



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118696144 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 24

(21) 申请号 202380017726.3

(22) 申请日 2023.01.26

(30) 优先权数据

2022-013460 2022.01.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/002441 2023.01.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/145824 JA 2023.08.03

(71) 申请人 日本制铁株式会社

地址 日本

(72) 发明人 浦中将明 光延卓哉 松叶正宽

中村登代充

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 白银环

(51) Int.Cl.

C23C 2/06 (2006.01)

B23K 9/23 (2006.01)

B23K 26/322 (2006.01)

B23K 35/30 (2006.01)

C22C 18/04 (2006.01)

C22C 21/10 (2006.01)

C23C 2/12 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

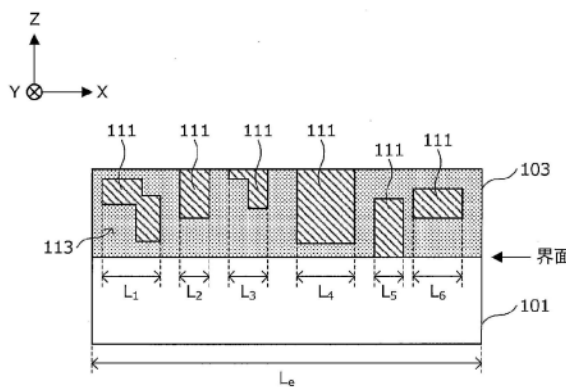
权利要求书2页 说明书19页 附图4页

(54) 发明名称

焊接接头

(57) 摘要

本发明进一步提高焊趾附近部的耐腐蚀性。本发明的焊接接头具有第1钢板和第2钢板、以及通过电弧焊接或激光焊接形成的焊道部,第1钢板或第2钢板的至少任一者在非热影响部具有由规定的成分构成的镀层和位于镀层上的氧化物层,在从与焊道部的延伸方向正交且离开焊趾的方向上距焊趾1mm的位置起到与延伸方向正交且离开焊趾的方向上距焊趾2mm的位置为止的区域中,镀层具有 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、或者MgZn相中的至少任一者作为圆当量直径为 $0.5\mu m$ 以上的含金属Zn相,将含金属Zn相分别投影于钢基与镀层之间的界面时的与延伸方向正交的方向的长度的总和 L_t 为界面的长度 L_e 的10%以上。



1. 一种焊接接头,其是通过电弧焊接或激光焊接对第1钢板和第2钢板进行焊接而成的,该焊接接头具有:

所述第1钢板和所述第2钢板;以及

通过所述电弧焊接或激光焊接而形成的焊道部,

在所述第1钢板和所述第2钢板中,在将没有由所述焊接造成的热影响的部位设为非热影响部时,所述第1钢板或所述第2钢板中的至少任一者在所述非热影响部具有位于钢基的表面的至少局部的镀层和位于该镀层上的氧化物层,

所述镀层以质量%计含有

Al:1.00~80.00%、

Mg:1.00~20.00%、

Fe:0.01~15.00%、

Si:0~10.00%、

Ca:0~4.00%、

进一步选择性地含有总和为0~5.000%的Sb:0~0.500%、

Pb:0~0.500%、

Cu:0~1.000%、

Sn:0~1.000%、

In:0~1.000%、

Bi:0~1.000%、

Ti:0~1.000%、

Cr:0~1.000%、

Nb:0~1.000%、

Zr:0~1.000%、

Ni:0~1.000%、

Mn:0~1.000%、

V:0~1.000%、

Mo:0~1.000%、

Ag:0~1.000%、

Li:0~1.000%、

La:0~0.500%、

Ce:0~0.500%、

B:0~0.500%、

Y:0~0.500%、

Sr:0~0.500%、

余量为5.00质量%以上的Zn以及杂质,

在从与所述焊道部的延伸方向正交且离开焊趾的方向上距该焊趾1mm的位置起到与所述延伸方向正交且离开所述焊趾的方向上距所述焊趾2mm的位置为止的区域中,所述区域中的所述镀层具有 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、或者MgZn相中的至少任一者作为圆当量直径为0.5 μm 以上的含金属Zn相,所述焊趾是JIS Z3001(2018)所规定的焊趾,并且,

在利用电子显微镜对沿着与所述延伸方向正交的方向剖切所述区域而得到的截面进行观察时,将所述含金属Zn相分别投影于所述钢基与所述镀层之间的界面时的与所述延伸方向正交的方向的长度的总和 L_t 为所述界面的长度 L_e 的10%以上。

2. 根据权利要求1所述的焊接接头,其中,
所述总和 L_t 相对于所述界面的长度 L_e 的比例为20%以上。

3. 根据权利要求1或2所述的焊接接头,其中,
在利用X射线光电子能谱法(XPS)对距所述氧化物层的最表面的深度为5nm的位置进行观察时,由分别归属于Al-O键、Mg-O键和Zn-O键的峰的强度算出的强度比($[Al-O]+[Mg-O]$)/ $[Zn-O]$ 的值为5.0以上。

4. 根据权利要求3所述的焊接接头,其中,
所述强度比($[Al-O]+[Mg-O]$)/ $[Zn-O]$ 的值为10.0以上。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的焊接接头,其中,
所述非热影响部中的所述镀层至少含有
Al:18.00~60.00质量%、
Mg:5.00~15.00质量%。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的焊接接头,其中,
所述非热影响部中的所述镀层至少含有
Al:35.00~60.00质量%、
Mg:7.00~15.00质量%,并且,

在所述镀层中存在 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相,
所述 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相中的Mg含量[Mg]、Zn含量[Zn]和Al含量[Al]满足 $0.50 \leq [Mg]/([Zn]+[Al]) \leq 0.83$ 的关系,所述Mg含量[Mg]、Zn含量[Zn]和Al含量[Al]各自的单位是原子%。

焊接接头

技术领域

[0001] 本发明涉及焊接接头。

背景技术

[0002] 以汽车的行走构件为代表的汽车构件、各种建材构件大多是使用将多个钢材焊接而成的焊接接头来制造的。这些汽车构件和建材构件在暴露于各种环境的基础上使用,因此期望所制造的焊接接头具有优异的耐腐蚀性。因此,作为该焊接接头的坯料,使用以合金化热浸镀锌钢板等为代表的各种镀锌系钢板。

[0003] 在此,作为对镀锌钢板进行焊接来制造焊接接头的情况下特有的问题,存在由JIS Z3001(2018)规定的“焊趾”的附近的、焊接时的镀覆中的Zn蒸发所引起的耐腐蚀性的降低。

[0004] 为了解决上述那样的气孔形成问题,以往提出了各种方案。例如在以下的专利文献1中,提出了一种镀覆钢材,其具有钢板和配置于钢板的表面且包含Zn-Al-Mg合金层的镀层,在Zn-Al-Mg合金层的截面中,MnZn₂相的面积分数为45~75%,MgZn₂相和Al相的总面积分数为70%以上,且Zn-Al-MgZn₂三元共晶组织的面积分数为0~5%,镀层具有规定的化学组成。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2018/139620号

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 在此,通过使用上述专利文献1中提出的镀覆钢材,能够解决气孔形成问题。然而,本发明人等进行了深入研究,结果发现,上述专利文献1中提出的技术尚有改良的余地,关于以镀锌钢板为坯料的焊接接头中的焊趾附近部的耐腐蚀性,能够期待进一步的改善。

[0010] 因此,本发明是鉴于上述问题而完成的,本发明的目的在于提供能够进一步提高焊趾附近部的耐腐蚀性的焊接接头。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 为了解决上述课题,本发明人等进行了深入研究,结果想到,与焊接相伴随的焊趾附近部的耐腐蚀性的降低的原因在于,不仅是与Zn的蒸发相伴随的气孔形成,而且是在焊接时镀覆中的Zn蒸发或氧化,由此在镀覆中不会残留作为金属Zn发挥功能的相。因此发现:若能够在实施焊接之后也使金属Zn残留于焊趾附近部,则能够通过金属Zn所具有的牺牲防蚀性来进一步提高焊趾附近部的耐腐蚀性。

[0013] 基于该见解,本发明人等进行了进一步的研究,通过对作为坯料的镀覆钢板的改良和适当的焊接条件进行研究,发现了即使在电弧焊接、激光焊接等焊接后也能够使作为金属Zn发挥功能的相残留在焊趾附近部的镀覆中的技术。

[0014] 基于该见解而完成的本发明的主旨如下所述。

[0015] (1) 一种焊接接头,其是通过电弧焊接或激光焊接对第1钢板和第2钢板进行焊接而成的,该焊接接头具有:所述第1钢板和所述第2钢板;以及通过所述电弧焊接或激光焊接而形成的焊道部,在所述第1钢板和所述第2钢板中,在将没有由所述焊接造成的热影响的部位设为非热影响部时,所述第1钢板或所述第2钢板中的至少任一者在所述非热影响部具有位于钢基的表面的至少局部的镀层和位于该镀层上的氧化物层,所述镀层以质量%计含有Al:1.00~80.00%、Mg:1.00~20.00%、Fe:0.01~15.00%、Si:0~10.00%、Ca:0~4.00%,进一步选择性地含有总和为0~5.000%的Sb:0~0.500%、Pb:0~0.500%、Cu:0~1.000%、Sn:0~1.000%、In:0~1.000%、Bi:0~1.000%、Ti:0~1.000%、Cr:0~1.000%、Nb:0~1.000%、Zr:0~1.000%、Ni:0~1.000%、Mn:0~1.000%、V:0~1.000%、Mo:0~1.000%、Ag:0~1.000%、Li:0~1.000%、La:0~0.500%、Ce:0~0.500%、B:0~0.500%、Y:0~0.500%、Sr:0~0.500%,余量为5.00质量%以上的Zn以及杂质,在从与所述焊道部的延伸方向正交且离开焊趾的方向上距该焊趾1mm的位置起到与所述延伸方向正交且离开所述焊趾的方向上距所述焊趾2mm的位置为止的区域中,所述区域中的所述镀层具有 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、或者MgZn相中的至少任一者作为圆当量直径为 $0.5\mu m$ 以上的含金属Zn相,所述焊趾是JIS Z3001(2018)所规定的焊趾,并且,在利用电子显微镜对沿着与所述延伸方向正交的方向剖切所述区域而得到的截面进行观察时,将所述含金属Zn相分别投影于所述钢基与所述镀层之间的界面时的与所述延伸方向正交的方向的长度的总和 L_t 为所述界面的长度 L_e 的10%以上。

[0016] (2) 根据(1)所述的焊接接头,其中,所述总和 L_t 相对于所述界面的长度 L_e 的比例为20%以上。

[0017] (3) 根据(1)或(2)所述的焊接接头,其中,在利用X射线光电子能谱法(XPS)对距所述氧化物层的最表面的深度为5nm的位置进行观察时,由分别归属于Al-O键、Mg-O键和Zn-O键的峰的强度算出的强度比 $([Al-O]+[Mg-O])/[Zn-O]$ 的值为5.0以上。

[0018] (4) 根据(3)所述的焊接接头,其中,所述强度比 $([Al-O]+[Mg-O])/[Zn-O]$ 的值为10.0以上。

[0019] (5) 根据(1)~(4)中任一项所述的焊接接头,其中,所述非热影响部中的所述镀层至少含有Al:18.00~60.00质量%、Mg:5.00~15.00质量%。

[0020] (6) 根据(1)~(5)中任一项所述的焊接接头,其中,所述非热影响部中的所述镀层至少含有Al:35.00~60.00质量%、Mg:7.00~15.00质量%,并且,在所述镀层中存在 $Mg_{32}(Al,Zn)_{49}$ 相,所述 $Mg_{32}(Al,Zn)_{49}$ 相中的Mg含量[Mg]、Zn含量[Zn]和Al含量[Al](各单位:原子%)满足 $0.50 \leq [Mg]/([Zn]+[Al]) \leq 0.83$ 的关系。

[0021] 发明的效果

[0022] 如以上说明那样,根据本发明,在将镀覆钢板作为坯料的焊接接头中,能够进一步提高焊趾附近部的耐腐蚀性。

附图说明

[0023] 图1A是示意性地表示本发明的实施方式的焊接接头的结构的一例的说明图。

[0024] 图1B是示意性地表示其他实施方式的焊接接头的结构的一例的说明图。

[0025] 图1C是示意性地表示其他实施方式的焊接接头的结构的一例的说明图。

- [0026] 图2是用于说明图1A所示的实施方式的焊接接头的说明图。
- [0027] 图3是用于说明该实施方式的焊接接头的说明图。
- [0028] 图4是用于说明该实施方式的焊接接头的说明图。
- [0029] 图5是用于说明XPS测量结果中的峰的强度的说明图。
- [0030] 图6是用于说明该实施方式的焊接接头的说明图。

具体实施方式

[0031] 下面,参照附图对本发明的优选实施方式进行详细说明。此外,在本说明书和附图中,对于实质上具有相同的功能结构的构成要素,通过标注相同的附图标记而省略重复说明。

[0032] (关于焊接接头)

[0033] 首先,参照图1A对本发明的实施方式的焊接接头的整体结构进行说明。图1A是示意性地表示本实施方式的焊接接头的结构的一例的说明图。

[0034] 此外,以下,为了方便,使用图1A所示那样的坐标系适当地进行说明。另外,在图1A中,以通过电弧焊接对两个钢板进行焊接而成的焊接接头为例进行图示。在通过激光焊接对两个钢板进行焊接而成的焊接接头中,虽然焊道部的详细形状等不同,但也具有与图1A相同的结构。

[0035] 图1A示意性地示出了通过电弧焊接对第1钢板和第2钢板进行搭接角焊而得到的焊接接头的整体结构,示出了与焊道部的延伸方向垂直的焊接接头的截面。如图1A示意性所示,本实施方式的焊接接头1具有第1钢板10、第2钢板20和焊道部30。

[0036] 在此,作为构成焊接接头1的第1钢板10和第2钢板20中的至少一者的坯料,优选使用各种镀覆钢板,作为构成焊接接头1的第1钢板10和第2钢板20这两者的坯料,更优选使用具有以下详述的镀层的镀覆钢板。

[0037] 另外,焊道部30是通过电弧焊接形成的部位,在焊接时,在根据需要使用的焊丝与作为坯料的第1钢板10和第2钢板20之间产生构成元素的相互扩散。焊道部30是该扩散元素被氧化而形成的。因而,在图1A中,为了便于图示,焊道部30与第1钢板10或第2钢板20之间的接合界面被示出为平面(使用直线),但是实际的接合界面是复杂的曲面。另外,该焊道部30沿着图中的Y轴方向延伸,并且第1钢板10和第2钢板20通过焊道部30接合。

[0038] 此外,构成该焊道部30的成分根据所使用的焊丝的种类、作为坯料的第1钢板10、第2钢板20的化学组成等而变化,因此难以唯一地确定包罗全部可能性的成分。然而,该焊道部30一般以构成作为坯料的镀覆钢板的各种元素中容易被氧化的元素的氧化物为主成分。作为这样的容易被氧化的元素,例如可举出Al、Mg等。

[0039] 另外,在确定所关注的焊接接头1中的属于焊道部30的部位的情况下,例如如以下那样实施测量即可。即,准备具有焊道部30的试样,以与焊接方向(图1A中的Y轴方向)正交的面(图1A中的X-Z平面)剖切该试样,以能够观察焊道部30的截面(图1A中的X-Z截面)的方式对该试样进行树脂埋入研磨。在研磨后,使用扫描型电子显微镜(Scanning Electron Microscope:SEM)观察焊道部30的截面,使用SEM-EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy:能量色散型X射线分析装置)得到各种元素(Zn、Al、Mg、Fe、Cr、Ni、Ti等)的元素分布像,由此能够确定在焊道部上存在的熔渣层。位于比这样确定的熔渣层的部位靠钢

板侧的部位成为焊道部。

[0040] 此外,焊接时生成的氧化物大致分为氧化皮和熔渣两种。氧化皮以去除氧时的质量%计含有50%以上的Fe,余量为容易被氧化的元素以及杂质。另外,熔渣以去除氧时的质量%计含有50%以上的容易被氧化的元素,余量为低于50质量%的Fe以及杂质。在此,“容易被氧化的元素”是指,在埃林厄姆(Ellingham)图中被认为比Fe更容易氧化的金属元素,并且是能够添加到镀层中的金属元素。作为该容易被氧化的金属元素的具体例,可举出Ca、In、Bi、Cr、Zr、Li、La、Ce、Sr、Y、Si、Mn、Al、Ti。

[0041] 在此,在JIS Z3001(2018)中,母材的表面与焊道的表面相交的点被规定为“焊趾”。在如图1A所示的焊接接头1中,焊道部30的表面与第1钢板10或第2钢板20的表面相交的点对应于“焊趾”。本实施方式的焊接接头1关注了该焊趾T的附近部的耐腐蚀性。

[0042] 另外,该“焊趾T”不仅在图1A那样的搭接角焊接头中被规定,而且在图1B所示的对接焊接接头、图1C所示的T字焊接接头等中,也同样地被规定。

[0043] <关于非热影响部>

[0044] 接着,参照图2,详细说明本实施方式的焊接接头1中的、没有由焊接造成的热影响的部位的结构。图2是示意性地表示与焊道部30的延伸方向垂直的焊接接头1的截面的图。

[0045] 在以下的说明中,将焊接接头1中的没有由焊接造成的热影响的部位称为“非热影响部”。在图2所示的焊接接头1中,例如由图中的虚线包围那样的、与焊趾T附近充分分离的区域R1对应于该非热影响部。这样的非热影响部的位置例如能够被认为是从图2所示的焊趾T向与焊道部30的延伸方向(图2中的Y轴方向)正交且与焊趾T分离的方向(图2中的X轴方向)上离开例如3mm以上的区域。

[0046] 图3是示意性表示非热影响部R1的与板厚方向平行的截面的局部的图。如图3示意性所示,第1钢板10或第2钢板20中的至少任一者的非热影响部R1具有钢基101、位于钢基101的表面的至少局部的镀层103和位于该镀层103上的氧化物层105。此外,在本实施方式的焊接接头1中,上述那样的镀层103和氧化物层105可以存在于钢基101中的一侧的表面上,但更优选存在于钢基101的两侧的表面。

[0047] 以下,分别对这些钢基101、镀层103和氧化物层105进行详细说明。

[0048] 《关于钢基101》

[0049] 在本实施方式的焊接接头1中,与作为坯料的镀覆钢板的母材对应的钢基101并不特别限定。根据焊接接头1所要求的机械强度(例如拉伸强度)等,能够使用各种钢板作为钢基101。作为这样的钢板,例如,可举出各种Al镇静钢、含有Ti、Nb等的超低碳钢、在超低碳钢中进一步含有P、Si、Mn等强化元素而成的高强度钢等那样的各种钢板。

[0050] 另外,关于钢基101的厚度并不特别限定,能够根据焊接接头1所要求的机械强度等而适当设定。

[0051] 《关于镀层103》

[0052] 如图3示意性所示,镀层103设于钢基101的表面的至少局部,更优选遍及钢基101的整个表面而设置。该镀层103来自于作为焊接接头1的坯料的镀覆钢板所具有的镀层。

[0053] 以下,首先,详细说明该镀层103的化学组成。

[0054] ◇关于镀层103的化学组成

[0055] 本实施方式的镀层103的化学组成以质量%计含有Al:1.00~80.00%、Mg:1.00~

20.00%、Fe:0.01~15.00%、Si:0~10.00%、Ca:0~4.00%，余量为5.00质量%以上的Zn以及杂质。也就是说，在本实施方式的镀层103的化学组成中，Al、Mg、Fe、Si、Ca的含量在上述范围内，且这些含量的总和低于100质量%，余量为5.00质量%以上的Zn以及杂质。

[0056] 以下，详细说明这些成分和其含量。

[0057] [Al:1.00~80.00质量%]

[0058] Al是构成本实施方式的镀层103的主相(Zn-Al-Mg系合金相)所必需的元素。为了确保非热影响部的耐腐蚀性，以规定以上的含量含有Al。在镀层103中的Al含量低于1.00质量%的情况下，无法确保上述那样的非热影响部的耐腐蚀性。因此，在本实施方式的镀层103中，Al含量为1.00质量%以上。Al含量优选为18.00质量%以上，更优选为35.00质量%以上。通过使Al含量在上述那样的范围内，能够确保非热影响部的耐腐蚀性。

[0059] 另一方面，在镀层103中的Al含量大于80.00质量%的情况下，在放置于腐蚀环境的情况下作为阴极发挥功能的Al相会过度增加，钢基的腐蚀容易进行，因此无法确保非热影响部的耐腐蚀性。因此，在本实施方式的镀层103中，Al含量为80.00质量%以下。Al含量优选为60.00质量%以下，更优选为50.00质量%以下。

[0060] [Mg:1.00~20.00质量%]

[0061] Mg是构成本实施方式的镀层103的主相(Zn-Al-Mg系合金相)所必需的元素。为了确保非热影响部的耐腐蚀性，以规定以上的含量含有Mg。因此，在本实施方式的镀层103中，Mg含量为1.00质量%以上。Mg含量优选为5.00质量%以上，更优选为7.00质量%以上。通过使Mg含量在上述那样的范围内，能够确保非热影响部的耐腐蚀性。

[0062] 另一方面，在镀层103中的Mg含量大于20.00质量%的情况下，在放置于腐蚀环境的情况下镀层的阳极溶解容易进行，因此，无法确保非热影响部的耐腐蚀性。因此，在本实施方式的镀层103中，Mg含量为20.00质量%以下。Mg含量优选为15.00质量%以下，更优选为13.00质量%以下。通过使Mg含量在上述那样的范围内，能够可靠地确保非热影响部的耐腐蚀性。

[0063] [Fe:0.01~15.00质量%]

[0064] 在镀层103中，有时会从作为母材的钢基101混入构成钢基101的元素。特别是，在通过热浸镀法形成镀层103的情况下，由于钢基101与镀层103之间的固液反应引起的元素的相互扩散，因此构成钢基101的元素容易混入镀层103。通过这样的元素的混入，而在镀层103中含有规定量的Fe，其含量通常为0.01质量%以上。若促进上述相互扩散，则钢基101与镀层103的密合性提高。从提高钢基101与镀层103的密合性的观点出发，镀层103中的Fe含量优选为0.20质量%以上。

[0065] 另外，在不损害本发明的效果的范围内，也可以在制造镀层103时使用的镀浴中有意地添加Fe。但是，在镀层103中的Fe含量为15.00质量%以上的情况下，在镀浴中形成Fe和Al的高熔点的金属间化合物，该高熔点的金属间化合物作为浮渣附着于镀层而使外观品质显著降低，因此不优选。从该观点出发，通过调整镀浴中的Fe含量，从而使镀层103中的Fe含量为15.00质量%以下。镀层103中的Fe含量更优选为10.00质量%以下。

[0066] [Si:0~10.00质量%]

[0067] Si是能够抑制在镀层与钢基的界面形成的Fe-Al系金属间化合物的过量生长，并提高镀层与钢基的密合性的元素。为了抑制Fe-Al系金属间化合物的过量生长，Si的含量优

选为0.05质量%以上,更优选为0.20质量%以上。另一方面,在Si的含量超过10.00质量%的情况下,过量地形成Si和Mg的高熔点的金属间化合物,阻碍具有Zn蒸发抑制效果的Al-Mg氧化膜的形成,因此难以抑制焊接时的Zn蒸发。

[0068] 另一方面,在用于制造镀层103的镀浴中的Si含量过多的情况下,镀浴的粘性有可能增加到超出必要程度而导致镀覆操作性降低。因此,从镀覆操作性的观点出发,通过调整镀浴中的Si含量,从而镀层103中的Si含量成为10.00质量%以下。镀层103中的Si含量优选为5.00质量%以下,更优选为2.00质量%以下。

[0069] [Ca:0~4.00质量%]

[0070] 当Ca包含在镀层103中时,Ca与Al和Zn形成金属间化合物相。并且,在镀层103中与Ca一起含有Si的情况下,Ca与Si形成金属间化合物。这些金属间化合物的熔点较高,是稳定的结构,因此能够抑制由镀覆钢板的焊接时的Zn蒸发引起的气孔的形成和LME。该焊接时的气孔形成和LME的抑制效果通过使Ca含量为0.01质量%以上而显现出来。镀层103中的Ca含量更优选为0.10质量%以上。

[0071] 另一方面,在镀层103中的Ca含量超过4.00质量%的情况下,非热影响部的耐腐蚀性降低。从该观点出发,镀层103中的Ca含量为4.00质量%以下。镀层103中的Ca含量优选为2.50质量%以下,更优选为1.50质量%以下。

[0072] 在镀层103中,上述Al、Mg、Fe、Si、Ca的余量为5.00质量%以上的Zn和杂质。

[0073] Zn是构成本实施方式的镀层103的主相(Zn-Al-Mg系合金相)所必需的元素,是用于提高非热影响部的耐腐蚀性的重要元素。该非热影响部的耐腐蚀性的提高效果是通过使Zn的含量为5.00质量%以上而显现出来的,因此Zn的含量为5.00质量%以上。

[0074] 另外,也可以是,本实施方式的镀层103代替余量的Zn的一部分,而进一步选择性地含有总和为0~5.000%的Sb:0~0.500%、Pb:0~0.500%、Cu:0~1.000%、Sn:0~1.000%、In:0~1.000%、Bi:0~1.000%、Ti:0~1.000%、Cr:0~1.000%、Nb:0~1.000%、Zr:0~1.000%、Ni:0~1.000%、Mn:0~1.000%、V:0~1.000%、Mo:0~1.000%、Ag:0~1.000%、Li:0~1.000%、La:0~0.500%、Ce:0~0.500%、B:0~0.500%、Y:0~0.500%、Sr:0~0.500%。也就是说,本实施方式的镀层103也可以在上述含量的范围内含有Sb、Pb、Cu、Sn、In、Bi、Ti、Cr、Nb、Zr、Ni、Mn、V、Mo、Ag、Li、La、Ce、B、Y、Sr中的至少任意一种元素作为任意添加元素、且总含量为5.000质量%以下。此外,也能够想到本实施方式的镀层103不含有上述那样的任意添加元素的情况,因此,各任意添加元素的含量的下限为0质量%。

[0075] 通过使上述任意添加元素的总含量为5.000质量%以下,而能够在不相互影响的情况下享有以下详述的通过各任意添加元素的添加而显现出的效果。上述任意添加元素的总含量优选为1.000质量%以下,更优选为0.200质量%以下。

[0076] 以下,详细说明各任意添加元素的含量。

[0077] [Sb:0~0.500质量%]

[0078] [Pb:0~0.500质量%]

[0079] [Sr:0~0.500质量%]

[0080] 若在镀层103中含有Sb、Pb、Sr中的至少任一者,则在镀层103的表面形成锌花,能够实现金属光泽的提高。因此,从提高镀覆钢板的外观性的观点出发,优选在镀层103中含

有Sb、Pb、Sr中的至少任一者。该外观性提高效果在Sb、Pb、Sr中的至少任一者的含量为0.050质量%以上的情况下显现出来。因此,在镀层103中含有Sb、Pb、Sr中的至少任一者的情况下,这些元素的含量优选分别独立地为0.050质量%以上。

[0081] 另一方面,在形成Sb、Pb、Sr的含量中的任一者超过0.500质量%那样的镀层103的情况下,用于形成镀层103的镀浴中的浮渣生成量变多,无法制造镀覆性状良好的镀覆钢板。因此,镀层103中的Sb、Pb、Sr的含量分别独立地设为0.500质量%以下。Sb、Pb、Sr的含量优选分别独立地为0.200质量%以下。

[0082] [Cu:0~1.000质量%]

[0083] [Ti:0~1.000质量%]

[0084] [Cr:0~1.000质量%]

[0085] [Nb:0~1.000质量%]

[0086] [Ni:0~1.000质量%]

[0087] [Mn:0~1.000质量%]

[0088] [V:0~1.000质量%]

[0089] 若镀层103中含有Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V中的至少任一者,则在焊接该镀覆钢板时,这些元素会进入通过焊接而生成的Al-Fe合金相,能够提高所形成的焊道部30的耐腐蚀性。该焊接部耐腐蚀性的提高效果在镀层103中的Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V中的任一者的含量为0.005质量%以上的情况下显现出来。因此,在镀层103中含有Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V中的至少任一者的情况下,这些元素的含量优选分别独立地为0.005质量%以上。

[0090] 另一方面,在形成Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V的含量中的任一者超过1.000质量%那样的镀层103的情况下,在用于形成镀层103的镀浴中这些元素容易形成各种金属间化合物。因此,导致镀浴的粘性上升,无法制造镀覆性状良好的镀覆钢板。因此,镀层103中的Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V的含量分别独立地为1.000质量%以下。Cu、Ti、Cr、Nb、Ni、Mn、V的含量优选分别独立地为0.200质量%以下。

[0091] [Sn:0~1.000质量%]

[0092] [In:0~1.000质量%]

[0093] [Bi:0~1.000质量%]

[0094] Sn、In、Bi是在包含Zn、Al、Mg的镀层103被放置于腐蚀环境的情况下使Mg溶出速度上升的元素。若Mg的溶出速度上升,则向钢基暴露的部分供给Mg离子,防腐蚀性提高。从该观点出发,在含有Sn、In、Bi的情况下,Sn、In、Bi的含量分别独立地为0.0050质量%以上。另一方面,添加过量的Sn、In、Bi会过度促进Mg溶出速度,非热影响部的耐腐蚀性有可能降低。若Sn、In、Bi的含量中的任一者超过1.000质量%,则该Mg溶出速度的上升变得显著,因此Sn、In、Bi的含量分别独立地为1.000质量%以下。Sn、In、Bi的含量优选分别独立地为0.200质量%以下。

[0095] [Zr:0~1.000质量%]

[0096] 若镀层103中含有Zr,则能够提高镀覆操作性。该镀覆操作性的提高效果在Zr的含量为0.010质量%以上时显现出来。因此,在含有Zr的情况下,其含量优选为0.010质量%以上。

[0097] 另一方面,在形成Zr的含量超过1.000质量%那样的镀层103的情况下,在用于形

成镀层103的镀浴中容易产生大量的浮渣。因此,Zr的含量为1.000质量%以下。Zr的含量优选为0.100质量%以下。

[0098] [Mo:0~1.000质量%]

[0099] 若镀层103中含有Mo,则能够提高耐腐蚀性。该耐腐蚀性的提高效果在Mo的含量为0.010质量%以上时显现出来。因此,在含有Mo的情况下,其含量优选为0.010质量%以上。

[0100] 另一方面,在形成Mo的含量超过1.000质量%那样的镀层103的情况下,在用于形成镀层103的镀浴中容易产生大量的浮渣。因此,Mo的含量为1.000质量%以下。Mo的含量优选为0.050质量%以下。

[0101] [Ag:0~1.000质量%]

[0102] 若镀层103中含有Ag,则能够提高镀覆操作性。该镀覆操作性的提高效果在Ag的含量为0.010质量%以上时显现出来。因此,在含有Ag的情况下,其含量优选为0.010质量%以上。

[0103] 另一方面,在形成Ag的含量超过1.000质量%那样的镀层103的情况下,在用于形成镀层103的镀浴中容易产生大量的浮渣。因此,Ag的含量为1.000质量%以下。Ag的含量优选为0.050质量%以下。

[0104] [Li:0~1.000质量%]

[0105] 若镀层103中含有Li,则能够提高镀覆操作性。该镀覆操作性的提高效果能够在Li的含量为0.010质量%以上时显现出来。因此,在含有Li的情况下,其含量优选为0.010质量%以上。

[0106] 另一方面,在形成Li的含量超过1.000质量%那样的镀层103的情况下,在用于形成镀层103的镀浴中容易产生大量的浮渣。因此,Li的含量为1.000质量%以下。Li的含量优选为0.050质量%以下。

[0107] [La:0~0.500质量%]

[0108] [Ce:0~0.500质量%]

[0109] [Y:0~0.500质量%]

[0110] La、Ce、Y是显现出与Ca大致同等的效果的元素,抑制焊接时的气孔形成。这是因为各元素的原子半径接近Ca的原子半径。若镀层103中含有这些元素,则会在Ca位置进行置换。因此,这些元素在EDS中在与Ca相同的位置被检测出。另外,这些元素成为氧化物时,这些元素的氧化物同样会在与CaO相同的位置被检测出。

[0111] 该焊接时的气孔形成的抑制效果通过将这些元素的含量分别独立地设为0.010质量%以上而显现出来。因此,镀层103中的La、Ce、Y的含量更优选分别独立地为0.050质量%以上。

[0112] 另一方面,在用于制造镀层103的镀浴中的La、Ce、Y含量过多的情况下,镀浴的粘性有可能增加到超出必要程度而导致镀覆操作性降低。因此,从镀覆操作性的观点出发,通过调整镀浴中的La、Ce、Y含量,从而La、Ce、Y的含量分别独立地为0.500质量%以下。La、Ce、Y的含量优选分别独立地为0.100质量%以下。

[0113] [B:0~0.500质量%]

[0114] B包含在镀层103中时,具有更进一步抑制LME的效果。推测这是因为,若镀层103中含有B,则与Zn、Al、Mg、Ca中的至少任一者化合而形成各种金属间化合物相。另外,可以认

为,通过在镀层103中存在B,从而B从镀层103向钢基101扩散,具有通过晶界强化进一步抑制钢基101的LME的效果。并且推测,关于B所形成的各种金属间化合物的熔点极高,因此也对焊接时的Zn蒸发的抑制起作用。这些改善效果通过含有0.050质量%以上的B来显现出来。因此,镀层103中的B的含量更优选为0.050质量%以上。

[0115] 另一方面,若为了使镀层103中含有B而使镀浴中过量地含有B,则会引起镀覆熔点的急剧上升,镀覆操作性降低,无法制造镀覆性状优异的镀覆钢板。该镀覆操作性的降低在B的含量超过0.500质量%的情况下变得显著,因此B的含量设为0.500质量%以下。B的含量优选为0.10质量%以下。

[0116] [化学成分的测量方法]

[0117] 上述镀层103的化学成分能够使用ICP-AES(电感耦合等离子体原子发射光谱:Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry)或ICP-MS(电感耦合等离子体质谱:Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)来进行测量。此外,在进行直至0.1质量%单位的化学成分的分析的情况下,使用ICP-AES,在进行低于0.1质量%的微量的化学成分的分析的情况下,使用ICP-MS。将非热影响部的关注部位浸渍于加入有抑制剂的10% HCl水溶液中1分钟左右,剥离镀层部分,准备溶解有该镀层的溶液。通过ICP-AES或ICP-MS对得到的溶液进行分析,能够得到作为镀层的整体平均的化学成分。

[0118] ◇关于镀层103的更优选的化学组成

[0119] 本实施方式的镀层103具有上述那样的化学组成,但更优选的化学组成如下。

[0120] 即,本实施方式的镀层103作为化学组成而至少含有18.00~60.00质量%的Al和5.00~15.00质量%的Mg,根据需要更优选进一步含有如上所述的任意添加元素。

[0121] 另外,本实施方式的镀层103作为化学组成而至少含有35.00~60.00质量%的Al和7.00~15.00质量%的Mg,根据需要还进一步含有如上所述的任意添加元素,在此基础上,进一步更优选在镀层103中存在 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相。

[0122] 在此, $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相被定义为, $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相的晶粒内所包含的Mg含量[Mg]、Zn含量[Zn]和Al含量[Al]以原子%计满足 $0.5 \leq [Mg]/([Zn]+[Al]) \leq 0.83$ 的相。即,其被定义为作为Mg原子与Zn原子和Al原子的总和的比的Mg:(Zn+Al)是3:6~5:6的晶相或准晶相。 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相的化学成分优选使用TEM-EDX(透射电子显微镜能量色散X射线光谱:Transmission Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)进行测量。 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相有时除了晶相以外还作为晶相和准晶相这两者被检测出。在为晶相的情况下,根据TEM观察中的电子衍射图像,能够鉴定其晶体结构为 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相。此外,在 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相为准晶相的情况下,拍摄基于TEM的电子衍射图像,能够确认在电子衍射图像中是否观察到5次对称的晶体结构。5次对称的晶体结构能够通过得到被称为彭罗斯图案(Penrose pattern)的电子衍射图像来进行辨别。

[0123] $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相相对于镀覆钢板显现出牺牲防腐蚀性,由此具有抑制从钢基暴露的切割部、焊接部发生的钢基腐蚀而提高耐红锈性的效果。除此之外, $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相本身的耐腐蚀性也优异, $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相即使在腐蚀环境中腐蚀速度也缓慢,因此还具有抑制涂膜下腐蚀,并且从涂膜膨胀幅度这样的观点出发,也兼具提高涂装后耐腐蚀性的效果。

[0124] ◇关于镀层103的附着量

[0125] 关于以上说明那样的镀层103的附着量,没有特别规定,例如,在钢基101的每一

面,镀层103的附着量优选为 $15 \sim 250\text{g}/\text{m}^2$ 左右。通过使镀层103的附着量在上述那样的范围内,从而本实施方式的焊接接头1的非热影响部能够示出充分的耐腐蚀性。

[0126] 此外,该镀层103的附着量如下那样测量。首先,从镀覆钢板切出 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ 的大小的样品,预先测量该样品的质量。此外,在该样品的一个面上粘贴胶带,使该一个面侧的镀层在下一工序中不溶解。在此基础上,将该样品浸渍于添加有抑制剂的10% HCl水溶液中,对镀层进行酸洗剥离,测量酸洗后的样品的质量。能够根据酸洗前后的样品的质量变化来决定每一面的镀层103的附着量。

[0127] 《关于氧化物层105》

[0128] 接着,详细说明本实施方式的焊接接头1的非热影响部所具有的氧化物层105。

[0129] 如图3示意性所示,氧化物层105位于在上述说明那样的镀层103的表面。该氧化物层105来自于作为焊接接头1的坯料的镀覆钢板所具有的氧化物层。

[0130] 对于该氧化物层105,构成镀层103的元素中的、容易被氧化的元素会在制造镀覆钢板时实施的、用于使镀层凝固的冷却处理中与热处理气氛中的氧发生反应,由此形成氧化物层105。

[0131] 如上述那样,该氧化物层105主要由构成镀层103的元素的氧化物构成,因此,其化学组成根据镀层103所含有的元素而变化。推测:该氧化物层105是含有总计50质量%以上的、Zn氧化物、Mg氧化物和Al氧化物,并且能够含有这些Zn、Mg、Al的氢氧化物、镀层103中的其他构成元素的氧化物或氢氧化物中的至少任一者、杂质等的层。

[0132] 在此,本实施方式的氧化物层105在制造成为坯料的镀覆钢板时会经由以下详述那样的特定的热处理工序,由此以以下那样的特定状态存在。以下,参照图4和图5并详细说明该状态。图4是示意性表示氧化物层的与板厚方向平行的截面的局部的图。图5是用于说明XPS测量结果中的峰的强度的说明图。

[0133] 在制造成为坯料的镀覆钢板时经由以下详述那样的特定的热处理工序进行制造,由此,在本实施方式的氧化物层105中,Al的氧化物或氢氧化物中的至少任意一者的存在量和Mg的氧化物或氢氧化物中的至少任意一者的存在量的总和多于Zn的氧化物或氢氧化物中的至少任意一者的存在量,成为致密状态的皮膜。以下,更具体地进行说明。

[0134] 现在,如图4示意性所示,关注到距氧化物层105的最表面的深度为5nm的位置(图4中的“位置A”)。在本实施方式的氧化物层105中,利用X射线光电子能谱法(XPS)对该位置进行观察时,由分别归属于Al-O键、Mg-O键和Zn-O键的峰的强度算出的强度比 $([\text{Al-O}] + [\text{Mg-O}]) / [\text{Zn-O}]$ 的值优选为5.0以上。

[0135] 在此,在氧化物层105的最表面有可能附着有油脂等污垢。因此,期望在不存在这样的污垢等的状态下实施上述那样的XPS的测量。从该观点出发,通过对氧化物层105的表面实施在乙醇中的超声波清洗等处理而去除污垢等,将通过该处理得到的表面作为如上所述进行XPS的测量时的“氧化物层105的最表面”。

[0136] 在此基础上,直至距如上述那样得到的最表面5nm的深度为止地通过Ar离子蚀刻来去除氧化物层105,通过XPS测量得到的氧化物层105的表面。在此,XPS的测量条件例如如下进行即可。

[0137] X射线源:mono-Al $K\alpha$ (1486.6eV)

[0138] X射线直径:50 ~ 200 μm

[0139] 测量区域:100~700 μm ×100~700 μm

[0140] 真空度: 1×10^{-10} ~ 1×10^{-11} torr(1torr为133.32Pa。)

[0141] 加速电压:1~10kV

[0142] 在本实施方式中,在得到的XPS的测量结果中,关注到分别归属于Al-O键、Mg-O键和Zn-O键的峰。如上所述的键是Al、Mg、Zn的氧化物和氢氧化物的特征性的键。归属于这些键的峰的强度相对于Al、Mg、Zn的氧化物或氢氧化物中的至少任一者的存在量存在正相关。

[0143] 在此,归属于Al-O键的峰是在关注Al 2p_{3/2}的XPS光谱中在72~76eV的范围内观测到的峰。归属于Mg-O键的峰是在关注Mg 2p_{3/2}的XPS光谱中在48~52eV的范围内观测到的峰。归属于Zn-O键的峰是在关注Zn 2p_{3/2}的XPS光谱中在1018~1024eV的范围内观测到的峰。

[0144] 另外,对于归属于各键的峰的强度,在图5中示意性地示出的XPS光谱中,在考虑了关注的峰的基线的基础上,从关注的峰的强度 I_p 减去基线的强度 I_b 而得到的强度(即,“ $I_p - I_b$ ”)就是归属于各键的峰的强度。

[0145] 更详细的强度比的算出方法如下。

[0146] 即,在如上述那样得到的与距最表面的深度为5nm的位置对应的面(图4中的“位置C”的面)的任意部位,如上述那样测量XPS,算出强度比 $([\text{Al-O}]+[\text{Mg-O}])/[\text{Zn-O}]$ 的值。在与“位置A”对应的面上的任意5处分别实施这样的测量、计算处理,将得到的5个强度比的平均值作为本实施方式的氧化物层105中的强度比 $([\text{Al-O}]+[\text{Mg-O}])/[\text{Zn-O}]$ 的值。

[0147] 在本实施方式的氧化物层105中,通过形成上述强度比的值为5.0以上的致密的皮膜,能够抑制焊接时的Zn的蒸发,能够抑制由Zn蒸发引起的气孔形成。在上述强度比的值低于5.0的情况下,氧化物层105所要求的致密度有可能变得不充分。上述强度比的值更优选为10.0以上。另一方面,强度比 $([\text{Al-O}]+[\text{Mg-O}])/[\text{Zn-O}]$ 的值的上限值没有特别规定,但100.0左右为实质的上限。

[0148] 关于以上说明的氧化物层105的厚度(更详细而言为平均厚度),没有特别规定,例如,优选在钢基101的每一面为0.05~2.00 μm 左右。通过使氧化物层105的厚度在上述范围内,从而本实施方式的非热影响部能够充分抑制焊接时的Zn蒸发导致的气孔形成。另外,上述那样的厚度的氧化物层105通过在制造作为坯料的镀覆钢板时一边将钢板的通板速度控制在适当的范围一边经由以下详述那样的热处理工序来实现。

[0149] 此外,该氧化物层105的厚度可以使用XPS进行测量。从镀覆钢板的表面以1~3nm间距沿深度方向进行XPS测量,将氧的最大强度达到最表面的最大强度的1/20的深度定义为氧化物层的厚度。此外,关于XPS的测量条件,使用与上述同样的条件即可。

[0150] 以上,参照图2~图5详细地说明本实施方式的焊接接头1的非热影响部。

[0151] 此外,本实施方式的焊接接头1的非热影响部也可以在上述氧化物层105上进一步具有1层或两层以上的各种皮膜。作为这样的皮膜,例如可举出铬酸盐皮膜、磷酸盐皮膜、无铬酸盐皮膜、有机树脂皮膜等。

[0152] <关于焊趾附近部>

[0153] 接下来,参照图2和图6并说明本实施方式的焊接接头1的焊趾附近部的特征。

[0154] 对于本实施方式的焊接接头1,通过将具有上述那样的镀层和氧化物层的镀覆钢板用作第1钢板10或第2钢板20中的至少任一者的坯料,从而即使在焊接后,也能够使作为

金属Zn发挥功能的相残留于在焊趾附近部存在的镀层中。由此,在本实施方式的焊接接头1中,能够提高焊趾附近部的耐腐蚀性。

[0155] 更详细而言,如图2示意性地示出那样,关注到从在与焊道部30的延伸方向(图2中的Y轴方向)正交的方向(图2中的X轴方向)上距焊趾1mm的位置(图2中的位置A)起到与延伸方向正交的方向上距焊趾2mm的位置(图2中的位置B)为止的区域(图2中的区域R2)。在该区域R2中存在的镀层103具有 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、或者MgZn相中的至少任一者作为圆当量直径为 $0.5\mu m$ 以上的含金属Zn相。 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、MgZn相不是Zn的氧化物,而是由Zn单质、或者Zn和其他金属的合金构成的相。通过这些金属相以圆当量直径 $0.5\mu m$ 以上的状态存在,从而这些金属相作为金属Zn发挥功能,能够显现金属Zn的牺牲防腐蚀性。

[0156] 在此,关于有无圆当量直径 $0.5\mu m$ 以上的含金属Zn相,能够通过SEM观察该区域R2的截面来进行确认。另外,关于所关注的含金属Zn相是 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、MgZn相中的哪一种,例如能够使用截面SEM-EPMA(电子探针显微分析仪:Electron Probe Micro Analyzer)装置,通过点分析来求出视场中的成为分析对象的相的组成(单位:原子%),根据该组成如下述那样进行确定。

[0157] • η -Zn相:Zn为98%以上,其他元素总和为2%以下

[0158] • $MgZn_2$ 相:Zn为60%以上且70%以下,Mg为30%以上且低于40%

[0159] • Mg_2Zn_3 相:Zn为55%以上且低于60%,Mg为40%以上且低于45%

[0160] • MgZn相:Zn为45%以上且低于55%,Mg为45%以上且55%以下

[0161] 此外,含金属Zn相的圆当量直径的上限值没有特别规定,实质上, $200.0\mu m$ 左右为上限。

[0162] 另外,关注到图6中示意性地示出的上述区域R2的截面。图6是用于说明本实施方式的焊接接头的说明图,示意性地表示利用电子显微镜(SEM)观察在与焊道部30的延伸方向(图6中的Y轴方向)正交的方向(图6中的X轴方向)上剖切区域R2而得到的截面(图6中的XZ截面)时的情形。

[0163] 在图6所示的上述区域R2的截面中,将钢基101与镀层103之间的界面的长度(更详细而言为X轴方向的长度)设为 L_e 。另外,将镀层103中的各个含金属Zn相111分别投影于该界面时的X轴方向的长度(投影长度)分别设为 L_i ($i:1$ 以上的整数)。在图6所示的例子中,由于在镀层103中存在6个含金属Zn相111,因此,作为该投影长度,能够设想 $L_1 \sim L_6$ 这6个投影长度。在本实施方式的焊接接头1的焊趾附近部中,该含金属Zn相111的投影长度 L_i 的总和 $L_t = \sum L_i$ (在图6的例子中, $L_t = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$)为上述界面的长度 L_e 的10%以上。即, $(L_t/L_e) \times 100 \geq 10\%$ 的关系成立。

[0164] 在此,作为上述含金属Zn相111,也可以包含除以 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、MgZn相为代表的Mg-Zn相以外的相。但是,在本实施方式的焊接接头1中,由于镀层103的化学组成为上述那样的构成,因此,含金属Zn相111大致由 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相、MgZn相构成。因此,上述含金属Zn相111的投影长度的总和 L_t 实质上可以认为是 η -Zn相、 $MgZn_2$ 相、 Mg_2Zn_3 相和MgZn相的投影长度的总和。

[0165] 通过上述那样的关系成立,从而作为金属Zn发挥功能的相充分地残留于本实施方式的焊接接头1的焊趾附近部,能够进一步提高焊趾附近部的耐腐蚀性。即,还能够将上述那样的比例(L_t/L_e)理解为区域R2中的含金属Zn相111的平均的存在比例的指标。在本实施

方式的焊接接头1的焊趾附近部,上述比例(L_t/L_e)优选为20%以上,更优选为35%以上。另一方面,上述比例(L_t/L_e)的上限没有特别规定,值越大越好,但实质上,100%是上限。另外,在图6所示的区域R2的截面中,含金属Zn相111的余量是Fe-Al系金属间化合物相113以及杂质。

[0166] 在此,上述那样的比例(L_t/L_e)具体能够如下那样算出。即,以500~2500倍的倍率分别观察任意5处 $80 \sim 160\mu\text{m} \times 80 \sim 160\mu\text{m}$ 的大小的视场。在各视场中,通过截面SEM-EDS映射来测量Zn和Mg的分布,确定 η -Zn相、 MgZn_2 相、 Mg_2Zn_3 相、 MgZn 相的分布,根据得到的结果算出各视场中的比例(L_t/L_e)。将从各视场得到的比例用视场数(5个视场)进行平均而得到的值作为本实施方式中的比例(L_t/L_e)。

[0167] 以上,参照图2和图6并详细地说明本实施方式的焊接接头1的焊趾附近部的特征。

[0168] 以上,参照图1A~图6并详细地说明了本实施方式的焊接接头1。以上说明那样的本实施方式的焊接接头1例如能够较佳地用作汽车的行走部件。

[0169] (关于成为坯料的镀覆钢板的制造方法)

[0170] 接下来,说明以上说明那样的、成为焊接接头1的坯料的镀覆钢板的制造方法的一例。

[0171] 成为本实施方式的焊接接头1的坯料的镀覆钢板是通过将由上述那样的钢基101构成的钢板作为母材并在该钢基101的表面形成镀层103和氧化物层105来制造的。

[0172] 在此,在镀层103的形成中,除了热浸镀法之外,还能够应用喷镀法、冷喷涂法、溅射法、蒸镀法、电镀法等。但是,为了形成在汽车等中通常使用的程度的厚度的镀层,在成本方面最优选热浸镀法。

[0173] 之后,对得到的镀覆钢板(由钢基101和镀层103构成的镀覆钢板)实施以下说明的特定的热处理工序,由此在镀层103的表面形成氧化物层105。由此,能够制造作为本实施方式的焊接接头1的坯料使用的镀覆钢板。

[0174] 以下,对使用热浸镀法得到本实施方式的镀覆钢板的制造方法的一例进行详细说明。

[0175] 在该镀覆钢板的制造工序中,首先,将由用作母材的钢基101构成的钢板通过森吉米尔法进行轧制而制成期望的板厚后,卷成卷状,设置于热浸镀生产线。

[0176] 在热浸镀生产线中,使钢板一边从卷材放出一边连续地进给。此时,通过设置在生产线上的退火设备,在例如氧浓度为20ppm以下的难以发生氧化的环境下,在 N_2 -5% H_2 气体气氛中,以 800°C 对钢板进行加热还原处理。之后,用 N_2 气体空冷至后续阶段的镀浴的浴温+ 20°C 左右,并浸渍于镀浴中。

[0177] 在此,在镀浴中,预先准备具有如上所述的化学成分的处于熔融状态的镀覆合金。预先使镀浴的温度为镀覆合金的熔点以上(例如 $460 \sim 600^\circ\text{C}$ 左右)。在制作镀覆合金的材料时,优选使用纯金属(纯度99%以上)作为合金材料进行调配。首先,以成为如上所述的镀层的组成的方式混合规定量的合金金属,在真空或非活性气体置换状态下使用高频感应炉、电弧炉等,使其完全熔化而制成合金。并且,使以规定的成分(上述镀层的组成)混合的该合金在大气中熔化,将得到的熔融物用作镀浴。

[0178] 此外,在以上叙述那样的镀覆合金的制作中,没有特别使用纯金属的限制,也可以将现有的Zn合金、Mg合金、Al合金熔化而使用。此时,只要使用杂质较少的规定的组成合金,

就没有问题。

[0179] 将钢板浸渍于如上所述的镀浴中之后,以规定的速度提起。此时,例如利用 N_2 吹扫气体控制镀覆附着量,以使所形成的镀层103成为期望的厚度。在此,关于浴温以外的条件,应用通常的镀覆作业条件即可,不需要特别的设备、条件。

[0180] 接着,对位于钢板上的处于熔融状态的镀覆合金实施以下那样的第1冷却工序和第2冷却工序,将处于熔融状态的镀覆合金作为镀层103,并且在镀层103的表面形成氧化物层105。以下,对第1冷却工序和第2冷却工序进行详细说明。

[0181] 第1冷却工序是在镀覆合金的温度为浴温以下且 $250^{\circ}C$ 以上的范围内时实施的冷却工序,将处于上述那样的温度范围内的镀覆钢板在露点 $-20^{\circ}C$ 以下的气氛下以 $10^{\circ}C/秒$ 以上的平均冷却速度骤冷。此外,在镀覆工序中采用热浸镀法的情况下,该第1冷却工序在钢板刚从镀浴中出来后实施。由此,位于钢板的表面的镀覆合金固化,形成镀层。

[0182] 之后,在镀覆合金(镀层)的温度为低于 $250^{\circ}C$ 且为 $50^{\circ}C$ 以上的范围内时,实施第2冷却工序。该第2冷却工序是将处于低于 $250^{\circ}C$ 且为 $50^{\circ}C$ 以上的温度范围内的镀覆钢板在露点 $0^{\circ}C$ 以上的气氛下以低于 $10^{\circ}C/秒$ 的平均冷却速度缓慢冷却的工序。由此,控制在镀层的表面形成的氧化物的状态,形成期望的氧化物层。

[0183] 如上所述,通过经由在浴温以下且 $250^{\circ}C$ 以上的温度范围内骤冷、在低于 $250^{\circ}C$ 且为 $50^{\circ}C$ 以上的温度范围内缓慢冷却这样的两个阶段的冷却工序,从而在镀层103的表面形成在XPS的测量结果中满足特定条件的致密的氧化物层105。

[0184] 在此,从结束第1冷却工序到开始第2冷却工序的间隔优选为3秒以内,优选在结束第1冷却工序后立即开始第2冷却工序。在从结束第1冷却工序到开始第2冷却工序的间隔超过3秒的情况下,会产生不希望的冷却过程,无法实现期望的氧化物层105。

[0185] 在此,在上述第1冷却工序中,露点的下限值没有特别规定,例如 $-90^{\circ}C$ 左右为实质的下限。另外,平均冷却速度更优选为 $40^{\circ}C/秒$ 以上。此外,平均冷却速度的上限值没有特别规定,例如 $90^{\circ}C/秒$ 左右为实质的上限。

[0186] 另外,在上述第2冷却工序中,露点的上限值没有特别规定,例如 $20^{\circ}C$ 左右为实质的上限。另外,平均冷却速度更优选为 $4^{\circ}C/秒$ 以下。

[0187] 此外,在不实施上述那样的第1冷却工序或第2冷却工序中的任一者的情况下,无法实现期望的氧化物层105。通过实施如上所述的第1冷却工序和第2冷却工序这两者,能够实现本实施方式的氧化物层105。

[0188] 另外,在上述的第2冷却工序之后,在实施通常大多在合金化热浸镀锌钢板的制造中实施的合金化热处理工序(例如,伴随有到达板温 $480 \sim 550^{\circ}C$ 左右的加热的热处理工序)的情况下,通过第1冷却工序和第2冷却工序控制的氧化物的生成状态被破坏,氧化物过量地生长,结果无法得到本实施方式中关注的Zn的蒸发抑制效果。从该观点出发,重要的是不实施第2冷却工序后的热处理工序。

[0189] 在此,在上述那样的冷却处理中,能够应用 N_2 气体冷却、喷雾冷却、淹没等通常已知的方法。另外,对于冷却气体,除了 N_2 气体以外,也可以使用He气体、氢气等除热效果较高的气体。

[0190] 此外,作为镀层的温度的实测方法,例如使用接触式的热电偶(K-type)即可。通过将接触式的热电偶安装于作为母材的钢板,能够始终监视镀层整体的平均温度。另外,若机

械地进行各种速度、厚度的控制,使钢板的预热温度、热浸镀浴的温度等各种操作条件统一,则能够大致准确地监测该制造条件下的该时刻的镀层整体的温度。由此,能够精密地控制第1冷却工序和第2冷却工序中的冷却处理。此外,虽然不像接触式那样准确,但镀层的表面温度也可以通过非接触式的辐射温度计来测量。

[0191] 另外,也可以通过进行热传导分析的模拟,求出镀层的表面温度与镀层整体的平均温度之间的关系。具体而言,基于钢板的预热温度、热浸镀浴的温度、钢板从镀浴提起的速度、钢板的板厚、镀层的层厚、镀层与制造设备的热交换热量、镀层的散热量等各种制造条件,求出镀层的表面温度和镀层整体的平均温度。之后,利用得到的结果,求出镀层的表面温度与镀层整体的平均温度之间的关系即可。由此,通过在制造镀覆钢板时实测镀层的表面温度,能够推断该制造条件下的该时刻的镀层整体的平均温度。其结果是,能够精密地控制第1冷却工序和第2冷却工序中的冷却处理。

[0192] 以上,具体地说明本实施方式的镀覆钢板的制造方法的一例。

[0193] 此外,在本实施方式的镀覆钢板的制造方法中,也可以在上述第2冷却工序之后,进一步实施形成1层或两层以上的各种皮膜的处理。作为这样的处理,例如可举出铬酸盐处理、磷酸盐处理、无铬酸盐处理、有机树脂皮膜形成处理等。

[0194] 在铬酸盐处理中存在:通过电解来形成铬酸盐皮膜的电解铬酸盐处理;利用与坯料的反应形成皮膜,然后冲洗多余的处理液的反应型铬酸盐处理;涂布处理液,不进行水洗而使其干燥形成皮膜的涂布型铬酸盐处理等,也可以采用任一种铬酸盐处理。

[0195] 作为电解铬酸盐处理,例如可示例出使用有铬酸、二氧化硅溶胶、树脂(磷酸树脂、丙烯酸类树脂、乙烯基酯树脂、乙酸乙烯酯丙烯酸乳液、羧基化苯乙烯丁二烯胶乳、二异丙醇胺改性环氧树脂等)和硬质二氧化硅的电解铬酸盐处理。

[0196] 作为磷酸盐处理,例如可示例出磷酸锌处理、磷酸锌钙处理、磷酸锰处理等。

[0197] 为了不对环境造成负担,尤其优选为无铬酸盐处理。在该无铬酸盐处理中存在:通过电解来形成无铬酸盐皮膜的电解无铬酸盐处理;利用与坯料的反应形成皮膜,然后冲洗多余的处理液的反应型无铬酸盐处理;涂布处理液,不进行水洗而使其干燥形成皮膜的涂布型无铬酸盐处理等,可以采用任一种无铬酸盐处理。

[0198] 另外,在有机树脂皮膜形成处理中使用的有机树脂不限于特定的树脂,例如能够使用聚酯树脂、聚氨酯树脂、环氧树脂、丙烯酸类树脂、聚烯烃树脂、这些树脂的改性体等各种树脂。在此,改性体是指,相对于这些树脂的结构中所包含的反应性官能团,使在结构中包含能够与该官能团反应的官能团的其他化合物(例如单体、交联剂等)与之反应而成的树脂。

[0199] 作为有机树脂,可以单独使用如上所述的1种,也可以混合使用两种以上的有机树脂(未改性的有机树脂)。另外,也可以将通过在存在至少1种有机树脂的情况下对至少1种其他有机树脂进行改性而得到的有机树脂使用1种或混合使用2种以上。另外,也可以使用通过溶解或分散于水中而水系化的有机树脂。并且,该有机树脂皮膜中也可以含有各种着色颜料、防锈颜料。

[0200] (关于焊接接头的制造方法)

[0201] 本实施方式的焊接接头通过如下方式制造:将如上述那样制造出的镀覆钢板作为制造焊接接头时的第1钢板或第2钢板中的至少任一者的坯料,在此基础上,将该第1钢板和

第2钢板配置成焊接接头所要求的形状,并对第1钢板和第2钢板进行焊接。

[0202] 在此,在第1钢板和第2钢板的焊接中,能够使用电弧焊接法或激光焊接法。此时,在各焊接法中,通过在以下说明的焊接条件下进行焊接,能够实现上述那样的焊趾附近部的状态。

[0203] 更详细而言,在通过电弧焊接来制造焊接接头的情况下,例如只要通过以下那样的焊接条件对第1钢板和第2钢板进行焊接即可。

[0204] 焊接电流:250A、焊接电压:26.4V、焊接速度:100cm/分钟

[0205] 焊接气体:20%CO₂+Ar、气体流量:20L/分钟

[0206] 焊丝:YGW16日铁焊接工业株式会社制 φ 1.2mm

[0207] (C:0.1质量%、Si:0.80质量%、Mn:1.5质量%、P:0.015质量%、S:0.008质量%、Cu:0.36质量%)

[0208] 焊炬倾斜角:45°

[0209] 另外,在通过激光焊接来制造焊接接头的情况下,例如只要通过以下那样的焊接条件对第1钢板和第2钢板进行焊接即可。

[0210] 输出:7kW、焊接速度:400cm/分钟、前进/后退角:0°

[0211] 以上,对本实施方式的焊接接头的制造方法的一例进行了说明。

[0212] 实施例

[0213] 以下,示出实施例和比较例,对本发明的焊接接头进行具体说明。此外,以下所示的实施例只不过是本发明的焊接接头的一例,本发明的焊接接头并不限定于下述所示的例子。

[0214] 在以下所示的实施例和比较例中,作为成为母材的钢板,使用板厚3.2mm的热轧钢板(0.05质量%C-0.007质量%Si-0.25质量%Mn、日本制铁株式会社制)。将该热轧钢板切断成100mm×200mm的大小,作为试验片。

[0215] 分别准备用于实现以下的表1所示的组成的镀层的镀浴,分别设置于本公司制的分批式的热浸镀试验装置,对上述试验片实施镀覆。在此,使用点焊于试验片的中心部的热电偶,测量试验片的温度。另外,对于浸渍在镀浴中的试验片,在镀浴浸渍前,在氧浓度20ppm以下的炉内,在N₂-5%H₂气体气氛中,以800°C对镀覆原板表面进行加热还原处理。在加热还原处理后,用N₂气体对试验片进行空冷,试验片的温度达到浴温+20°C后,将试验片在热浸镀试验装置的镀浴中浸渍约3秒。

[0216] 在镀浴浸渍后,以20~200mm/秒的提起速度提起试验片。在提起时,利用N₂吹扫气体,以成为期望的镀覆附着量的方式进行控制。在以下的实施例和比较例中,以试验片的每一面的干燥后的镀层的附着量为15~250g/m²的方式控制镀覆附着量。从镀浴中提起试验片后,在以下的表1所示的条件下,将试验片从镀浴温度冷却至室温。在以下所示的实施例和比较例中,在第1冷却工序结束后,立即开始第2冷却工序(即,从第1冷却工序结束后到第2冷却工序开始的间隔为0.2秒以下)。

[0217] 在此,将钢板从如上述那样镀覆的试验片切出30mm×30mm的大小,将该镀覆钢板浸渍于添加有抑制剂的10%HCl水溶液中,对镀层进行酸洗剥离后,对溶出到水溶液中的元素进行ICP分析,由此测量镀层的组成。

[0218] 另外,对于得到的镀层,拍摄基于TEM的电子衍射图像,基于在电子衍射图像中是

否观察到5次对称的晶体结构,确认有无 $Mg_{32}(Al, Zn)_{49}$ 相。

[0219] 并且,对于得到的氧化物层,根据上述方法测量XPS光谱,算出强度比 $([Al-O]+[Mg-O])/[Zn-O]$ 的值。对于得到的强度比,基于以下的基准进行评价。

[0220] 《评价基准》

[0221] 评分“A”:强度比的值为10.0以上

[0222] “B”:强度比的值为5.0以上且低于10.0

[0223] “C”:强度比的值低于5.0

[0224] 另外,将从得到的试验片切出 $150\text{mm}\times 50\text{mm}$ 大小的钢板作为第1钢板,将切出成 $150\text{mm}\times 30\text{mm}$ 大小的钢板作为第2钢板。将这些钢板的长边侧重叠,通过电弧焊接进行焊接(搭接角焊),制成焊接接头。

[0225] 在此,电弧焊接的焊接条件如下。

[0226] 焊接电流:250A、焊接电压:26.4V、焊接速度:100cm/分钟

[0227] 焊接气体:20% CO_2 +Ar、气体流量:20L/分钟

[0228] 焊丝:YGW16日铁焊接工业株式会社制造 $\phi 1.2\text{mm}$

[0229] (C:0.1质量%、Si:0.80质量%、Mn:1.5质量%、P:0.015质量%、S:0.008质量%、Cu:0.36质量%)

[0230] 焊炬倾斜角:45°

[0231] 重叠量:10mm

[0232] 钢板尺寸:上板侧(第1钢板) $150\times 50\text{mm}$ 、下板侧(第2钢板) $150\times 30\text{mm}$

[0233] 板隙:0mm

[0234] 另外,激光焊接的焊接条件如下。

[0235] 输出:7kW、焊接速度:400cm/分钟、前进/后退角:0°

[0236] 钢板尺寸:上板侧(第1钢板) $150\times 50\text{mm}$ 、下板侧(第2钢板) $150\times 30\text{mm}$

[0237] 重叠量:10mm

[0238] 板隙:0mm

[0239] <焊趾附近部的含金属Zn相的状态>

[0240] 对于上述那样得到的焊接接头,通过之前说明的方法观察焊趾附近部(图2中的区域R2),确定构成含金属Zn相的金属相,并且算出图6所示的比例 (L_t/L_e) 。将得到的结果一并示于以下的表1的“投影率”的栏中。

[0241] <焊道部的耐腐蚀性>

[0242] 对于如上所述得到的焊接接头,实施汽车用磷酸化学转化处理(Zn磷酸处理、SD 5350系统:Nipponpaint Industrial Coatings Co.,LTD编制的标准)和电沉积涂装(PN 110Power Nix Gray:Nipponpaint Industrial Coatings Co.,LTD编制的标准)。此时,将电沉积膜厚设为 $20\mu\text{m}$ 。将电沉积涂装后的样品供于基于JASO(M609-91)的复合循环腐蚀试验,评价了焊趾的红锈产生时机。评价基准如下。将得到的结果一并示于以下的表1中。

[0243] c评价基准》

[0244] 评分“AAA”:红锈产生时机超过60次循环

[0245] “AA”:红锈产生时机超过30次循环且为60次循环以下

[0246] “A”:红锈产生时机超过15次循环且为30次循环以下

[0247] “B”:红锈产生时机为15次循环以下

[0248] [表1]

[0249]

No	类别	硬态硬度				制造条件		非热影响区的显微硬度 (HV0.05)										其他		非热影响区		焊趾附近部		物性
		芯温 (°C)	升温 (°C)	冷却速度 (°C/s)	最高冷却速度 (°C/s)	最高冷却速度 (°C/s)	冷却速度 (°C/s)	焊接方法	Zn	Al	Mg	Si	Ca	Fe	Fe	种类	附数量 (μm ²)	氧化物的总厚度比	铜层中有无 Mg ₂ (Al,Zn) ₃ 相	相种类	投影率 (%)			
1	实施例	450	15	-40	5	0	电弧	91-500	1.0	1.0	0.0	0.0	0.1	—	—	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	10	A			
2	实施例	450	15	-40	5	0	电弧	96-520	1.8	1.5	0.0	0.0	0.1	0.080	Sn	15	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	14	A			
3	实施例	450	15	-40	5	0	电弧	91-199	2.2	2.5	0.0	0.0	0.1	0.001	Li	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	19	A			
4	实施例	420	15	-40	5	0	激光	84-500	3.0	2.0	0.0	0.0	0.1	—	—	50	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	25	A			
5	实施例	430	15	-40	5	0	电弧	96-500	6.0	3.4	0.0	0.0	0.1	—	—	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	29	A			
6	实施例	450	15	-40	5	0	电弧	95-320	11.0	3.4	0.0	0.0	0.1	0.000	Sn	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	33	A			
7	实施例	500	15	-40	5	0	电弧	82-500	11.5	6.0	0.0	0.0	0.1	0.1	—	—	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	34	A		
8	实施例	500	15	-40	5	0	电弧	78-280	18.0	6.5	0.0	0.1	0.1	0.020	Pb	45	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	41	AA			
9	实施例	500	15	-40	5	0	激光	73-090	19.6	7.0	0.0	0.1	0.1	—	—	50	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	40	AA			
10	实施例	340	15	-40	5	0	电弧	70-697	25.4	3.4	0.0	0.1	0.1	0.063	B	45	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	40	AA			
11	实施例	540	15	-40	5	0	电弧	58-680	29.1	14.0	0.0	0.8	0.2	0.020	Nb	45	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	42	A			
12	实施例	570	15	-40	5	0	电弧	60-630	20.0	8.0	0.0	0.1	1.5	0.010	Co	45	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	42	AA			
13	实施例	540	15	-40	5	10	电弧	57-897	30.1	6.0	0.0	0.6	2.4	0.093	V	280	A	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	44	AA			
14	实施例	370	15	-40	5	10	电弧	40-799	36.0	20.0	0.0	2.6	1.6	0.001	Ni	45	A	无	MgZn ₂ 相	46	AA			
15	实施例	350	15	-40	5	0	电弧	53-450	35.7	7.0	0.2	0.2	3.4	0.010	Ti	55	A	有	η-Zn相, MgZn ₂ 相	78	AA			
16	实施例	560	15	-40	5	0	电弧	49-290	35.8	9.2	0.4	0.5	4.8	0.010	Zr	45	A	有	η-Zn相, MgZn ₂ 相	77	AAA			
17	实施例	570	15	-40	5	0	电弧	42-200	40.0	11.2	0.5	1.0	5.1	—	—	180	A	有	MgZn ₂ 相	78	AAA			
18	实施例	590	15	-40	5	0	电弧	35-098	40.3	15.6	1.0	2.5	5.5	0.002	In	45	A	有	MgZn ₂ 相, MgZn ₇ 相, MgZn ₁₁ 相	82	AAA			
19	实施例	580	15	-40	5	0	激光	36-400	45.0	13.9	0.6	1.0	3.1	—	—	45	A	无	MgZn ₂ 相, MgZn ₇ 相, MgZn ₁₁ 相	100	AAA			
20	实施例	580	15	-40	5	0	电弧	40-695	48.0	6.4	0.0	0.0	7.1	0.005	Bi	120	A	有	MgZn ₂ 相	38	AA			
21	实施例	810	15	-40	5	0	电弧	30-099	47.0	15.0	0.8	4.0	3.1	0.001	Ag	45	A	有	MgZn ₂ 相, MgZn ₇ 相, MgZn ₁₁ 相	95	AAA			
22	实施例	800	15	-40	5	0	电弧	35-400	50.4	6.6	0.8	0.2	4.6	0.100	Cu	110	A	有	MgZn ₂ 相	78	AAA			
23	实施例	600	15	-40	5	0	电弧	31-080	54.1	8.0	1.2	0.2	5.1	0.020	Y	90	A	有	MgZn ₂ 相	75	AAA			
24	实施例	620	15	-40	5	0	电弧	29-400	58.0	6.8	1.5	0.1	4.2	—	—	45	A	无	MgZn ₂ 相	36	AA			
25	实施例	650	15	-40	5	0	电弧	24-790	60.4	7.3	2.0	0.1	5.4	0.050	Cr	45	A	有	MgZn ₂ 相	67	AAA			
26	实施例	660	15	-40	5	0	电弧	10-680	65.8	11.0	6.0	0.1	6.5	0.020	Mn	80	A	有	MgZn ₂ 相	35	AAA			
27	实施例	660	15	-40	5	0	电弧	8-800	70.4	1.4	10.0	0.7	8.7	—	—	45	B	无	η-Zn相, MgZn ₂ 相	30	A			
28	实施例	670	15	-40	5	0	激光	6-190	74.9	2.4	9.0	0.7	6.9	0.020	La:Co =1:1	45	B	无	MgZn ₂ 相, MgZn ₇ 相, MgZn ₁₁ 相	21	A			
29	实施例	670	15	-40	5	0	电弧	6-190	75.5	3.2	7.4	0.6	7.1	0.010	Mo	25	B	无	MgZn ₂ 相	20	A			
30	实施例	680	15	-40	5	0	电弧	5-000	80.0	2.1	4.0	0.4	8.5	—	—	45	B	无	MgZn ₂ 相	12	A			
31	实施例	450	15	-40	5	0	电弧	97-500	0.5	1.5	0.0	0.0	0.1	—	—	45	C	无	—	0	B			
32	比较例	680	15	-40	5	0	电弧	2-900	81.0	7.2	0.0	0.1	8.8	—	—	55	C	无	—	8	B			
33	比较例	570	15	-40	5	0	电弧	55-300	40.0	6.0	1.0	5.1	—	—	45	C	无	—	2	B				
34	比较例	580	15	-40	5	0	电弧	70-400	2.0	21.5	0.0	1.0	5.1	—	—	45	C	无	—	2	B			
35	比较例	680	15	-40	5	0	电弧	5-500	70.0	8.6	11.2	0.2	4.5	—	—	65	C	无	MgZn ₂ 相	11	B			
36	比较例	670	15	-40	5	0	电弧	11-000	74.9	2.8	0.0	4.5	6.8	—	—	45	C	无	—	4	B			
37	比较例	600	15	-40	5	0	电弧	30-800	80.4	8.6	0.0	0.2	4.5	5.500	Cr	45	C	有	—	6	B			
38	比较例	670	5	-40	5	0	电弧	87-500	2.5	2.8	0.0	0.0	6.8	—	—	45	C	有	—	5	B			
39	比较例	500	15	-40	5	0	电弧	94-300	4.2	1.3	0.0	0.1	6.1	—	—	45	C	无	—	7	B			
40	比较例	570	15	-40	15	0	电弧	88-600	3.0	2.1	0.0	1.0	5.1	—	—	45	C	无	—	5	B			
41	比较例	500	15	-40	5	-40	电弧	96-700	1.0	2.1	0.0	0.1	0.1	—	—	40	C	无	—	7	B			
42	比较例	500	15	-40	5	-40	电弧	96-700	1.0	2.1	0.0	0.1	0.1	—	—	40	C	无	—	6	B			

[0250] 由上述表1可知,在相当于本发明的实施例的例子中,在焊趾附近部示出优异的耐腐蚀性,与此相对,在相当于本发明的比较例的例子中,关于焊趾附近部的耐腐蚀性,无法显现出充分的性能。

[0251] 以上,参照附图对本发明的优选实施方式进行了详细说明,但本发明并不限于该例。只要是具有本发明所属的技术领域中的通常知识的人,在权利要求书所记载的技术思想的范畴内,能够想到各种变更例或修正例是显而易见的,关于这些,当然也被理解为属于本发明的保护范围。

[0252] 附图标记说明

[0253] 1、焊接接头;10、第1钢板;20、第2钢板;30、焊道部;101、钢基;103、镀层;105、氧化物层;111、含金属Zn相;113、Fe-Al系金属间化合物相;T、焊趾。

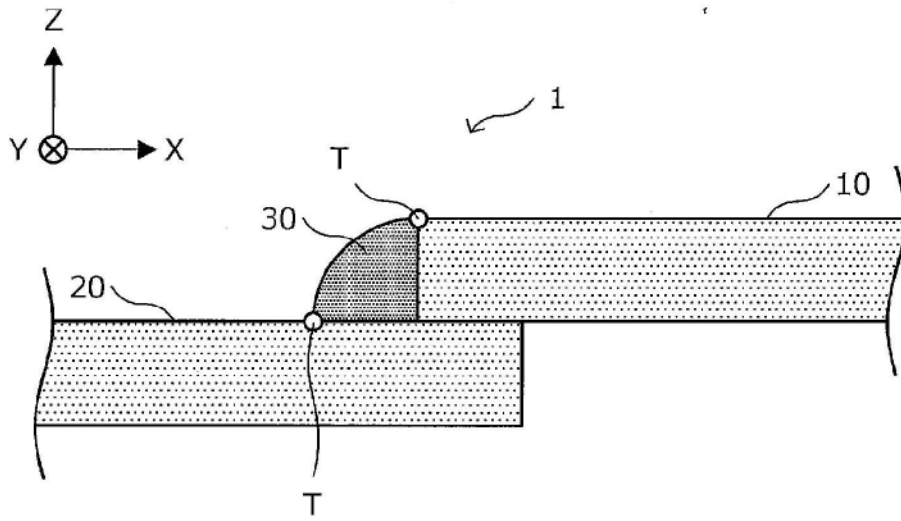


图1A

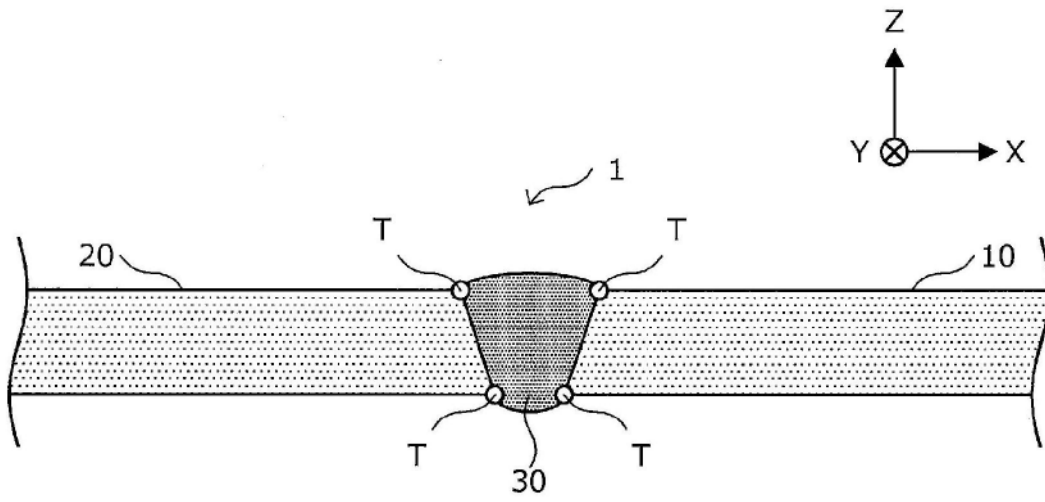


图1B

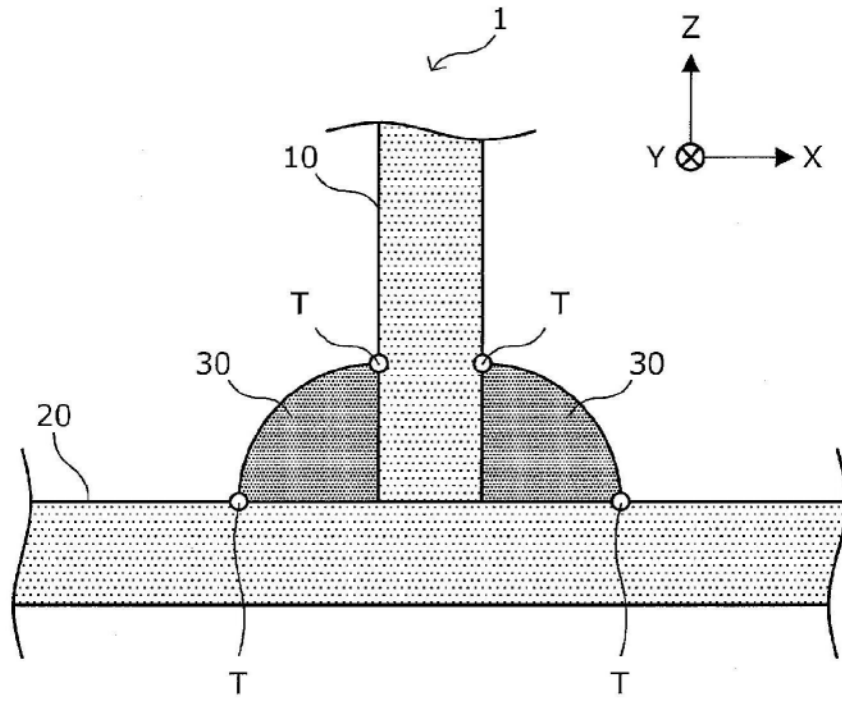


图1C

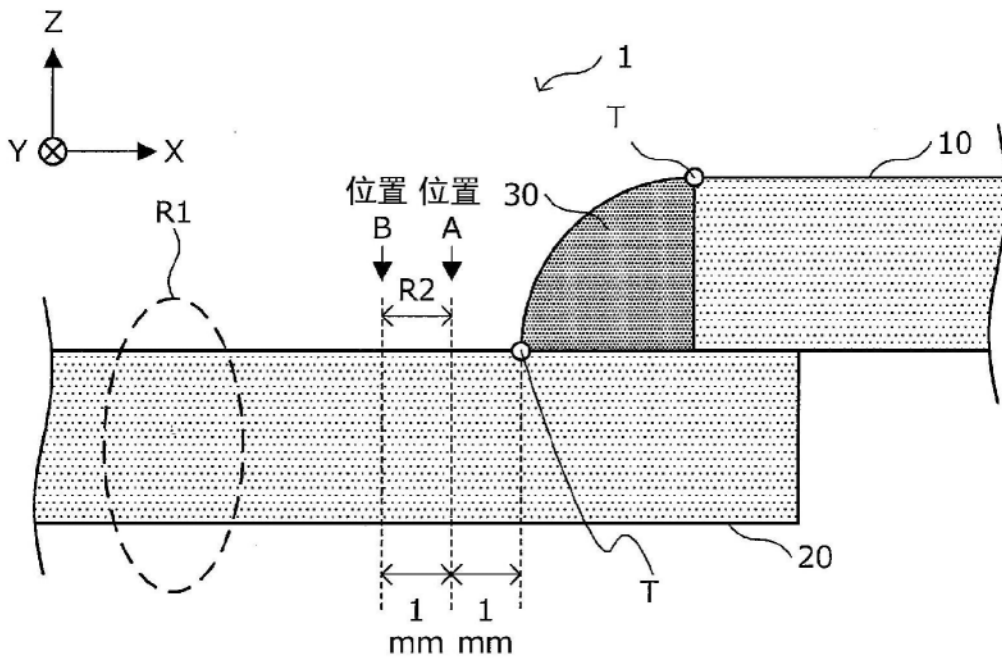


图2

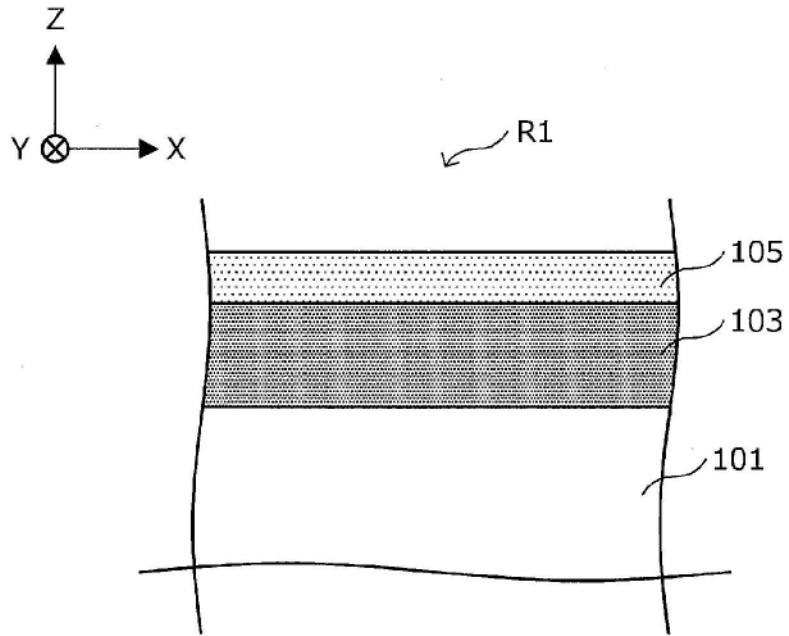


图3

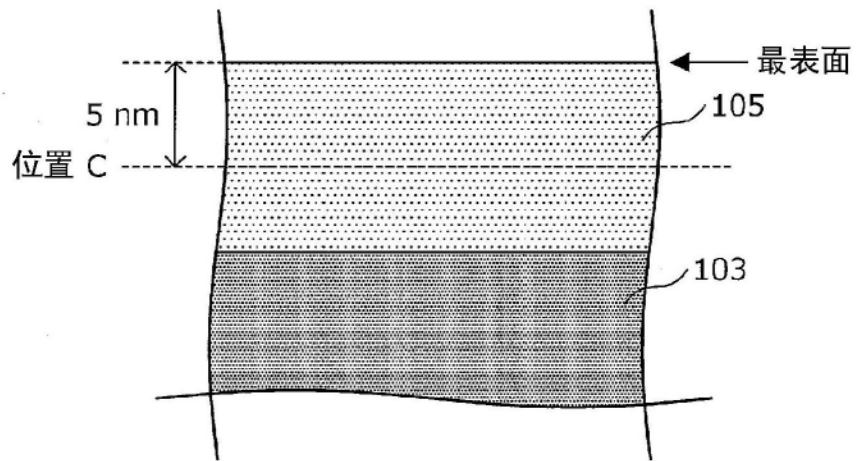


图4

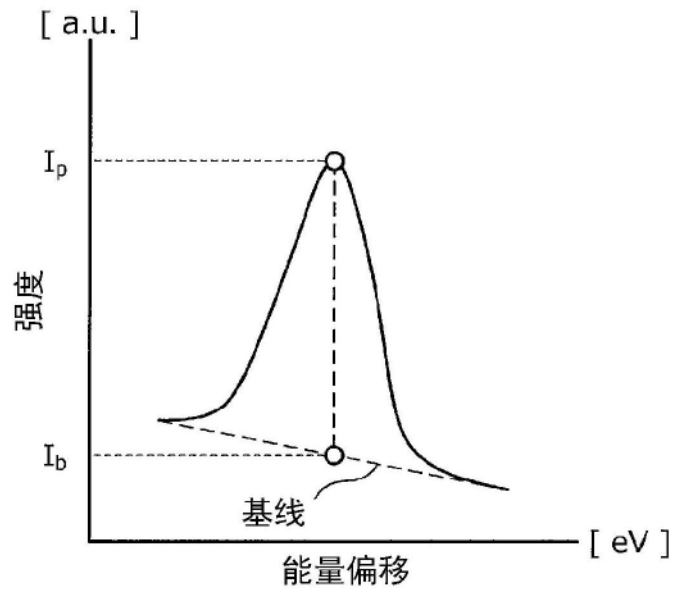


图5

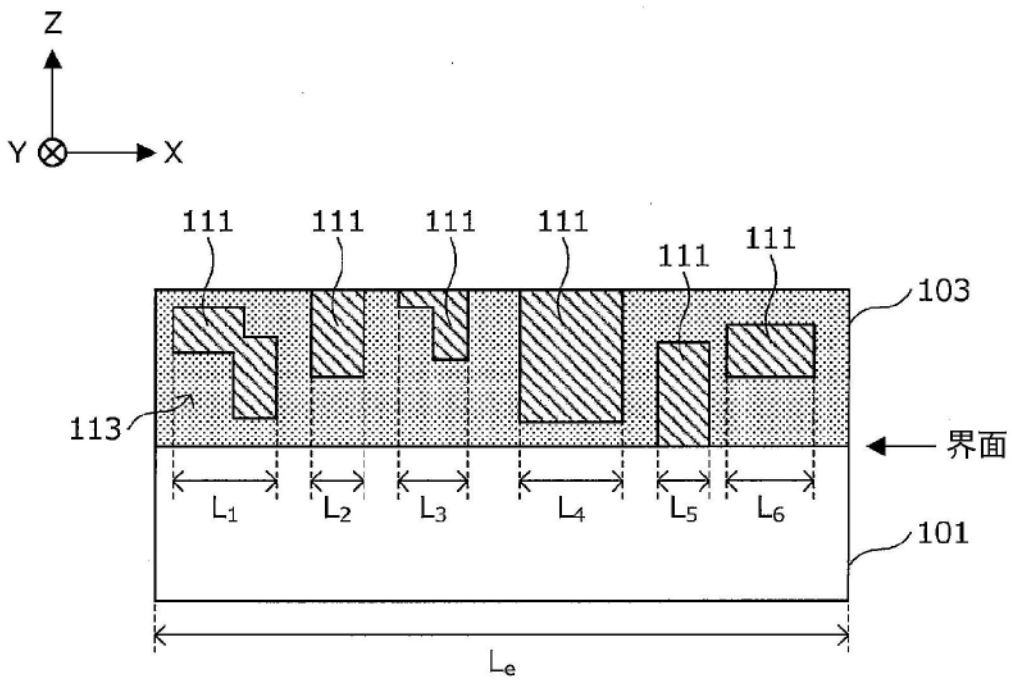


图6