



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115427179 B

(45) 授权公告日 2024.10.01

(21) 申请号 202180027750.6

(22) 申请日 2021.03.18

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115427179 A

(43) 申请公布日 2022.12.02

(30) 优先权数据  
2020-072716 2020.04.15 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.10.10

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/010961 2021.03.18

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/210335 JA 2021.10.21

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小西恭平 泽西央海 松田广志  
村上善明

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

专利代理人 牛蔚然

(51) Int.Cl.  
B23K 9/173 (2006.01)  
B23K 9/073 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 104159700 A, 2014.11.19  
CN 110087811 A, 2019.08.02

审查员 张莎莎

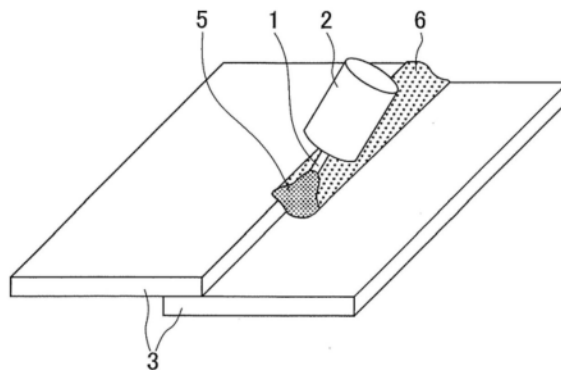
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

电弧焊接接头及电弧焊接方法

(57) 摘要

提供电弧焊接接头及电弧焊接方法。关于本发明的电弧焊接接头,将通过以电弧焊接对钢板进行焊接而形成的焊接焊道的表面的面积设为焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、将该焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积设为熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ),由 $S_{\text{RATIO}} = 100 \times S_{\text{SLAG}} / S_{\text{BEAD}}$ 算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%) 为15%以下,并且,使用焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm) 和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm) 而由 $W_{\text{RATIO}} = 100 \times W_{\text{MIN}} / W_{\text{MAX}}$ 算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%) 为60%以上。



1. 电弧焊接接头, 其中, 将通过以电弧焊接对钢板进行焊接而形成的焊接焊道的表面的面积设为焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、将以所述焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积设为熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ), 所述电弧焊接接头的由式 (1) 算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%) 为15%以下,

并且, 使用所述焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm) 和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm) 而由式 (2) 算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%) 为60%以上,

$$S_{\text{RATIO}} = 100 \times S_{\text{SLAG}} / S_{\text{BEAD}} \cdots (1)$$

$$W_{\text{RATIO}} = 100 \times W_{\text{MIN}} / W_{\text{MAX}} \cdots (2)。$$

2. 如权利要求1所述的电弧焊接接头, 其中, 所述钢板的表面的氧化物利用所述电弧焊接而被除去了的清洁区域与所述焊接焊道的止端部相邻地形成,

并且, 从所述清洁区域的外缘部至所述焊接焊道的止端部为止的在与所述焊接线垂直的方向上的距离M的最小值 $M_{\text{MIN}}$  (mm) 为0.5mm以上。

3. 如权利要求1或2所述的电弧焊接接头, 其中, 所述钢板不具有镀覆层。

4. 电弧焊接方法, 在以电弧焊接对钢板进行焊接时, 使用Ar气体、Ar-1%CO<sub>2</sub>气体、Ar-3%CO<sub>2</sub>气体、Ar-5%CO<sub>2</sub>气体中的任一者作为保护气体, 所述钢板与焊丝断续地短路, 该短路的平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$  (Hz) 为大于23Hz且300Hz以下, 并且所述短路的最大短路周期 $T_{\text{CYC}}$  (s) 为1.5s以下, 由此制造下述电弧焊接接头:

使用通过所述电弧焊接而形成的焊接焊道的表面的面积即焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、和所述焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积即熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ) 而由式 (1) 算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%) 为15%以下,

并且, 使用所述焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm) 和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm) 而由式 (2) 算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%) 为60%以上,

$$S_{\text{RATIO}} = 100 \times S_{\text{SLAG}} / S_{\text{BEAD}} \cdots (1)$$

$$W_{\text{RATIO}} = 100 \times W_{\text{MIN}} / W_{\text{MAX}} \cdots (2)。$$

5. 如权利要求4所述的电弧焊接方法, 其中, 以反极性进行所述电弧焊接, 通过成为电子放出的起点的阴极点的形成, 由此与所述焊接焊道的止端部相邻地形成所述钢板表面的氧化物被除去了的清洁区域,

并且, 使从所述清洁区域的外缘部至所述焊接焊道的止端部为止的在与所述焊接线垂直的方向上的距离M的最小值 $M_{\text{MIN}}$  (mm) 为0.5mm以上。

6. 如权利要求4或5所述的电弧焊接方法, 其中, 所述电弧焊接中使用实心丝作为焊丝。

7. 电弧焊接方法, 在以电弧焊接对钢板进行焊接时, 使用Ar气体、Ar-1%CO<sub>2</sub>气体、Ar-3%CO<sub>2</sub>气体、Ar-5%CO<sub>2</sub>气体中的任一者作为保护气体, 所述电弧焊接中使用脉冲电流作为焊接电流, 使用该脉冲电流的峰电流 $I_{\text{PEAK}}$  (A)、基电流 $I_{\text{BASE}}$  (A)、峰期间 $t_{\text{PEAK}}$  (ms)、上升期间 $t_{\text{UP}}$  (ms)、下降期间 $t_{\text{DOWN}}$  (ms)、以及所述钢板与导电嘴之间的距离L (mm) 而由式 (3) 算出的 $X$  (A·s/m) 的值满足 $50 \leq X \leq 250$ , 且所述 $t_{\text{UP}}$  (ms) 为大于0.8ms且3.0ms以下, 由此制造下述电弧焊接接头:

使用通过所述电弧焊接而形成的焊接焊道的表面的面积即焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、和所述焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积即熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ) 而由式 (1) 算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%) 为15%以下,

并且,使用所述焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{MAX}$ (mm)和最小值 $W_{MIN}$ (mm)而由式(2)算出的焊道宽度比率 $W_{RATIO}$ (%)为60%以上,

$$S_{RATIO} = 100 \times S_{SLAG} / S_{BEAD} \cdots (1)$$

$$W_{RATIO} = 100 \times W_{MIN} / W_{MAX} \cdots (2)$$

$$X = (I_{PEAK} \times t_{PEAK} / L) + (I_{PEAK} + I_{BASE}) \times (t_{UP} + t_{DOWN}) / (2 \times L) \cdots (3)$$

8.如权利要求7所述的电弧焊接方法,其中,以反极性进行所述电弧焊接,通过成为电子放出的起点的阴极点的形成,由此与所述焊接焊道的止端部相邻地形成所述钢板表面的氧化物被除去了的清洁区域,

并且,使从所述清洁区域的外缘部至所述焊接焊道的止端部为止的在与所述焊接线垂直的方向上的距离M的最小值 $M_{MIN}$ (mm)为0.5mm以上。

9.如权利要求7或8所述的电弧焊接方法,其中,所述电弧焊接中使用实心丝作为焊丝。

## 电弧焊接接头及电弧焊接方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及适合汽车的底盘部件(chassis members)等的、耐腐蚀性优异的电弧焊接接头,以及用于得到前述电弧焊接接头的电弧焊接方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,对于汽车,兼顾以提高车身的安全性及可靠性为目的的、车身中所用部件的高强度化及高刚性化、与以燃油效率改善为目的的、部件的轻量化的需求日益增加。其结果是,基于高强度钢板的应用而推进部件钢板的薄壁化。另一方面,在汽车上采用的各种部件之中,特别是对于底盘部件(例如,下摇臂(lower arm)等)而言,从部件强度、刚性的观点考虑,使用比车身厚的钢板。因此,若实现在底盘部件上使用的钢板的高强度化、进一步实现钢板的薄化,则可实现车身的进一步轻量化。由此,能够确保部件强度、刚性并且实现燃油效率的改善。

[0003] 一般而言,对于在腐蚀环境下使用的部件而言,以确保耐腐蚀性为目的,在焊接后实施化学转化处理及电泳涂装等防生锈处理。但是,随着时间的推移,有在焊接部及其附近确认到生锈、腐蚀的情况。如上所述,对于在实施电泳涂装的部件上发生的腐蚀而言,其容易从焊接部发生,随着时间的推移,在焊接部及其周边的大范围随着涂膜膨胀而扩大,也向板厚方向发展。若腐蚀像这样发展,则焊接部及其附近的板厚减少,其结果导致焊接部的强度降低,进而导致部件的强度降低。也就是说,存在若在负荷作用于焊接部的部件(例如,汽车的底盘部件等)上发生腐蚀并加剧,则会造成部件破坏的情况。

[0004] 在进行电泳涂装时,首先,作为前处理,为了提高母材钢板及焊接金属与电泳涂膜的密合性,在对母材钢板及焊接金属实施化学转化处理(例如,磷酸锌处理等)后进行电泳涂装。作为化学转化处理的一个例子而广泛普及的磷酸锌处理是指,使磷酸锌晶体在母材钢板及焊接金属的表面生长,从而提高电泳涂装中的涂膜的密合性的技术。但是,以往的技术中,即使是在电泳涂装之前实施了化学转化处理的部件中,随着时间的推移,在焊接部及其周边的大范围内也仍频繁地发生涂膜膨胀。也就是说,在实施了作为前处理的上述化学转化处理后进行电泳涂装的技术中,难以完全地抑制以焊接部为起点的腐蚀的发生。

[0005] 因此,正在研究使用具有镀覆层(例如,锌系镀覆等)的钢板的技术。虽然具有镀覆层的钢板的制造成本由于加上镀覆处理的成本后不可避免地比通常的钢板制造成本高,但是可期待镀覆层带来的耐腐蚀性提高的效果。

[0006] 但是,对于使用了具有镀覆层的钢板的部件而言,其也使用与以往相同的电弧焊接作为接合方法。因此,在因作为热源的电弧等离子体(以下称为电弧)而暴露于高热的焊接部处,镀覆层蒸发,局部地露出非电镀部。因此,不能期待与伴随使用具有镀覆层的钢板导致的成本上升匹配的耐腐蚀性的大幅提高。

[0007] 如以上说明,对于改善部件的耐腐蚀性的制造技术正在进行各种开发,但都有其长处和短处。并且,从实现抑制制造成本的上升并提高耐腐蚀性的观点考虑,正在研究更加有效地防止以焊接部为起点的腐蚀的发生和加剧的技术。

[0008] 作为从焊接部发生腐蚀的起点,以往已知:

[0009] (a) 附着于焊接部(主要在焊接焊道的表面)的熔渣、

[0010] (b) 附着于焊接部的焊接烟尘、

[0011] (c) 在因焊接而暴露于高温的钢板的表面生成的氧化物。

[0012] 即使对在焊接部存在有上述(a)(b)的附着物、(c)的氧化物的部件进行化学转化处理,也局部地残留以这些附着物、生成物为起点的、未被由磷酸锌晶体形成的化学转化处理层覆盖的区域。

[0013] 并且,在未被化学转化处理层覆盖的区域,即使实施电泳涂装,涂膜的形成也变得不充分,涂膜的密合性变得不足,因此耐腐蚀性明显降低。其结果,引起由腐蚀的发生和加剧导致的板厚的减少。因此,正在研究防止上述(a)(b)的附着物、(c)的氧化物的产生的技术。

[0014] 例如,专利文献1中公开了下述技术:在进行电弧焊接后,在实施电泳涂装前的焊接部及其附近使用pH为2以下且液温为30~90℃的非氧化性的酸性溶液进行喷淋处理或浸渍理。该技术通过以非氧化性的溶液溶解焊接焊道、钢板,从而除去上述(a)的熔渣、(b)的焊接烟尘、(c)的氧化物。

[0015] 但是,专利文献1公开的技术中,需要在电泳涂装前冲洗酸性溶液,因此部件的制造工序变得复杂。另外,成型为所希望形状的部件是将多种形状的钢板重合并接合而成的,因此残留在重合间隙的酸性溶液引起强烈的腐蚀。并且,由于大量使用酸性溶液,因此制造设备暴露于腐蚀环境而容易发生腐蚀、故障,不仅如此,还需要防止烟尘的飞溅来确保工作人员的安全。

[0016] 专利文献2中公开了下述技术:在电弧焊接中,减少用于保护(shield)焊接部的气体(以下称为保护气体(shielding gas))中含有的氧化性气体(即,CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>)。该技术能够抑制焊接时熔渣的生成,并且抑制焊接热影响部的氧化,还能够抑制焊接烟尘的附着。

[0017] 但是,若减少保护气体中的氧化性气体量,则会损失电弧的稳定性,焊接焊道变得不稳定,引起熔入不良。像这样的焊接部的缺陷成为接合强度降低的原因,因此专利文献2中公开的技术难以应用于像底盘部件这样的需要强度、刚性的部件。

[0018] 专利文献3中公开了下述技术:通过减少电弧焊接中使用的焊丝的Si和Mn的含量、以及使用的钢板的Si和Mn的含量的合计量来抑制熔渣的生成。

[0019] 但是,从抑制熔渣的生成的观点考虑,若减少Si和Mn的含量,则不能避免钢板强度的降低。也就是说,专利文献3公开的技术中,为了确保部件的强度而不得不使用厚的钢板,从而难以实现车身的轻量化。

[0020] 专利文献4中公开了下述技术:即使是存在熔渣、焊接烟尘及氧化物的焊接焊道,也能够通过调整在化学转化处理中使用的处理液的成分来充分地形成化学转化处理层。该技术通过使用含有磷酸锌胶体的表面调整液进行表面处理,从而使化学转化处理层容易形成。并且,通过使用F含量为100质量ppm以上的磷酸锌处理液进行化学转化处理来溶解除去熔渣、焊接烟尘及氧化物,从而提高基于电泳涂装的涂膜的密合性。

[0021] 但是,专利文献4公开的技术中,使用了含有被指定为毒物的氟的磷酸锌处理液,因此向工厂外排出其废液时,必须将氟减少至满足环境标准的水平。因此,除部件的制造设备外,还需要大型的废液处理设备。

- [0022] 现有技术文献  
[0023] 专利文献  
[0024] 专利文献1:日本特开平9-20994号公报  
[0025] 专利文献2:日本特开平8-33982号公报  
[0026] 专利文献3:日本特开平8-33997号公报  
[0027] 专利文献4:日本专利第5549615号公报

## 发明内容

[0028] 发明所要解决的课题

[0029] 本发明解决了以往的技术问题,目的是提供适合于实施电泳涂装来使用的各种钢制的部件(例如,汽车的底盘部件等)的、耐腐蚀性优异的电弧焊接接头,以及用于得到该电弧焊接接头的电弧焊接方法。

[0030] 用于解决课题的手段

[0031] 为了解决上述课题,本申请的发明人针对在实施了电泳涂装的钢制的部件(以下称为钢制涂装部件)的焊接部处的耐腐蚀性的劣化原因进行了调查。

[0032] 钢制涂装部件的焊接部的耐腐蚀性劣化是由于附着于焊接部(即,焊接焊道部及焊接热影响部)的熔渣、焊接烟尘,以及在由于电弧焊接而暴露于高温的钢板表面生成的氧化物所导致的。一般而言,在对加工钢板而制造的部件实施电泳涂装前,若进行作为化学转化处理的磷酸锌处理,则钢板将因磷酸锌处理液的蚀刻作用而溶解。并且,由于钢板的溶解消耗了氢离子,从而pH在固液界面的局部区域上升,在钢板的表面析出磷酸锌晶体(即,化学转化处理层)。但是,由于在钢板的焊接部存在熔渣、焊接烟尘、其他氧化物,因此由磷酸锌处理液带来的溶解性降低。其结果是,磷酸锌晶体变得困难难以析出。因此,在焊接部未充分地形成化学转化处理层,因此在之后即使实施电泳涂装也不能确保涂膜的密合性。这是钢制涂装部件的焊接部的耐腐蚀性劣化的原因。

[0033] 也就是说,只要能在焊接部充分地析出磷酸锌晶体,则可提高电泳涂装的涂膜的密合性,从而提高焊接部的耐腐蚀性。

[0034] 因此,本申请的发明人针对可在焊接部无间隙地析出磷酸锌晶体且能够提高耐腐蚀性的技术进行了研究。由此发现,为了实现焊接部的耐腐蚀性提高,使附着于焊接部的熔渣减少是最有效的方法。但是,在使用高强度的钢板及焊丝的部件中,由于成分的高合金化而使得Si、Mn、Ti等含量增加,因此产生焊接部处的熔渣生成量增加的问题。

[0035] 若抑制钢板及焊丝中包含的Si、Mn、Ti等的氧化,则能够解决该问题。也就是说,若使用使氧化性气体的含量减少的保护气体,则能够抑制这些元素的氧化,从而减少熔渣生成量。但是,若减少保护气体中的氧化性气体,则在电弧焊接时阴极点剧烈地来回运动,使电弧变得不稳定。其结果是,发生由于大气的卷入而导致氧混入熔池、或者焊接焊道的形状劣化这样的新问题。

[0036] 另一方面,为了实现钢制涂装部件的高强度化,不能避免Si、Mn、Ti等含量的增加。

[0037] 根据本申请的发明人的研究,在保持电弧的稳定性、得到良好形状的焊接焊道的同时抑制附着于焊接焊道的熔渣的生成、充分地析出化学转化处理层对部件的耐腐蚀性改善也是有效的。此外,通过下述方式,能够促进化学转化处理层的析出,从而更加提高耐腐

蚀性:

[0038] (A) 减少附着于焊接焊道的止端部的焊接烟尘、

[0039] (B) 减少因焊接而在钢板的表面生成的氧化物、以及

[0040] (C) 除去钢板的制造工序中在表面生成的氧化物(所谓的氧化皮(mill scale))。

[0041] 本发明是基于上述发现而做出的。

[0042] 即,本发明为电弧焊接接头,其中,将通过以电弧焊接对钢板进行焊接而形成的焊接焊道的表面的面积设为焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、将以其焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积设为熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ),由式(1)算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%)为15%以下,并且,使用焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm)和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm)而由式(2)算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%)为60%以上。

[0043] 本发明的电弧焊接接头中,优选钢板的表面的氧化物利用电弧焊接时的阴极点形成而被除去了的清洁区域与焊接焊道的止端部相邻地形成,并且,从清洁区域的外缘部至焊接焊道的止端部为止的在与焊接线垂直的方向上的距离(以下称为“清洁宽度”)M(mm)的最小值 $M_{\text{MIN}}$  (mm)为0.5mm以上。

[0044] 另外,本发明为制造下述电弧焊接接头的电弧焊接方法:使用通过以电弧焊接对钢板进行焊接而形成的焊接焊道的表面的面积即焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、和焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积即熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ )而由式(1)算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%)为15%以下,并且,使用焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm)和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm)而由式(2)算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%)为60%以上。

[0045] 本发明的电弧焊接方法中,优选以与一般的 $\text{CO}_2$ 焊接、MAG焊接相同的反极性进行电弧焊接,通过成为电子放出起点的阴极点的形成,由此与焊接焊道的止端部相邻地形成钢板表面的氧化物被除去了的清洁区域,并且,使清洁宽度M(mm)的最小值 $M_{\text{MIN}}$  (mm)为0.5mm以上。并且,优选使用Ar气体作为保护气体。

[0046] 并且,优选钢板与焊丝断续地短路,其短路的平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$  (Hz)为20~300Hz,并且,短路的最大短路周期 $T_{\text{CYC}}$  (s)为1.5s以下。并且,优选电弧焊接中使用脉冲电流作为焊接电流,使用脉冲电流的峰电流 $I_{\text{PEAK}}$  (A)、基电流 $I_{\text{BASE}}$  (A)、峰期间 $t_{\text{PEAK}}$  (ms)、上升期间 $t_{\text{UP}}$  (ms)、下降期间 $t_{\text{DOWN}}$  (ms)、以及钢板与导电嘴(contact tip)之间的距离L(mm)而由式(3)算出的X(A·s/m)的值满足 $50 \leq X \leq 250$ 。本发明的电弧焊接方法中,也可以使用实心丝作为焊丝。

$$[0047] \quad S_{\text{RATIO}} = 100 \times S_{\text{SLAG}} / S_{\text{BEAD}} \cdots (1)$$

$$[0048] \quad W_{\text{RATIO}} = 100 \times W_{\text{MIN}} / W_{\text{MAX}} \cdots (2)$$

$$[0049] \quad X = (I_{\text{PEAK}} \times t_{\text{PEAK}} / L) + (I_{\text{PEAK}} + I_{\text{BASE}}) \times (t_{\text{UP}} + t_{\text{DOWN}}) / (2 \times L) \cdots$$

$$[0050] \quad (3)$$

[0051] 需要说明的是,上述清洁区域是发生下述现象的区域:即,通过将钢板作为负极、将焊丝作为正极(所谓的反极性)进行电弧焊接,在钢板上形成成为电子放出的起点的阴极点,因该电子放出而使得钢板表面的氧化物被除去的现象(所谓的清洁)。并且,X的单位(A·s/m)中的“s”为秒(second), $t_{\text{PEAK}}$ 、 $t_{\text{UP}}$ 、 $t_{\text{DOWN}}$ 的单位(ms)为毫秒(=1/1000秒)。

[0052] 发明的效果

[0053] 根据本发明,能够提高底盘部件等各种部件的焊接部的耐腐蚀性,能够提高使用

高强度钢板的部件、在腐蚀性强的环境中使用的部件的防锈性能。根据本发明,例如能够使用拉伸强度为440MPa以上的高强度钢板(例如,440MPa级、590MPa级、980MPa级的钢板)来制造各种部件,并且能够实现其耐腐蚀性的提高,因此能够在工业上发挥特别的效果。另外,通过使用高强度的钢板,还能够实现部件的薄化。

### 附图说明

[0054] [图1]图1为示意性地示出将本发明应用于搭角焊接(lap fillet welding)的例子立体图。

[0055] [图2]图2为示意性地示出通过图1的搭角焊接形成的焊接焊道的例子立体图。

[0056] [图3]图3的(a)及图3的(b)为将图1中的焊丝及其周边放大而示出的截面图,是示出短路转移的情形简图。

[0057] [图4]图4为示出作为焊接电流供给的脉冲电流波形的图。

[0058] [图5]图5示意性地示出通过图1的搭角焊接形成的焊接焊道的止端部及始端部的立体图。

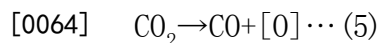
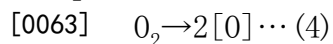
### 具体实施方式

[0059] 以下,参照图1~5针对将本发明应用于搭角焊接的例子进行说明。但是,本发明不限于搭角焊接,还能够应用于各种焊接技术(例如,对焊(butt welding)等)。

[0060] 需要说明的是,本发明以至少2张钢板的电弧焊接为对象,图1示出作为一个例子的对2张钢板进行焊接的图。

[0061] 本发明中,例如如图1所示,将穿过焊枪2的中心部从焊枪2向钢板(母材)3(详细而言,例如由2张作为母材的钢板3重合而形成的高低差的角部形成的焊接线)连续输送的焊丝1和钢板3作为电极,从焊接电源(未图示)施加焊接电压。从焊枪2内供给的保护气体(未图示)的一部分发生电离,通过等离子体化在焊丝1与钢板3之间形成电弧5。另外,在保护气体之中,未发生电离而从焊枪2流向钢板3的部分具有将电弧5及钢板3熔融而形成的熔池(图1中未图示)与外部空气隔绝的作用。焊丝1的前端部因电弧5的热而熔融,从而成为熔滴,该熔滴通过电磁力、重力等而被输送于熔池。该现象通过伴随焊枪2或钢板3的移动而连续发生,从而熔池在焊接线的后方凝固,形成焊接焊道6。由此,实现2张钢板的接合。

[0062] 如图1所示,使2张钢板3重合,在以电弧焊接进行搭角焊接时,混入保护气体的 $O_2$ 或 $CO_2$ 被电弧5加热,发生式(4)或式(5)示出的反应。



[0065] 在像这样的分解反应中生成的氧溶解于熔融金属7、熔池8(参照图3的(a)及图3的(b)),在冷却后作为焊接金属而凝固时,变为气泡而残留于焊接金属内。另外,还存在氧与铁发生氧化反应而使焊接金属的机械性能劣化的情况。

[0066] 为了解决该问题,可使用添加Si、Mn、Ti等非铁元素作为脱氧剂的焊丝1、钢板3。也就是说,通过将在式(4)或式(5)的反应中生成的氧作为由 $SiO_2$ 、 $MnO$ 、 $TiO_2$ 等形成的熔渣排出来抑制氧与铁的反应。

[0067] 排出到熔池8的表面的熔渣在其后的冷却过程中聚集,并附着于焊接焊道6的表面

和止端部9(即焊接焊道部)(参见图5)并凝固。即使将像这样在焊接焊道部附着有熔渣的电弧焊接接头用于化学转化处理,也不能充分地形成化学转化处理层。而且熔渣是绝缘体,因此也难以均匀地形成电泳涂装的涂膜。因此,需要使用添加了脱氧剂的焊丝1、钢板3来防止焊接金属的机械性能的劣化并抑制熔渣的生成。

[0068] 这里,使用图5对焊接焊道中的止端部9及始终端部10进行说明。如图5所示,本发明中,“焊道始终端部”是指焊道始端部和焊道终端部的区域。“焊道始端部”是指从焊道始端(焊接开始位置)沿焊接线上向焊道终端(焊接结束位置)方向15mm以内的区域,“焊道终端部”是指从焊道终端沿焊接线上向焊道始端方向15mm以内的区域。本发明中,“焊道的止端部”是指焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊接金属与未熔融的母材钢板的边界。

[0069] 因此,本发明中,通过使用将Ar气体作为主成分的保护气体来减少 $O_2$ 、 $CO_2$ 的混入量,其结果是抑制熔渣的生成。具体而言,将焊接焊道6的表面的面积设为焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$  ( $\text{mm}^2$ )、将该焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 之中的被熔渣覆盖的区域的面积设为熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$  ( $\text{mm}^2$ ),由式(1)算出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  (%)为15%以下。并且,若熔渣的生成量减少,则焊接焊道6的表面的熔渣的聚集被抑制,因此熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  优选为9%以下,更加优选为5%以下。

[0070] 需要说明的是,非导电性的熔渣的生成量越低,化学转化处理及电泳涂装性越好,因此熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  越小越优选,下限没有特别限定。熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$  优选为0.1%以上。

$$[0071] \quad S_{\text{RATIO}} = 100 \times S_{\text{SLAG}} / S_{\text{BEAD}} \cdots (1)$$

[0072] 为了防止熔渣在焊接焊道6上不均匀地分布,需要使焊接焊道6的形状稳定。

[0073] 因此,本发明中,将使用与焊接焊道6的与焊接方向平行的线(以下称为焊接线)垂直的方向上的焊道宽度(参照图2)的最大值 $W_{\text{MAX}}$  (mm)和最小值 $W_{\text{MIN}}$  (mm)而由式(2)算出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  (%)设为60%以上。通过缩小焊道宽度的偏差(即,缩小 $W_{\text{MAX}}$ 与 $W_{\text{MIN}}$ 之差),由此焊接焊道6的形状变得稳定。其结果,能够恒定地保持向焊接焊道部的热输入。也就是说,可形成表面性状均匀的焊接焊道6,因此能够通过化学转化处理得到均匀的化学转化处理层,以及通过电泳涂装得到均匀的涂膜。并且,通过缩小 $W_{\text{MAX}}$ 与 $W_{\text{MIN}}$ 之差,能够抑制化学转化处理及电泳涂装中的处理液的成为 $W_{\text{MIN}}$ 的部位的局部贮留,因此焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  优选为70%以上,更加优选为80%以上。

[0074] 需要说明的是,焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$  的上限没有特别限定。优选为100%以下。

$$[0075] \quad W_{\text{RATIO}} = 100 \times W_{\text{MIN}} / W_{\text{MAX}} \cdots (2)$$

[0076] 电弧焊接优选将焊丝1作为阳极、将钢板3作为阴极来进行(所谓的反极性)。通过采用反极性,在钢板3形成成为电子放出起点的阴极点,出现钢板3的表面的氧化物(例如,在钢板3的制造工序中生成的氧化皮、由于焊接时的热输入而生成的氧化物等)被除去了的区域4(所谓的清洁区域)。

[0077] 若从清洁区域4的外缘部至焊接焊道6的止端部为止的在与焊接线垂直的方向上的距离,即清洁宽度M(参见图2)过小,则氧化物在焊接焊道6的止端部的周边残留。由此,通过化学转化处理得到的化学转化处理层及通过电泳涂装得到的涂膜变得不均匀,焊接焊道部的腐蚀变得容易发展。因此,清洁宽度M(mm)的最小值 $M_{\text{MIN}}$  (mm)优选为0.5mm以上。更加优选为2.0mm以上。进一步优选为4.0mm以上。

[0078] 另一方面,在不受焊接的热影响的钢板原质部,不能期待通过清洁作用改善化学转化处理及电泳涂装性,并且若阴极点的形成区域变大,则电弧放电本身变得不稳定。因此,清洁宽度 $M(\text{mm})$ 的最大值 $M_{\text{MAX}}(\text{mm})$ 优选为 $8.0\text{mm}$ 以下。

[0079] 通过以反极性进行电弧焊接,焊丝1成为阳极、钢板3成为阴极。并且,从穿过焊枪2的中心部向钢板3连续供给的焊丝1施加焊接电压,从焊枪2内供给的保护气体的一部分发生电离而等离子体化。由此,在焊丝1与钢板3之间形成电弧5。保护气体的余量(即,未发生电离而从焊枪2流向钢板3的气体)将电弧5、熔融金属7、熔池8与外部空气隔绝(参见图3)。由此,具有防止氧的混入(即,熔渣的生成)及氮的混入(即,气孔(blowhole)的生成)的作用。

[0080] 焊丝1的前端部由于电弧5的热而熔融成为熔融金属7,其熔滴通过电磁力、重力向熔池8输送。此时,将规则地重复下述状态:熔融金属7从熔池8分离的状态(参照图3的(a))、和熔融金属7与熔池8接触而电学性短路的状态(参照图3的(b))。并且,通过在使焊丝1沿焊接线的方向移动的同时使该现象连续地发生,从而熔池8在焊接线的后方凝固,形成焊接焊道6。

[0081] 在保护气体中使用Ar气体的电弧焊接中,混入熔融金属7、熔池8的氧极少,因此能够得到防止熔渣的生成的效果。但是,由于阴极点剧烈变动,因此有焊接焊道6容易蛇行或容易成为波浪形状的缺点。这里,上述Ar气体的组成是Ar的体积分率为99.0%以上的组成。由上述Ar气体形成的保护气体也称为Ar保护气体。

[0082] 为了解决上述缺点,本发明中,对电弧焊接中的焊丝1和钢板3短路的周期(以下称为短路周期)及短路的频率(以下称为短路频率)进行限定。具体而言,优选使短路周期的最大值 $T_{\text{CYC}}(\text{s})$ 为 $1.5\text{s}$ 以下,并且,使短路频率的平均值(平均短路频率) $F_{\text{AVE}}(\text{Hz})$ 为 $20\sim 300\text{Hz}$ 。

[0083] 通过像这样限定短路周期的最大值及平均短路频率来实现稳定的熔滴转移,能够同时实现熔渣生成的抑制和稳定的电弧放电,能够得到熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$ 及焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$ 在上述范围内的焊接焊道6。

[0084] 对于从焊丝1的前端产生的熔滴而言,体积过大还是过小都会使熔池8变得不稳定。具体而言,在平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$ 小于 $20\text{Hz}$ 的情况下,大粒的熔滴向熔池8移动、短路转移以外的熔滴转移形态(例如,流动转移(streaming transfer mode)等)将不规则地混在。另外,在平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$ 大于 $300\text{Hz}$ 的情况下,虽然熔滴是小粒,但是伴随短路的电弧的再引弧变得过多。由于这样的理由,在任意情况下都会发生熔池8的紊乱,从而难以消除焊接焊道的蛇行及波浪形状。也就是说,通过使平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$ 为 $20\sim 300\text{Hz}$ ,可利用1次的短路使向熔池8输送的熔滴的体积成为与同焊丝1相同直径的球体相同的程度。其结果是,能够使熔滴的移动稳定。

[0085] 为了利用1次的短路消除向熔池8输送的熔滴的体积的不均,从而使焊接焊道的均匀度提高,平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$ 更加优选为 $35\text{Hz}$ 以上,进一步更加优选为 $50\text{Hz}$ 以上。另外,若平均短路频率 $F_{\text{AVE}}$ 大,则有体积小的熔滴在短路及再引弧时作为大量的溅射飞溅的情况,因此更加优选为 $250\text{Hz}$ 以下,进一步更加优选为 $200\text{Hz}$ 以下。

[0086] 另外,若最大短路周期 $T_{\text{CYC}}$ 大于 $1.5\text{s}$ ,则熔滴转移不稳定化,焊道宽度、熔入深度变得不稳定。也就是说,通过使最大短路周期 $T_{\text{CYC}}$ 为 $1.5\text{s}$ 以下,能够得到具有良好形状的焊接焊道6。最大短路周期 $T_{\text{CYC}}$ 是指为了得到电弧焊接接头而进行的焊接道次的短路周期之中的

最大值。也就是说,焊接道次的各短路周期均不大于1.5s。

[0087] 通过像这样限定平均短路频率 $F_{AVE}$ 及最大短路周期 $T_{CYC}$ ,在使用Ar保护气体的电弧焊接中,可规则、稳定地进行熔滴的移动。需要说明的是,为了使上述平均短路频率 $F_{AVE}$ 为20Hz以上,最大短路周期 $T_{CYC}$ 更加优选为1.0s以下。更优选为0.2s以下。另外,最大短路周期 $T_{CYC}$ 只要在平均短路频率 $F_{AVE}$ 为300Hz以下的范围即可,优选为0.004s以上。

[0088] 平均短路频率 $F_{AVE}$ 是指为了得到电弧焊接接头而进行的焊接道次的短路频率的平均值。也就是说,是指利用测定仪器(例如,示波器等)测定焊接道次的电弧电压的推移,测量其电弧电压成为零的次数,用该焊接所需要的时间(s)除次数而得的值(次/s=Hz)。

[0089] 需要说明的是,作为焊接条件的优选范围,例如可举出焊接电流:150~300A、电弧电压:20~35V、Ar气体流量:15~25升/分钟、钢板3与导电嘴之间的距离L(以下称为CTWD):5~30mm。需要说明的是,焊接电流和电弧电压为焊接道次中的平均值。

[0090] 并且,使平均短路频率及最大短路周期为上述范围的方法没有特别限定。例如,通过下述方法能够更有效地得到本发明的效果:赋予如图4所示的利用脉冲电流进行的电流波形控制,将峰电流设为 $I_{PEAK}$ (A)、基电流设为 $I_{BASE}$ (A)、峰期间设为 $t_{PEAK}$ (ms)、上升期间设为 $t_{UP}$ (ms)、下降期间设为 $t_{DOWN}$ (ms)、CTWD设为L(mm)时,由下式(3)算出的 $X(A \cdot s/m)$ 的值满足 $50 \leq X \leq 250$ 。

$$[0091] \quad X = (I_{PEAK} \times t_{PEAK} / L) + (I_{PEAK} + I_{BASE}) \times (t_{UP} + t_{DOWN}) / (2 \times L) \dots$$

[0092] (3)

[0093] 若由式(3)算出的 $X(A \cdot s/m)$ 的值过小,则有发生电弧5的摆动、熔滴转移的不稳定化的情况。另一方面,若 $X$ 的值过大,则有发生焊丝1冲入熔池8、生长的熔滴在短路时飞溅而使焊道形状劣化、溅射附着等情况。因此, $X$ 的值优选为满足 $50 \leq X \leq 250$ 。更优选为 $60 \leq X \leq 230$ 。 $X$ 的值更加优选为80以上,更加优选为200以下。需要说明的是, $X$ 的单位( $A \cdot s/m$ )中的“s”为秒(second), $t_{PEAK}$ 、 $t_{UP}$ 、 $t_{DOWN}$ 的单位(ms)为毫秒(=1/1000秒)。

[0094] 另外,若钢板3与导电嘴之间的距离L的值过小,则焊枪2的损耗剧烈,焊接不稳定化,若过大,则发生电弧5的摆动。因此,L的值优选为5~30mm。更优选为8~20mm。

[0095] 若 $I_{PEAK}$ 的值过小,则不能确保充分的热输入,从而发生焊道形状的劣化,若过大,则引起烧穿(burn through)、导致溅射的增加,因此优选为250~600A。 $I_{PEAK}$ 更优选为400A以上,更优选为500A以下。

[0096] 若 $I_{BASE}$ 的值过小,则电弧不稳定化,若过大,则引起烧穿,因此优选为30~120A。 $I_{BASE}$ 更优选为40A以上,更优选为100A以下。

[0097] 若 $t_{PEAK}$ 的值过小,则不能充分地确保热输入,若过大,则引起烧穿,因此优选为0.1~5.0ms。 $t_{PEAK}$ 更优选为1.0ms以上,更优选为4.5ms以下。

[0098] 若 $t_{UP}$ 及 $t_{DOWN}$ 过小,则诱发电弧的摆动,若过大,则导致焊道形状的劣化,因此分别优选为0.1~3.0ms。 $t_{UP}$ 及 $t_{DOWN}$ 分别更优选为0.5ms以上,更优选为2.5ms以下。

[0099] 虽然未在用于算出 $X$ 的值的式(3)中使用,但是,将脉冲电流的基期间(base time)设为 $t_{BASE}$ (ms),若 $t_{BASE}$ 过小,则熔滴过小,若过大,则熔滴过大,因此在任何的情况下焊接都不稳定化。因此, $t_{BASE}$ 优选为0.1~10.0ms。更优选为1.0ms以上,更优选为8.0ms以下。

[0100] 需要说明的是,本发明中,不需要在脉冲电流的每个周期发生1次短路,只要在1次~多次脉冲中发生1次短路即可。另外,只要在1次~多次脉冲中能够发生1次短路,则脉

冲电流的脉冲频率没有特别限定。

[0101] 本发明中,导入脉冲电流的目的为:(1)在基期间通过采用低电流来抑制电弧的摆动并促进熔滴的稳定生长,(2)在峰期间至下降期间的范围内,通过利用电磁力、Ar保护气体的剪切力将生长的熔滴推入熔池而不是使生长的熔滴从丝离脱,由此来促进短路。

[0102] 本发明不需要供给氧、添加特别的元素。因此,通过使用比含焊药的丝更便宜的实心丝作为焊丝,能够实现工序的低成本化。

[0103] 需要说明的是,能够适合本发明使用的实心丝具有下述丝组成:含有C:0.020~0.250质量%、Si:0.05~1.50质量%、Mn:0.50~3.0质量%、P:0.020质量%以下、S:0.03质量%以下,余量为Fe及不可避免的杂质。实心丝的直径优选为0.4mm~2.0mm。

[0104] 实施例

[0105] 针对本发明的电弧焊接接头及电弧焊接方法,通过实施例进行详细说明。

[0106] 使用具有表1示出的成分的2张钢板(板厚均为2.6mm)进行搭角焊接(参见图1),制作电弧焊接接头。其焊接条件如表2所示。表2中作为丝标记示出的焊丝(直径均为1.2mm)的成分如表4所示。需要说明的是,除表1、4示出成分以外的其他成分为Fe及不可避免的杂质。

[0107] 对所制作的电弧焊接接头实施碱性脱脂、表面调整及磷酸锌系的化学转化处理,以使除焊接部以外的母材平板部的膜厚为15 $\mu$ m的条件进行阳离子电泳涂装后,实施至60循环为止的SAE J2334的腐蚀试验。

[0108] 需要说明的是,焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 和熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$ 通过下述方法算出:从正上方对焊接焊道6的除焊道始终端部10(长度各为15mm)外的区域的表面进行拍摄,测定焊接焊道及熔渣的从上表面的投影面积。在焊接焊道6的长度小于130mm的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的全长的表面。在焊接焊道6的长度为130mm以上的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的任意的部位(长度为100mm)的表面。使用算出的焊道表面积 $S_{\text{BEAD}}$ 及熔渣表面积 $S_{\text{SLAG}}$ 的值、和上述式(1),求出熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$ 。求出的熔渣被覆面积率 $S_{\text{RATIO}}$ 在表3示出。

[0109] 同样地,焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$ 和最小值 $W_{\text{MIN}}$ 通过下述方法测定:拍摄焊接焊道6的除焊道始终端部10(各长度为15mm)外的区域的表面,对得到的照片进行解析。在焊接焊道6的长度小于130mm的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的全长的表面。在焊接焊道6的长度为130mm以上的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的任意的部位(长度为100mm)的表面。使用测定的焊道宽度的最大值 $W_{\text{MAX}}$ 及最小值 $W_{\text{MIN}}$ 的各值、和上述式(2),求出焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$ 。求出的焊道宽度比率 $W_{\text{RATIO}}$ 在表3示出。

[0110] 另外,清洁宽度的最大值 $M_{\text{MAX}}$ 和最小值 $M_{\text{MIN}}$ 也同样地通过下述方法测定:拍摄焊接焊道6的除焊道始终端部10(长度各为15mm)外的区域的表面,对得到的照片进行解析。在焊接焊道6的长度小于130mm的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的全长的表面。在焊接焊道6的长度为130mm以上的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的任意的部位(长度为100mm)的表面。测定的清洁宽度的最大值 $M_{\text{MAX}}$ 及最小值 $M_{\text{MIN}}$ 的各值在表3示出。

[0111] 表3示出的“耐腐蚀性”的评价通过如下方法进行。

[0112] 首先,将腐蚀试验后的电弧焊接接头浸渍于浸渍用剥离剂并剥离电泳涂装后,依照IS08407除去腐蚀生成物。然后,在包含焊接焊道6的焊道始终端部10(长度各为15mm)的情况下,拍摄除焊道始终端部10外的区域的表面,对得到的照片进行解析来测定自焊道止端部9起的最大腐蚀宽度 $H_{\text{MAX}}$ 。耐腐蚀性的评价按照以下的基准进行,分别赋予标记A~C、F。

[0113] 需要说明的是,表3中,“标记A”为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度 $H_{MAX}$ 小于3.0mm”的情况。“标记B”为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度 $H_{MAX}$ 为3.0mm以上且小于4.5mm”的情况。“标记C”为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度 $H_{MAX}$ 为4.5mm以上且小于6.0mm”的情况。“标记F”为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度 $H_{MAX}$ 为6.0mm以上”的情况。标记A表示最优异,然后优异度以B、C的顺序递减,标记F表示较差。

[0114] 这里,如图5所示,“焊道始终端部”是指从焊道始端(焊接开始位置)沿焊接线上向焊道终端(焊接结束位置)方向15mm以内的区域、从焊道终端沿焊接线上向焊道始端方向15mm以内的区域。“焊道止端部”是指焊接焊道的在与焊接线垂直的方向上的焊接金属与未熔融的母材钢板的边界。

[0115] 评价结果在表3示出。

[0116] [表1]

钢板的 拉伸强度	钢板的成分(质量%)				
	C	Si	Mn	P	S
980MPa	0.060	0.71	1.80	0.006	0.001
440MPa	0.055	0.02	1.35	0.011	0.001

[0118] [表2]

[0119]

No.	焊接电流	电弧电压	焊接速度	L	保护气体	钢板的拉伸强度	丝的标记	熔滴转移形态	F <sub>AVE</sub>	T <sub>CYC</sub>	脉冲	I <sub>PEAK</sub>	I <sub>BASE</sub>	t <sub>PEAK</sub>	t <sub>UP</sub>	t <sub>DOWN</sub>	t <sub>BASE</sub>	X <sup>*1</sup>	备注
	A	V	cm/min	mm		MPa			Hz	s		A	A	ms	ms	ms	ms	A·s/m	
1	160	22.0	70	15	Ar-20%CO <sub>2</sub>	980	W1	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	5.6	78.3	比较例
2	157	21.6	70	15	Ar-20%CO <sub>2</sub>	980	W1	短路	53	0.05	无	—	—	—	—	—	—	—	比较例
3	245	19.6	90	10	100%Ar	440	W1	短路	23	0.48	无	—	—	—	—	—	—	—	比较例
4	268	23.8	70	15	100%Ar	980	W1	短路	43	1.59	无	—	—	—	—	—	—	—	比较例
5	189	22.8	70	15	Ar-5%CO <sub>2</sub>	980	W1	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	3.7	78.3	本发明例
6	171	20.3	50	10	Ar-5%CO <sub>2</sub>	980	W2	短路	91	0.01	无	—	—	—	—	—	—	—	本发明例
7	190	22.8	70	15	Ar-5%CO <sub>2</sub>	440	W2	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	3.6	78.3	本发明例
8	197	23.0	70	15	Ar-3%CO <sub>2</sub>	980	W1	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	3.3	78.3	本发明例
9	254	21.9	120	15	Ar-3%CO <sub>2</sub>	980	W2	喷淋	—	—	有	500	50	2.0	0.8	0.8	2.6	96.0	本发明例
10	219	22.0	70	10	Ar-3%CO <sub>2</sub>	440	W2	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	2.4	117.5	本发明例
11	220	21.5	70	10	Ar-1%CO <sub>2</sub>	980	W1	喷淋	—	—	有	450	50	1.5	1.0	1.0	2.4	117.5	本发明例
12	209	22.1	50	10	Ar-1%CO <sub>2</sub>	980	W1	喷淋	—	—	有	500	50	1.5	1.0	1.0	3.1	130.0	本发明例
13	237	27.1	70	10	100%Ar	980	W1	短路	47	0.06	有	450	50	1.5	1.0	1.0	1.9	117.5	本发明例
14	295	25.6	70	10	100%Ar	980	W1	短路	70	0.04	有	450	50	1.5	1.0	1.0	0.6	117.5	本发明例
15	226	25.4	70	10	100%Ar	980	W1	短路	87	0.01	有	550	50	2.0	1.0	1.0	4.5	170.0	本发明例
16	213	20.8	70	15	100%Ar	980	W1	短路	91	0.01	有	450	80	1.5	1.0	1.0	2.6	78.3	本发明例
17	235	21.0	70	10	100%Ar	980	W2	短路	88	0.01	有	450	50	3.0	2.0	2.0	3.8	235.0	本发明例

极性=直流反极性

气体流量=15L/min

\*1.  $X = (I_{PEAK} \times t_{PEAK} / L) + (I_{PEAK} + I_{BASE}) \times (t_{UP} + t_{DOWN}) / (2 \times L)$

[0120]

[表3]

No.	S <sub>RATIO</sub>	W <sub>RATIO</sub>	M <sub>MAX</sub>	M <sub>MIN</sub>	H <sub>MAX</sub>	评价 *2	备注
	%	%	mm	mm	mm		
1	36.1	89	0.1	0.1	8.5	F	比较例
2	20.1	92	0.1	0.1	8.1	F	比较例
3	1.7	56	6.5	2.9	6.3	F	比较例
4	1.0	40	9.3	3.0	6.9	F	比较例
5	12.0	90	0.1	0.1	4.8	C	本发明例
6	14.6	85	0.2	0.2	5.6	C	本发明例
7	8.5	96	1.1	1.0	4.1	B	本发明例
8	8.3	90	0.6	0.5	4.4	B	本发明例
9	6.1	82	0.6	0.6	3.6	B	本发明例
10	2.5	91	1.8	1.4	2.9	A	本发明例
11	1.3	87	2.5	2.0	2.7	A	本发明例
12	1.9	90	2.4	2.2	2.7	A	本发明例
13	1.0	73	5.5	4.0	2.0	A	本发明例
14	1.0	82	6.1	4.1	0.5	A	本发明例
15	1.0	64	6.5	4.0	2.5	A	本发明例
16	1.0	66	7.8	6.7	2.4	A	本发明例
17	1.0	85	5.6	3.2	1.9	A	本发明例

[0122] \*2. 评价

[0123] A为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度H<sub>MAX</sub>小于3.0mm”的情况。

[0124] B为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度H<sub>MAX</sub>为3.0mm以上且小于4.5mm”的情况。C为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度H<sub>MAX</sub>为4.5mm以上且小于6.0mm”的情况。F为“自焊道止端部起的最大腐蚀宽度H<sub>MAX</sub>为6.0mm以上”的情况。

[0125] [表4]

丝 标记	焊丝的成分(质量%)				
	C	Si	Mn	P	S
W1	0.068	0.57	1.06	0.006	0.006
W2	0.054	0.90	1.37	0.005	0.015

[0127] 由表2~表3可见,作为本发明例而示出的焊接No.5~17的S<sub>RATIO</sub>为15%以下,并且,W<sub>RATIO</sub>为60%以上,因此能够得到耐腐蚀性优异的电弧焊接接头。

[0128] 这些本发明例之中的焊接No.7~17的M<sub>MIN</sub>为0.5mm以上,因此能够得到耐腐蚀性更优异的电弧焊接接头。

[0129] 与此相对,作为比较例的焊接No.1、2的S<sub>RATIO</sub>大于15%,因此焊接No.3、4中W<sub>RATIO</sub>低于60%,因此化学转化处理性及电泳涂装性劣化,其结果是,电弧焊接接头的耐腐蚀性也劣化。

[0130] 另外,根据作为本发明例的焊接No.5~17的数据,确认到使用超高张力钢用的焊丝(表4中的丝标记W1)和软钢用的焊丝(表4中的丝标记W2)中的任意均能够得到耐腐蚀性优异的电弧焊接接头。

[0131] 附图标记说明

[0132] 1 焊丝

[0133] 2 焊枪

- [0134] 3 钢板(母材)
- [0135] 4 清洁区域
- [0136] 5 电弧
- [0137] 6 焊接焊道
- [0138] 7 熔融金属(熔滴)
- [0139] 8 熔池
- [0140] 9 焊道止端部
- [0141] 10 焊道始终端部

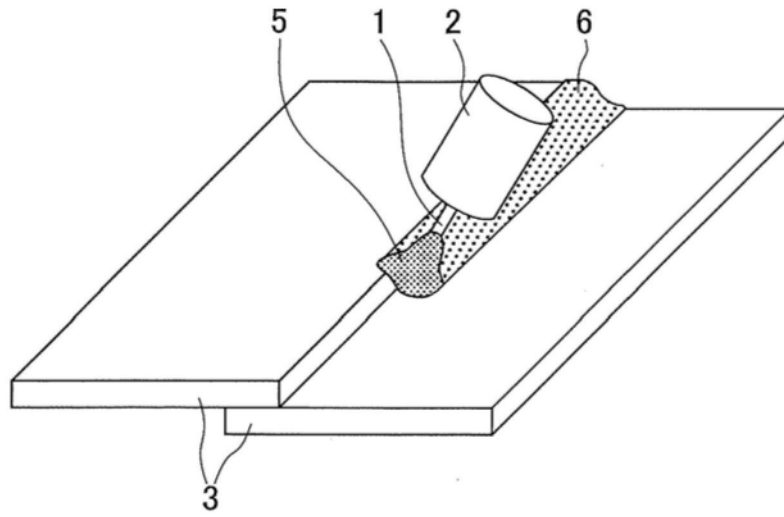


图1

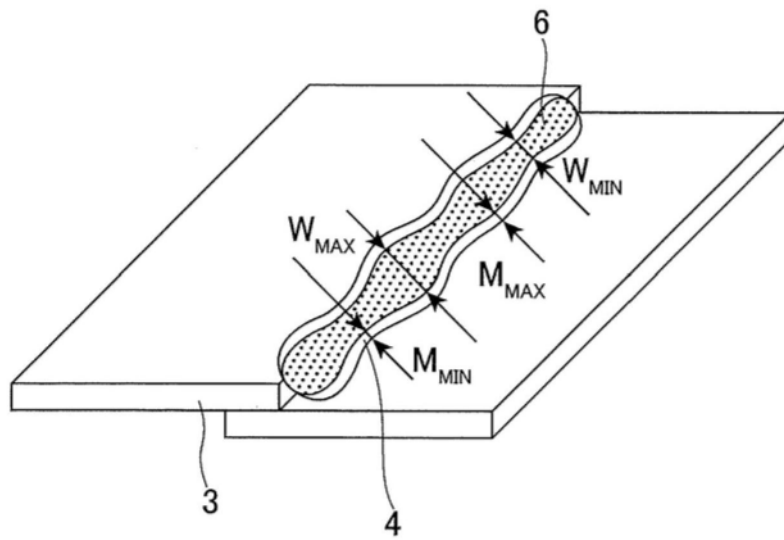
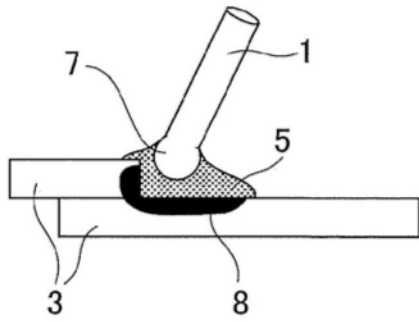


图2

(a)



(b)

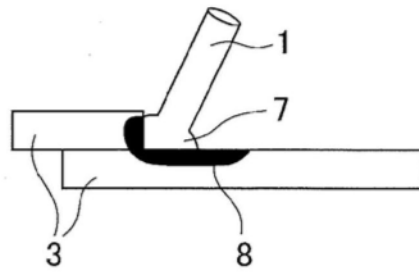


图3

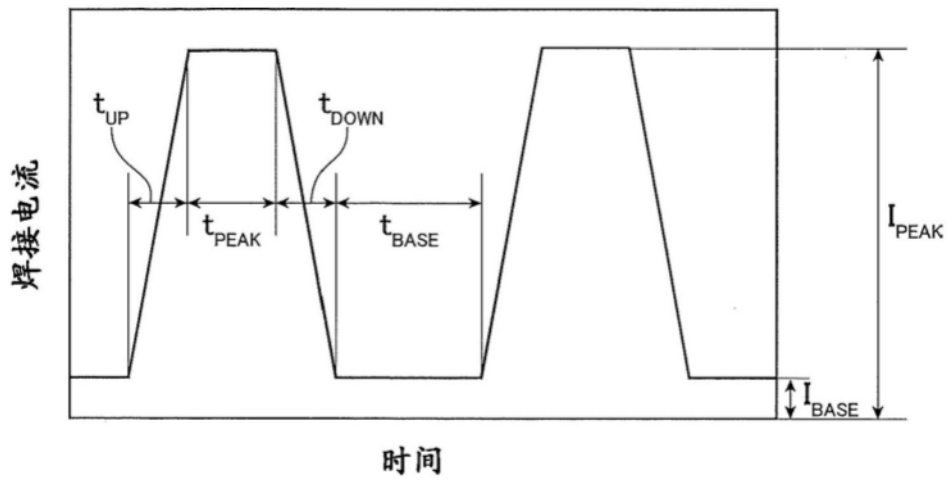


图4

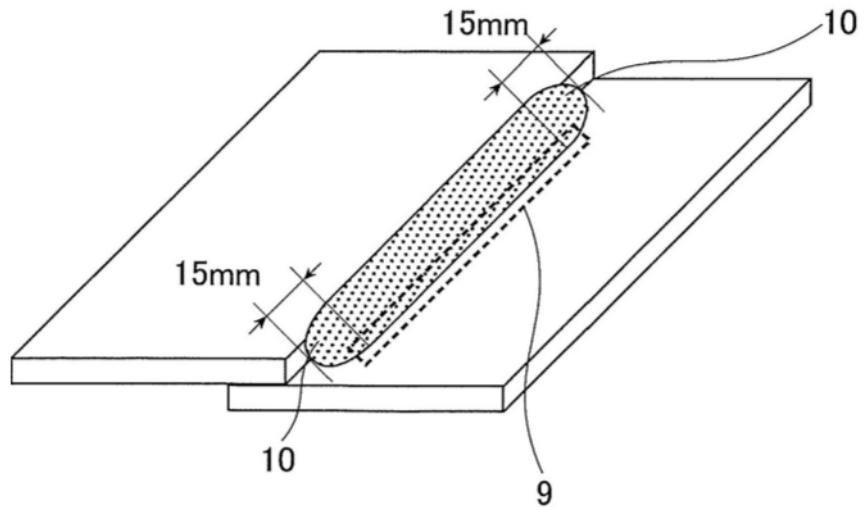


图5