa以下。这些钢板的化学成分以及金属组织也没有特别限定,能够适当采用公知的优选构成。

[0132] 锌系镀层14的厚度以及成分等没有特别限定。可以将锌系镀层14的附着量例如设为 $5\text{g}/\text{m}^2$ 以上且 $200\text{g}/\text{m}^2$ 以下。此处,锌系镀层14的附着量是指锌系镀层14中包含的锌及其他元素的合计量。锌系镀层14中包含的锌以外的元素的例子为Si、Al、Mg以及Fe等。

[0133] 也可以仅另行规定锌系镀层14中包含的锌的附着量。例如,也可以将锌系镀层14的每单面的锌含量设为 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以上。在该锌系镀层14的每单面的锌含量中不包括Si、Al、Mg以及Fe等、锌以外的合金元素的量。另外,每单面附着量是指第2钢板12的两个表面中仅配置在第1钢板11侧的面的锌系镀层14的附着量。

[0134] 另外,在本实施方式的电弧焊接头1中也可以为,在临近焊道13的 $100\mu\text{m}$ 以内存在锌系镀层14。即,锌系镀层14与焊道13之间的间隔优选为 $100\mu\text{m}$ 以下。由此,焊道13附近的耐蚀性进一步提高。锌系镀层14与焊道13之间的间隔越小越优选,也可以为 $0\mu\text{m}$ 。即,锌系镀层14与焊道13也可以相接。

[0135] 在本实施方式的电弧焊接头1的制造方法中,不需要在电弧焊之前从第2钢板12的表面121除去锌系镀层。在电弧焊时,有时在焊道13附近锌系镀层14蒸发,由此在焊道13与锌系镀层14之间产生空隙。但是,通过不从第2钢板12的表面121除去锌系镀层14而进行电弧焊,能够容易地使锌系镀层14与焊道13之间的间隔成为 $100\mu\text{m}$ 以下。如果在电弧焊之前从第2钢板12的表面121除去了锌系镀层14的情况下,在焊道13的焊趾的一部分或者全部,焊道13与锌系镀层14之间的间隔会超过 $100\mu\text{m}$ 。

[0136] 此外,锌系镀层14只要至少配置在第2钢板12的被电弧焊的表面121即可。因而,也可以在第1钢板11的表面以及第2钢板12的未被电弧焊的一侧的表面上设置与锌系镀层14不同的镀层。作为与锌系镀层14不同的镀层的例子,可举出铝镀层等。

[0137] 此外,以耐蚀性提高等为目的,电弧焊接头1也可以具有涂膜。所谓涂膜例如是电沉积涂膜。电弧焊接头1的制造方法例如也可以具有电沉积涂装工序等涂装工序。

[0138] 本实施方式的电弧焊接头1的制造方法的上述构成只要应用于电弧焊接头1的焊接对象部的至少一部分即可。电弧焊接头1的上述构成也只要应用于电弧焊接头1的焊接部的至少一部分即可。优选为,遍及第1钢板11以及第2钢板12的焊接部的整体应用上述构成。但是,例如为了提高焊接效率,也可以仅在强烈要求抑制气孔缺陷pd的部位应用上述构成,在除此以外的部位应用通常的电弧焊接头1的构成。

[0139] 横摆运条电弧焊时的焊炬A的轨迹形状只要满足上述要件便没有特别限定。焊炬A的轨迹例如能够成为正弦波形状。例如,通过将沿着焊接方向WD的焊炬A的移动速度v设为一定、且使焊炬A沿着与焊接方向WD垂直的方向进行简谐振动,由此能够使焊炬A的轨迹成为正弦波形状。另一方面,通过使沿着焊接方向WD的焊炬A的移动速度v周期性变动,由此能够使焊炬A的轨迹形状进行各种变化。

[0140] 本实施方式的电弧焊接头1的用途没有限定。作为本实施方式的电弧焊接头1的优选用途的例子,例如可举出建材以及汽车部件等。

[0141] 本发明的其他方式的汽车部件具备上述本实施方式的电弧焊接头1。因而,本实施

方式的汽车部件由镀锌系钢板构成,因此耐蚀性优异。此外,本实施方式的汽车部件抑制了气孔缺陷,因此接头强度以及电沉积涂装性优异。

[0142] 实施例

[0143] 通过实施例对本发明的一个方式的效果更具体地进行说明。但是,实施例中的条件只不过是为了确认本发明的可实施性以及效果而采用的一个条件例。本发明并不限定于该一个条件例。本发明只要不脱离本发明的主旨且实现本发明的目的,则可以采用各种条件。

[0144] 在各种焊接条件下制作出电弧焊接头。对重叠的第1钢板的端部以及第2钢板的表面进行电弧焊而形成焊道,由此得到这些电弧焊接头。

[0145] 在表1A或者表1B中示出第2钢板的板厚 t_L 、焊道的宽度 w 、焊炬的波形的波长 y 、焊炬的摆动振幅 x 、沿着焊接方向的焊炬的移动速度 v 以及焊炬的摆动频率 f 。而且,在表1B中还示出熔滴过渡频率 D 除以焊炬的摆动频率 f 而得到的值 D/f 。另外,在一部分例子中,不是通过横摆运条电弧焊而是通过通常的电弧焊来制作了焊道。在不进行横摆运条电弧焊的例子中,将 D/f 记载为“-”。此外,在发明人使用的横摆运条电弧焊装置中,在焊炬的摆动振幅 x 的设定值与实际值之间存在若干偏离。在表1A中记载了该装置的摆动振幅 x 的设定值以及实际值的双方。

[0146] 在表2中表示焊道的稳定部中的第2钢板侧的焊趾的波长 Y 以及通过电弧焊得到的焊道的Si含量。作为参考,在表2中还示出 y/t_L 以及 w/t_L 的运算值。此外,对于一部分例子,在表2中还示出了焊道的宽度除以焊道的焊透深度而得到的值。另外,在一部分例子的焊道的稳定部中,第2钢板侧的焊趾不具有波状形状。关于这样的例子,将 Y 以及 Y/t_L 记载为“-”。

[0147] 进而,通过对电弧焊接头的焊道进行X射线摄影而测定了焊道的稳定部的气孔缺陷率。在表2中还示出了气孔缺陷率。

[0148] 【表1A】

[0149]

No	第2钢板的厚度tL	焊道的宽度w	沿着焊接方向的焊炬的移动速度v	焊炬的摆动频率f	焊炬的摆动振幅x(设定值)	焊炬的摆动振幅x(实际值)
	mm	mm	m/min	Hz	mm	mm
1	1.6	8.2	0.8	3.3	3.0	1.2
2	1.6	8.4	0.8	3.3	3.0	1.2
3	2.9	10.0	0.6	3.0	2.5	1.4
4	2.9	9.3	0.8	2.0	2.5	1.7
5	1.6	10.8	0.6	2.5	3.0	2.0
6	1.6	6.3	0.8	无WV	无WV	无WV
7	1.6	7.3	0.8	无WV	无WV	无WV
8	1.6	8.5	0.8	3.3	3.0	1.2
9	1.6	8.4	0.3	4.5	1.5	0.5
10	1.6	8.7	0.8	4.0	2.5	0.9
11	1.6	9.5	0.8	4.0	2.0	0.7
12	2.9	8.9	0.8	无WV	无WV	无WV
13	2.3	10.1	1.0	2.5	3.0	2.1

[0150] 【表1B】

[0151]

No	焊炬的波形的波长 y	y/tL	w/tL	D/f
	mm	-	-	-
1	4.0	2.53	5.10	36.4
2	4.0	2.53	5.25	36.7
3	3.3	1.15	3.45	29.0
4	6.7	2.30	<u>3.22</u>	42.5
5	4.0	2.50	6.77	46.0
6	无WV	<u>无WV</u>	3.94	—
7	无WV	<u>无WV</u>	4.59	—
8	4.0	2.53	5.32	35.2
9	1.1	0.69	5.25	25.3
10	3.3	2.08	5.44	<u>18.5</u>
11	3.3	2.08	5.94	34.5
12	无WV	<u>无WV</u>	3.07	—
13	6.7	<u>2.90</u>	4.39	41.5

[0152] 【表2】

[0153]

No	焊趾的 波长y	焊道的Si含量	Y/tL	焊道宽度w/ 熔透深度	气孔 缺陷率	判定
	mm	质量%	-	-	%	
1	4.1	0.28	2.55		2.4	实施例
2	4.2	0.28	2.63		0.5	实施例
3	3.8	0.29	1.31		1.3	实施例
4	6.4	0.29	2.22		<u>14.6</u>	比较例
5	4.2	0.28	2.64		0.9	实施例
6	-	0.28	-	7.6	<u>10.6</u>	比较例
7	-	0.28	-	9.6	<u>24.1</u>	比较例
8	3.9	0.53	2.44		9.3	实施例
9	-	0.28	-	12.2	0.7	实施例
10	3.2	0.28	2.00		<u>23.9</u>	比较例
11	3.3	0.46	2.06		7.7	实施例
12	-	0.62	-	6.6	<u>29.2</u>	比较例
13	6.7	0.78	<u>2.91</u>		<u>33.6</u>	比较例

[0154] 在比较例4中,焊道的宽度w以及第2钢板的板厚tL不满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的关系。因此,在比较例4中,气孔缺陷率未被抑制。

[0155] 在比较例6以及7中,不进行横摆运条焊接,并且从焊炬向熔池的熔滴过渡频率D以及摆动频率f不满足 $D/f \geq 25$ 的关系。因此,在比较例6以及7中,气孔缺陷率未被抑制。

[0156] 在比较例10中,从焊炬向熔池的熔滴过渡频率D以及摆动频率f不满足 $D/f \geq 25$ 的关系。因此,在比较例6以及7中,气孔缺陷率未被抑制。

[0157] 在比较例12中,不进行横摆运条焊接,并且焊道的宽度w以及第2钢板的板厚tL不满足 $3.3 \leq w/tL \leq 7.0$ 的关系。因此,在比较例12中,气孔缺陷率未被抑制。

[0158] 在比较例13中,焊炬的波形的波长y以及第2钢板的板厚tL不满足 $y/tL \leq 2.8$ 的关系。因此,在比较例13中,气孔缺陷率未被抑制。

[0159] 另一方面,在焊接条件适当的所有实施例中,气孔缺陷率被抑制为小于10%。另外,在实施例9中焊炬的波形的波长y较小,因此焊道的焊趾的形状未成为波状形状。因此,在表1B中将实施例9的焊趾的波长Y记载为“-”。但是,在实施例9中也充分地得到了气孔缺陷的抑制效果。在其他实施例中,焊炬的波形的波长y与焊趾的波长Y大致一致。

[0160] 另外,在焊道的Si含量为0.5质量%以下的实施例中,气孔缺陷被进一步抑制。焊

道的Si含量超过0.5质量%的实施例8的气孔缺陷率为9.3%。另一方面,焊道的Si含量为0.5质量%以下的实施例1、2、3、5、9以及11的气孔缺陷率全部低于实施例8。

[0161] 符号的说明

[0162] 1:电弧焊接头;11:第1钢板;111:端部;12:第2钢板;121:被电弧焊的表面;13:焊道;131:稳定部;1311:焊趾;132:始端部;133:终端部;13P:熔池;14:锌系镀层;14v:锌蒸气;21:第1钢板部;22:第2钢板部;A:焊炬;AW:焊丝;d:熔滴;D:熔滴过渡频率;pd:气孔缺陷;R:根部;C:空隙;tL:第2钢板的板厚;WD:焊接方向;w:焊道的宽度;x:焊炬的摆动振幅;y:焊炬的波形的波长。

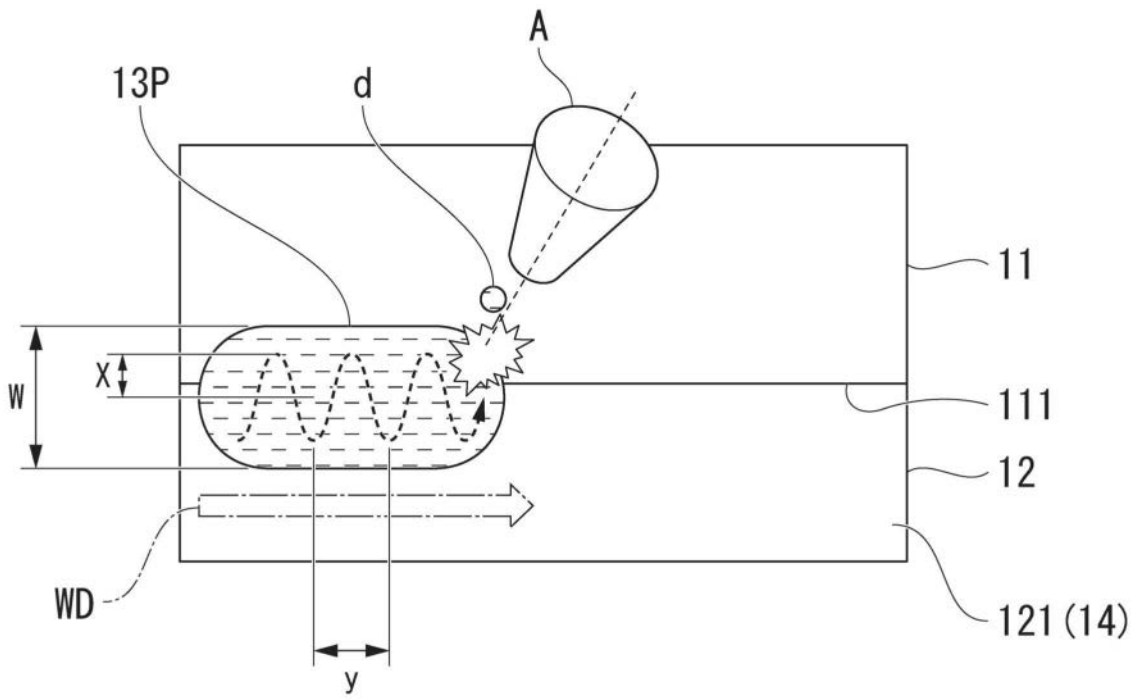


图1

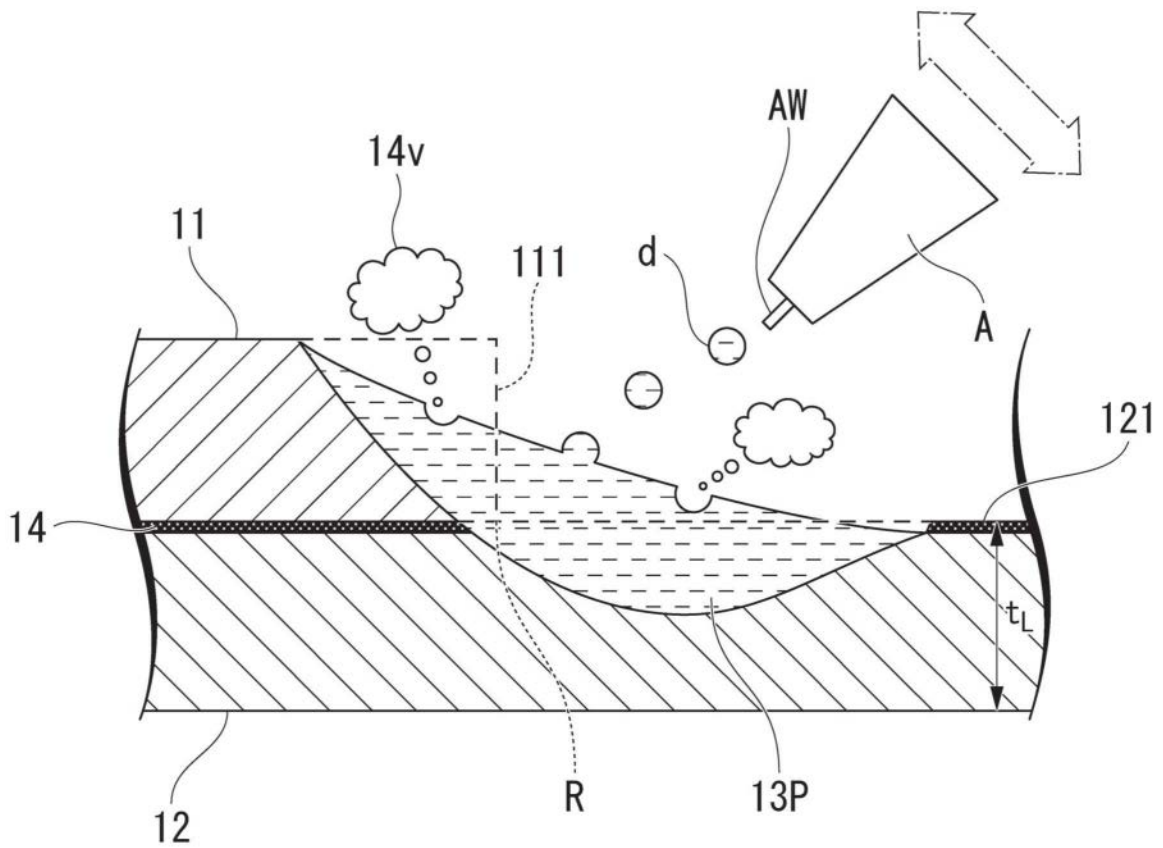


图2

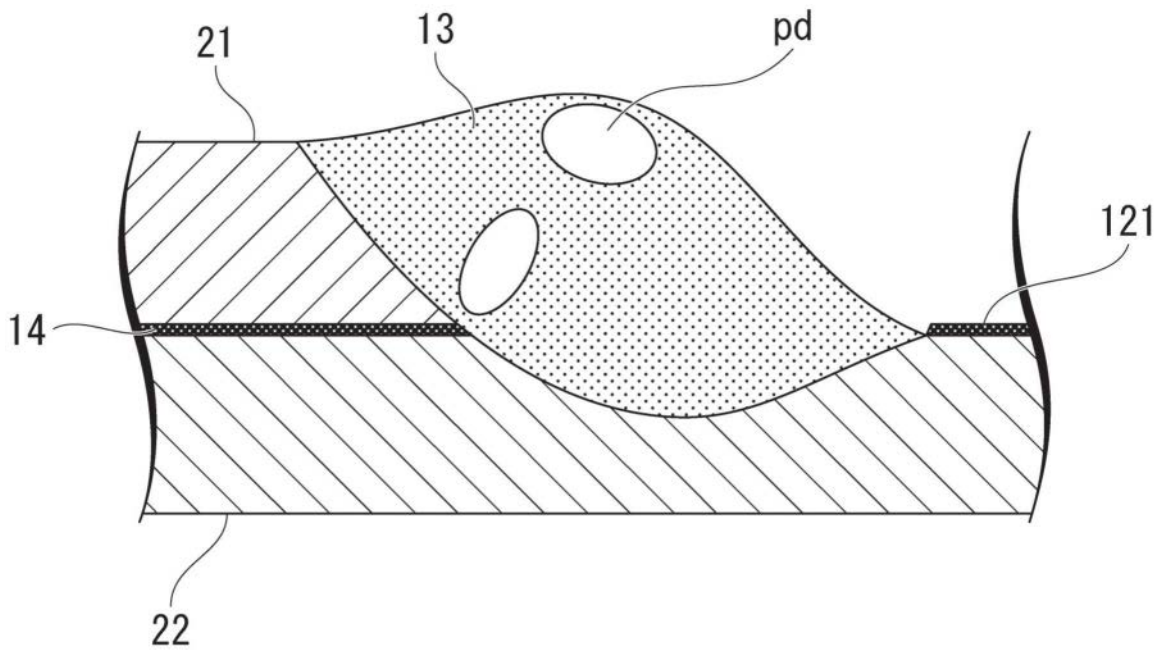


图3

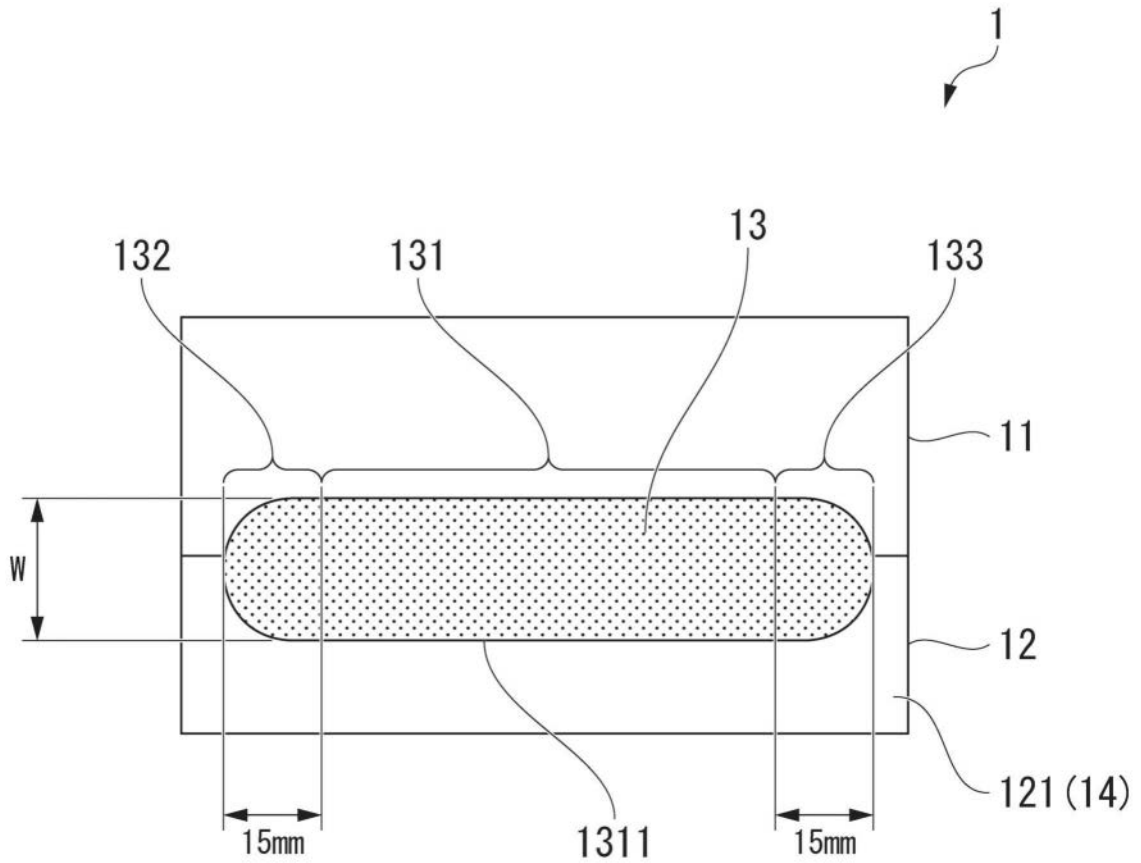


图4

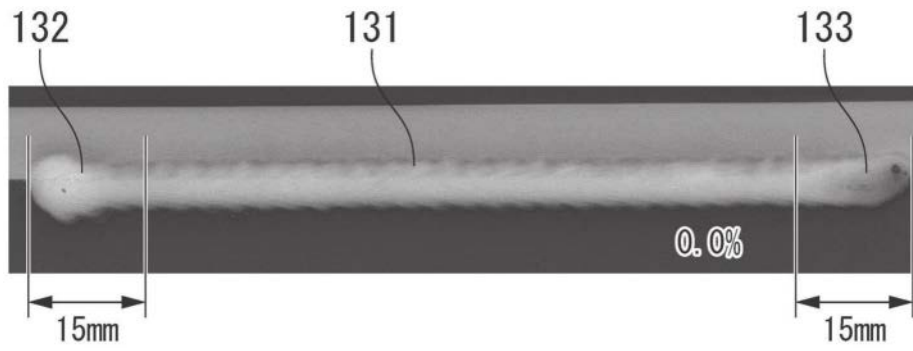


图5

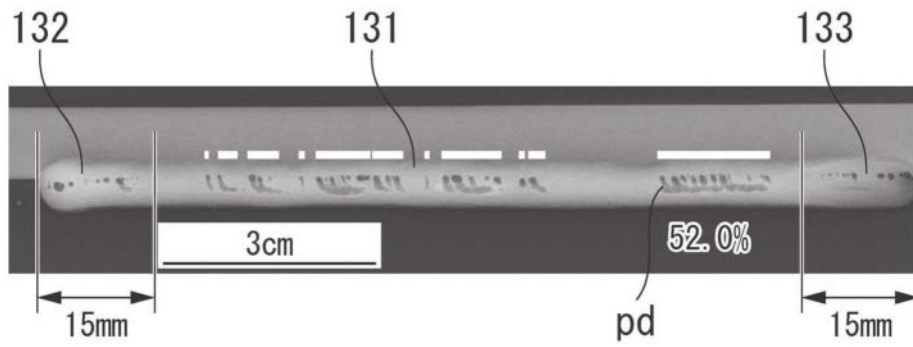


图6

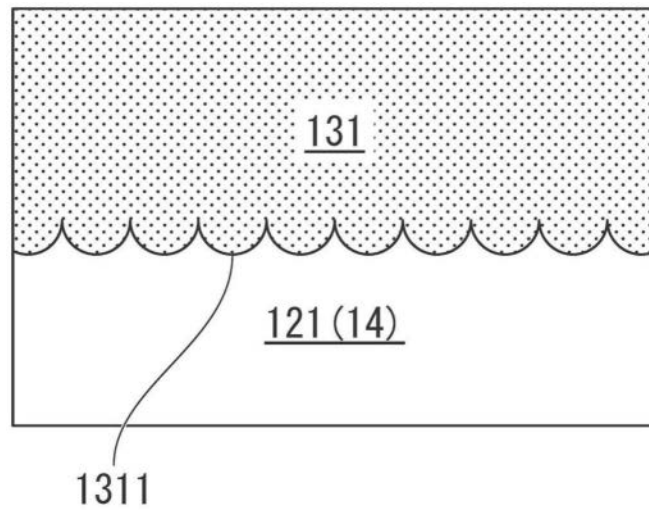


图7

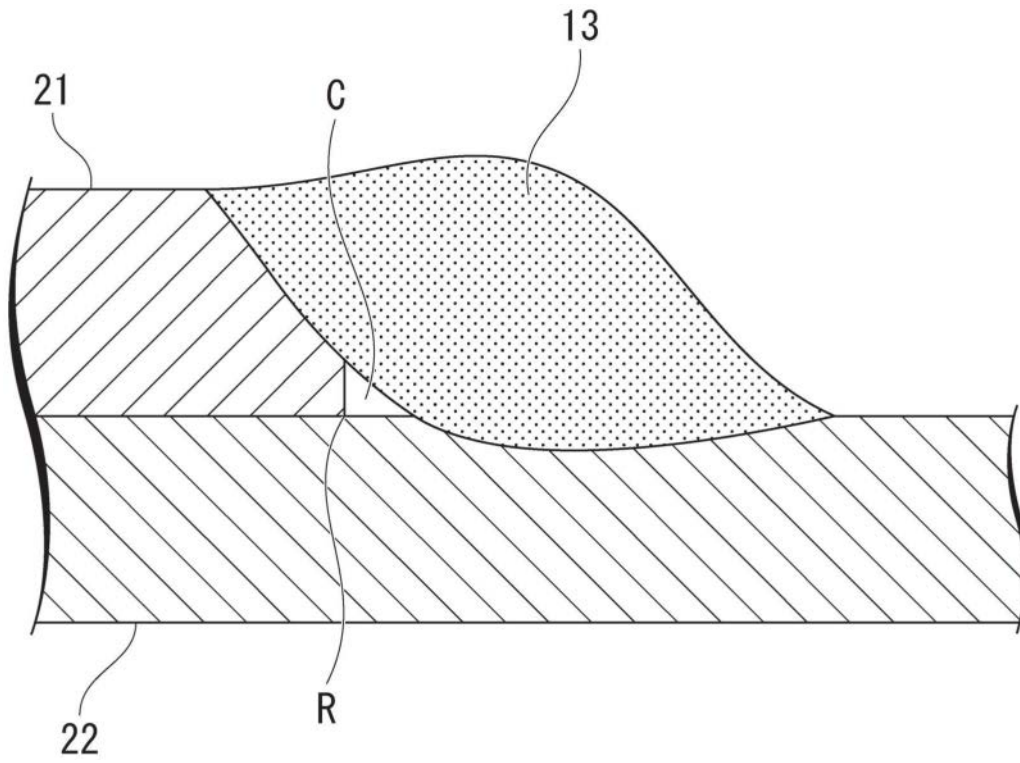


图8A

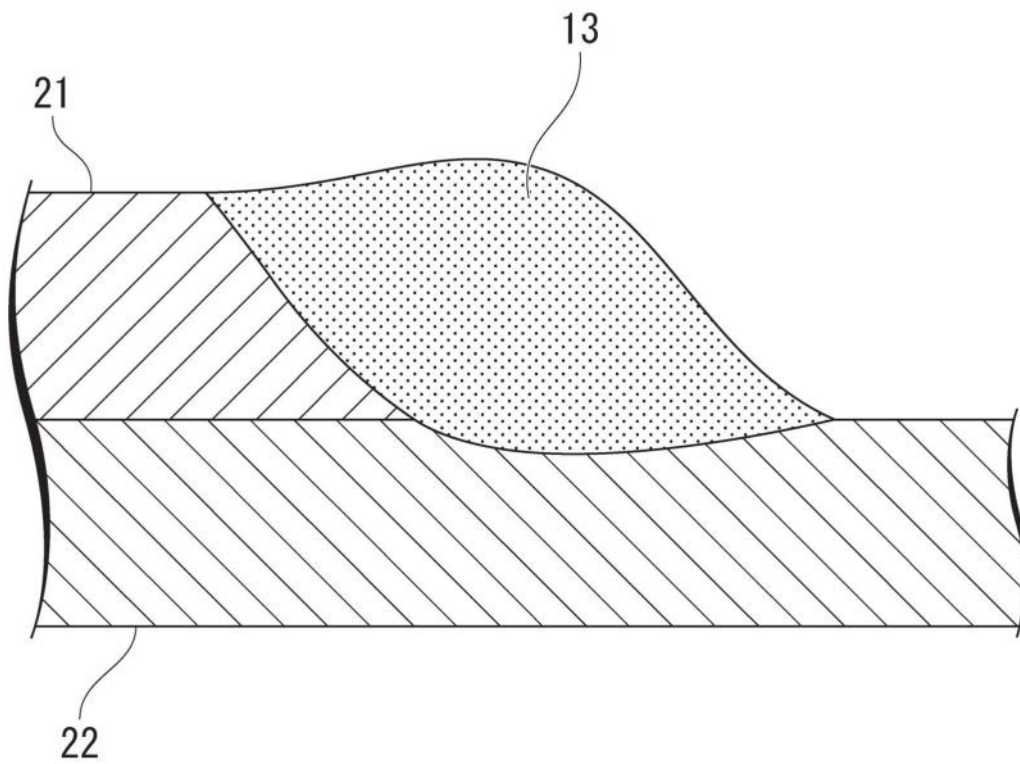


图8B