



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 104245991 B

(45)授权公告日 2017.09.19

(21)申请号 201380021830.6

(22)申请日 2013.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104245991 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(30)优先权数据

2012-099681 2012.04.25 JP

2013-071281 2013.03.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.10.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/002658 2013.04.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/161238 JA 2013.10.31

(73)专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 岸庆一郎 矢泽好弘 橘俊一

黑沼洋太 星野俊幸

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 盛曼 金龙河

(51)Int.Cl.

C22C 38/58(2006.01)

B23K 20/04(2006.01)

C21D 8/02(2006.01)

审查员 刘春涛

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

不锈钢复合钢板的复合材料和使用该复合材料的
不锈钢复合钢板及其制造方法

(57)摘要

本发明的目的在于提供在提高对接界面的完好性的可靠性的同时维持母材和复合材料的性能(耐腐蚀性和机械特性)的耐海水腐蚀性优良的不锈钢复合钢的复合材料和使用该复合材料的不锈钢复合钢及其制造方法。一种不锈钢复合钢板的复合材料和使用该复合材料的不锈钢复合钢板,所述不锈钢复合钢板的复合材料的特征在于,正火处理后的不锈钢复合钢板的复合材料以质量%计含有C:0.03%以下、Si:1.5%以下、Mn:2.0%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Ni:22.0~25.0%、Cr:21.0~25.0%、Mo:2.0~5.0%、N:0.15~0.25%且余量由Fe和不可避免的杂质构成,ASTM中规定的临界点蚀温度(CPT)为45℃以上,且NORSOK STANDARD中规定的腐蚀试验所引起的所述复合材料的焊接部的腐蚀量为1.0g/m²以下。

1. 一种不锈钢复合钢板,以复合材料和碳钢或低合金钢作为母材,其总厚度为30mm以上且100mm以下,

正火处理后的不锈钢复合钢板的复合材料以质量%计含有C:0.03%以下、Si:1.5%以下、Mn:2.0%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Ni:22.0~25.0%、Cr:21.0~25.0%、Mo:2.0~5.0%、N:0.15~0.25%且余量由Fe和不可避免的杂质构成,ASTM G48-03方法E中规定的临界点蚀温度CPT为45℃以上,且NORSOK STANDARD M-601中规定的腐蚀试验所引起的所述复合材料的焊接部的腐蚀量为1.0g/m²以下,

所述复合材料的析出物通过使用10体积%乙酰丙酮-1质量%四甲基氯化铵-甲醇的恒电流电解法进行提取,所述析出物中的Cr以质量%计为0.5%以下、且Mo以质量%计为0.3%以下。

2. 如权利要求1所述的不锈钢复合钢板,其特征在于,所述复合材料以质量%计还含有B:0.0010~0.0055%。

3. 一种不锈钢复合钢板的制造方法,其特征在于,在制造权利要求1或2所述的不锈钢复合钢板时,使用牺牲材料,进行使轧制比为5以上的热轧,然后,进行加热至850~950℃并空冷的正火处理,所述空冷的冷却速度为0.8℃/秒以下。

不锈钢复合钢板的复合材料和使用该复合材料的不锈钢复合钢板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在以海洋结构物、造船、海水淡化设备为代表的各种用途中使用的奥氏体系不锈钢复合钢板的复合材料和使用该复合材料的不锈钢复合钢板及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为对产业设备和结构物的需求,志在耐久性、长寿命化以及免维修化,不锈钢作为符合这些需求的材料而受到关注。另一方面,作为不锈钢的主要原料的以Ni、Mo、Cr为代表的合金元素存在价格的上涨或价格的变动。因此,最近,作为代替整体(無垢)的不锈钢、可以更经济地利用不锈钢的优良的耐腐蚀性、价格稳定并且廉价的钢材,不锈钢复合钢受到关注。不锈钢复合钢是将作为复合材料的不锈钢与作为母材的普通钢材这两种性质不同的金属叠合而得到的钢材。复合钢通过将不同种金属进行金属学接合而得到,与镀覆不同,不必担心剥离,能够具有凭借单一金属和合金无法实现的新特性。这样,对于不锈钢复合钢而言,不锈钢材料的使用量少也可以,并且能够确保与整体材料(是指作为整个厚度为复合材料的不锈钢的材料)同等的耐腐蚀性,因此具有能够兼顾经济性和功能性的优点。

[0003] 根据以上内容,不锈钢复合钢被认为是非常有益的功能性钢材,近年来,其需求在各种产业领域日益提高。特别是在将不锈钢复合钢用在海洋结构物、海水淡化设备、以浮体式海洋石油/气体生产储卸设备(以下称为“FPSO”,FPSO: Floating Production, Storage and Offloading system)等为代表的造船领域等各种用途中的情况下,由于在苛刻的海水腐蚀环境下使用,因此要求耐海水腐蚀性。

[0004] 不锈钢的钝化被膜容易被氯化物离子破坏,其腐蚀方式采用点蚀(Pitting Corrosion)或者缝隙腐蚀(Crevise Corrosion)的方式。另一方面,在以硫酸、氢氟酸等为代表的酸中,腐蚀方式呈全面腐蚀,与此相对,在海水中为局部腐蚀。因此,作为防止局部腐蚀的起点的特性,对耐点蚀性的考虑变得极其重要。

[0005] 不锈钢的耐点蚀性通常以点蚀指数: $\text{Cr}(\text{质量}\%) + 3.3\text{Mo}(\text{质量}\%) + 16\text{N}(\text{质量}\%)$ 整理,点蚀指数越高,则耐点蚀性越优良。但是,能够应用点蚀指数的情况仅限于实施了使析出物等固溶的热处理的整体的不锈钢,不能直接将其应用于作为与碳钢的复合材料的不锈钢复合钢的复合材料的耐点蚀性中。

[0006] 对于不锈钢复合钢而言,通常为了确保母材的强度、韧性等机械性质而在正火后使用,所谓的正火是指加热至 $850\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的温度范围,然后进行空冷。不锈钢受到不适当的热处理、焊接所导致的热影响部之类的热历程时,耐腐蚀性有时会显著降低。其原因之一在于,对于不锈钢而言,在受到不适当的热处理、焊接所导致的热影响部之类的热历程时,碳化物、 σ 相等金属间化合物会析出。复合钢所受到的热历程因复合钢的板厚而变化,特别是对于30mm以上的复合钢而言,冷却速度降低,碳化物、 σ 相等金属间化合物更容易析出。

[0007] 在专利文献1中公开了如下技术:为了防止在用于确保母材的机械性质而进行的

正火处理中复合钢的耐腐蚀性变差,对复合材料的成分进行规定,由此,即使对复合材料的奥氏体系不锈钢实施850~950℃的正火处理,也会保持优良的耐腐蚀性。然而,对于通过该方法得到的不锈钢复合钢的耐腐蚀性而言,在氯化铁腐蚀试验中的腐蚀速度为约 $2\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{小时}$,作为耐海水腐蚀性并不充分。

[0008] 另外,在专利文献2中公开了如下方法:规定固溶化热处理条件和母材碳钢的成分,制造以耐海水性优良的不锈钢作为复合材料且以碳钢作为母材的不锈钢复合钢管。然而,专利文献2中,为了确保不锈钢复合钢管的各用途(例如海洋结构物等)所要求的耐腐蚀性和耐海水腐蚀性,必须按照各用途来选择作为复合材料使用的不锈钢。即,只不过是公开了仅利用不锈钢的成分进行调节的方法,在不锈钢复合钢的情况下,难以在提高对接界面的完好性(接合性)的可靠性的同时维持母材和复合材料的性能(耐腐蚀性和机械特性)。另外,更难以应对全部高级钢材和多种品种。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开昭63-125615号公报

[0012] 专利文献2:日本专利第4179133号公报

发明内容

[0013] 发明所要解决的问题

[0014] 鉴于上述情况,本发明人的目的在于提供在提高对接界面的完好性的可靠性的同时维持母材和复合材料的性能(耐腐蚀性和机械特性)的耐海水腐蚀性优良的不锈钢复合钢板的复合材料和使用该复合材料的不锈钢复合钢板及其制造方法。

[0015] 用于解决问题的方法

[0016] 为了解决上述问题,本发明人对以多个成分(钢组成)和多个历程完成从轧制到热处理后的不锈钢复合钢中的钢成分对耐点蚀性的影响进行了研究。

[0017] 本发明的主旨构成如下所述。

[0018] [1] 一种不锈钢复合钢板的复合材料,其特征在于,正火处理后的不锈钢复合钢板的复合材料以质量%计含有C:0.03%以下、Si:1.5%以下、Mn:2.0%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Ni:22.0~25.0%、Cr:21.0~25.0%、Mo:2.0~5.0%、N:0.15~0.25%且余量由Fe和不可避免的杂质构成,ASTM G48-03方法E中规定的临界点蚀温度(CPT)为45℃以上,且NORSOK STANDARD M-601中规定的腐蚀试验所引起的上述复合材料的焊接部的腐蚀量为 $1.0\text{g}/\text{m}^2$ 以下。

[0019] [2] 如上述[1]所述的不锈钢复合钢板的复合材料,其特征在于,上述复合材料以质量%计还含有B:0.0010~0.0055%。

[0020] [3] 如上述[1]或[2]所述的不锈钢复合钢板的复合材料,其特征在于,上述复合材料的析出物通过使用10体积%乙酰丙酮-1质量%四甲基氯化铵-甲醇的恒电流电解法进行提取,上述析出物中的Cr以质量%计为0.5%以下、且Mo以质量%计为0.3%以下。

[0021] [4] 如上述[1]~[3]中任一项所述的不锈钢复合钢板的复合材料,其特征在于,进一步地,上述复合材料的表面的 σ (sigma)相的析出量以面积率计为2.0%以下。

[0022] [5] 一种不锈钢复合钢板,以上述[1]~[4]中任一项所述的复合材料和碳钢或低

合金钢作为母材,其总厚度为30mm以上且100mm以下。

[0023] [6]一种不锈钢复合钢板的制造方法,其特征在于,在制造上述[5]所述的不锈钢复合钢板时,使用牺牲材料,进行使轧制比为5以上的热轧,然后,进行加热至850~950℃并空冷的正火处理。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明,能够得到耐海水腐蚀性优良的总厚度为30mm以上且100mm以下的不锈钢复合钢。

[0026] 能够适合在以海洋结构物、以FPSO为代表的造船领域、海水淡化装置为代表的要求耐海水腐蚀性的用途中使用。

具体实施方式

[0027] 以下,对本发明的构成进行说明。本发明的不锈钢复合钢中,为了满足耐海水腐蚀性而需要对成分、制造条件等进行规定。

[0028] 1.首先,对限定复合材料的不锈钢的成分组成的理由进行说明。在以下的说明中,只要没有特别说明,则%是指质量%。

[0029] C:0.03%以下

[0030] 从耐腐蚀性、特别是焊接热影响部的耐腐蚀性的观点出发,C越低越优选,需要限制为0.03%以下。优选为0.020%以下。

[0031] Si:1.5%以下

[0032] 为了进行脱氧,Si需要为0.02%以上,但超过1.5%时,会显著阻碍热加工性,因此设定为1.5%以下。优选为0.60%以下。

[0033] Mn:2.0%以下

[0034] 为了进行脱氧,Mn需要为0.02%以上,但超过2.0%时,会使耐腐蚀性变差,因此设定为2.0%以下。优选为0.60%以下。

[0035] P:0.04%以下、S:0.03%以下

[0036] 从热加工性的观点出发,P、S越低越优选,P超过0.04%、S超过0.03%时,热加工性受损,因此,P设定为0.04%以下、S设定为0.03%以下。优选P为0.03%以下、S为0.01%以下。

[0037] Ni:22.0~25.0%

[0038] 从奥氏体相的稳定性的观点出发,主要是由于与Cr及Mo的平衡,Ni需要为22.0%以上。另一方面,考虑到经济性和伴随高Ni化而产生的热变形阻力的增大,将Ni量设定为25.0%以下。另外,从兼顾奥氏体相的稳定性和经济性的观点出发,Ni量优选为22.0~24.5%的范围。更优选为22.5~24.0%的范围。

[0039] Cr:21.0~25.0%

[0040] Cr对于提高耐点蚀性、耐缝隙腐蚀性而言是有效的,需要为21.0%以上。另一方面,Cr量超过25.0%时,在制造成复合材料时以及复合轧制时及其冷却时,会显著促进 σ 相的析出,阻碍耐腐蚀性和热加工性。因此,Cr量设定为21.0~25.0%的范围。另外,从提高耐点蚀性、耐缝隙腐蚀性和抑制 σ 相析出的观点出发,Cr量优选为21.0~24.0%的范围。进一步优选为22.0~23.5%的范围。

[0041] Mo:2.0~5.0%

[0042] Mo对于提高耐点蚀性、耐缝隙腐蚀性而言是有效的,设定为2.0%以上。另一方面,Mo量超过5.0%时,在制造成复合材料时以及复合轧制时及其冷却时,会显著促进 σ 相的析出,阻碍耐腐蚀性和热加工性。因此,Mo量设定为2.0~5.0%的范围。另外,从提高耐点蚀性、耐缝隙腐蚀性和抑制 σ 相析出的观点出发,Mo量优选为2.0~4.5%的范围。进一步优选为2.5~3.5%的范围。

[0043] N:0.15~0.25%

[0044] N具有提高耐腐蚀性的效果,为了得到该效果而设定为0.15%以上。另一方面,N量超过0.25%时,由于与其他成分的含量的关系而难以含有。因此,N量设定为0.15~0.25%的范围。更优选为0.18~0.22%的范围。

[0045] 以上是本发明的不锈钢复合钢板的复合材料的基本化学成分,余量为Fe和不可避免的杂质,但也可以进一步以下述范围含有B。

[0046] B:0.0010~0.0055%

[0047] B对于提高耐腐蚀性、热加工性而言是有效的,为了得到该效果,优选含有0.0010%以上。另一方面,B量超过0.0055%时,耐腐蚀性、热加工性变差。因此,在含有B的情况下,B量优选设定为0.0010~0.0055%的范围。更优选为0.0015~0.0035%的范围。

[0048] 上述以外的余量为Fe和不可避免的杂质。另外,本发明中,在不减弱上述作用效果的情况下,可以含有其他微量元素。

[0049] 另外,作为本发明的不锈钢复合钢的母材,可以使用碳钢、低合金钢。

[0050] 本发明的不锈钢复合钢的板厚(总厚度)为30mm以上且100mm以下。这是因为,板厚为该范围的不锈钢复合钢特别是海洋结构物、以FPSO为代表的造船领域、海水淡化装置所要求的。

[0051] 并且,本发明的不锈钢复合钢是在该母材的单面或双面上包覆上述成分范围的不锈钢作为复合材料而得到的材料。

[0052] 2.接着,对复合材料的不锈钢的耐海水腐蚀性进行说明。

[0053] (a) 正火处理后,基于ASTM G48-03方法E的临界点蚀温度(CPT)为45℃以上。

[0054] 复合钢母材要求具有作为海洋结构物、以FPSO为代表的造船领域、海水淡化装置的结构材料的特性。因此,大多在热轧后进行加热至850~950℃并空冷的正火处理。因此,对于复合材料的不锈钢也赋予同样的热历程。使临界点蚀温度(CPT)为45℃以上是为了即使在该热历程之后也能够充分满足耐海水腐蚀性能。因此,基于ASTM G48-03方法E的临界点蚀温度(CPT)设定为45℃以上。试验方法在实施例中进行说明。

[0055] (b) NORSOK STANDARD M-601中规定的腐蚀试验所引起的焊接部的腐蚀量为1.0g/m²以下。

[0056] 复合钢大多作为结构构件在焊接后使用而不是单独使用。因此,对于复合材料的不锈钢部也会实施焊接。为了充分满足耐海水腐蚀性能,需要使NORSOK STANDARD M-601中规定的腐蚀试验所引起的焊接部的腐蚀量为1.0g/m²以下。在此,焊接可以列举埋弧焊、MIG焊接、MAG焊接等,输入热量优选为50KJ/cm以下的范围。

[0057] 通过控制复合材料的不锈钢的含有成分并采用后述的制造方法,可得到CPT为45℃以上且上述腐蚀量为1.0g/m²以下。试验方法在实施例中进行说明。

[0058] 另外,关于复合材料的不锈钢的耐腐蚀性,进一步规定以下特性。

[0059] (c) 优选通过使用10体积%乙酰丙酮-1质量%四甲基氯化铵-甲醇的恒电流电解提取的析出物中的Cr以质量%计为0.5%以下且析出物中的Mo以质量%计为0.3%以下。

[0060] 采用该恒电流电解是为了能够对钢中的析出物量进行定量性评价,并且是为了通过利用XRD(X射线衍射法)对提取后的析出物进行分析而能够高精度地鉴定析出物质种类。

[0061] 另外,在本发明中,利用形成 σ (sigma)相的Cr、Mo量来评价 σ 相的耐海水腐蚀性。

[0062] 析出物中的Cr以质量%计设定为0.5%以下是因为,超过0.5%时耐点蚀性变差。从耐点蚀性的观点出发,进一步优选为0.3%以下。

[0063] 析出物中的Mo以质量%计设定为0.3%以下是因为,超过0.3%时,耐点蚀性变差。从耐点蚀性的观点出发,进一步优选为0.2%以下。

[0064] (d) 复合材料的表面的 σ 相的析出量以面积率计为2.0%以下。

[0065] σ (sigma)相的析出量多时, σ (sigma)相周围的奥氏体相的Cr量、Mo量减少,使得耐点蚀性变差,因此不优选。其析出量以面积率计超过2.0%时,耐点蚀性变差,因此不优选。面积率的测定中,以约400倍进行显微组织观察,对其照片进行图像分析,由此求出面积率。另外,关于 σ (sigma)相的组织,预先通过能量分散型X射线分析等确认为Cr量、Mo量多的组织。

[0066] 3.接着,对复合钢的制造方法进行规定。

[0067] (a) 在制造不锈钢复合钢板时,使用牺牲材料,使轧制比为5以上。

[0068] 使用牺牲材料是为了防止轧制后的翘曲。

[0069] 在作为变形阻力、热膨胀系数不同的奥氏体系不锈钢(复合材料)和碳钢(母材)的复合材料的不锈钢复合钢通过热轧法来制造的情况下,在热轧时、冷却时会产生变形。为了防止上述变形,采用在热轧前通过周围焊将碳钢板固定到奥氏体不锈钢表面上并进行轧制的牺牲材料方式。

[0070] 另外,在热轧中使轧制比为5以上是因为,在复合钢的接合中,通过在高温下进行轧制,使金属相互产生结合力,由此,以5以上的轧制比得到良好的接合。

[0071] (b) 在热轧后实施加热至850~950℃并空冷的正火处理。

[0072] 如上所述,复合钢母材要求具有作为海洋结构物、以FPSO为代表的造船领域、海水淡化装置的结构材料的特性,因此,大多在热轧后进行加热至850~950℃并空冷的正火处理。在850℃以上时,具有改善组织的效果,超过950℃时,晶粒粗大化而不会表现出改善组织的效果,因此加热至850~950℃。另外,设定为空冷是因为,若急剧地进行冷却,则会由于复合材料与母材的热膨胀系数的差异而产生应变,冷却速度为0.8℃/秒以下的范围。

[0073] 实施例

[0074] 以下对本发明的实施例进行说明。

[0075] 使用包含表1所示成分组成的奥氏体系不锈钢和SS400成分体系的钢材(以下,有时简称为“普通钢”)。将作为母材的板厚为150mm的SS400系的钢材、作为复合材料的板厚为13mm的奥氏体系不锈钢、在复合材料表面上作为牺牲材料的26mm的普通钢组合,组装成厚度为(150+13+26)mm的钢坯。

[0076] 接着,实施1230℃的加热、970℃的热精轧,然后,在910℃下保持10分钟,然后进行空冷,由此制造厚度为(29.5+2.5)mm的复合钢。

[0077] 对于通过以上方法得到的不锈钢复合钢,通过以下所示的ASTMG48-03方法E评价复合材料的耐点蚀性。接着,通过以下所示的焊接试验片的腐蚀试验来评价焊接部的耐点蚀性。实施X型的坡口加工,使用低合金焊丝对母材侧进行焊接后,依照JIS Z3334,使用直径为1.2mm的相当于625系合金的焊接材料对复合材料侧进行使用氩气的TIG焊接,制作焊接试验片。此时的复合材料侧的焊接条件设定成:焊接电流为200A、焊接电压为25V、焊接速度为30cm/分钟、4道次焊接。然后,从复合钢板的复合材料表层削去多余部分,裁取包含各为一半的该焊接金属和热影响部的具有厚度2.0mm×宽度20mm×长度50mm的尺寸的试验片,通过以下所示的ASTM G48-03方法A求出腐蚀量。

[0078] 另外,为了评价 σ 相的析出量,对利用电解提取得到的提取Cr、提取Mo进行定量。电解液使用10体积%乙酰丙酮-1质量%四甲基氯化铵-甲醇。进行恒电流电解,利用网眼为0.2 μ m的有机质过滤器过滤出电解提取残渣,利用混合酸(0.8质量%酒石酸/10质量%硫酸)进行加热分解后,通过ICP发光分光分析法进行Cr、Mo的定量。

[0079] 临界点蚀温度(CPT) ASTM G48-03方法E

[0080] 在6质量%FeCl₃+1质量%HCl溶液中,在5℃间隔、24小时的条件下进行浸渍试验。进行三次浸渍试验,将所产生的点蚀中的最大点蚀深度达到0.025mm的情况记作不合格。将三次均没有产生点蚀的情况记作合格,将不合格的情况下的最高温度作为CPT(℃)。另外,将CPT为45℃以上评价为良好。更优选为50℃以上。

[0081] 氯化铁试验ASTM G48-03方法A

[0082] 在6质量%FeCl₃溶液中,在40℃、24小时的条件下进行浸渍试验。由浸渍试验后的重量减少求出腐蚀量。腐蚀量的目标值为1.0g/m²以下,优选为0.8g/m²以下。

[0083]

表1

质量%

No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	B	N	CPT (°C)	焊接部 腐蚀量 (g/m ²)	析出物中 Cr量 (质量%)	析出物中 Mo量 (质量%)	备注
1	0.019	0.31	0.51	0.024	0.009	23.1	23.4	3.5	0.0002	0.202	45	0.69	0.10	0.07	发明例
2	0.018	0.29	0.58	0.028	0.008	23.4	23.4	3.4	0.0001	0.199	45	0.64	0.10	0.05	发明例
3	0.017	0.28	0.61	0.023	0.007	22.9	23.2	3.1	0.0003	0.210	50	0.54	0.09	0.03	发明例
4	0.015	0.27	0.50	0.023	0.006	23.0	23.0	3.1	0.0022	0.190	50	0.51	0.08	0.03	发明例
5	0.020	0.35	1.30	0.030	0.005	23.1	23.1	3.5	0.0016	0.200	50	0.61	0.09	0.03	发明例
6	0.010	0.45	1.18	0.008	0.001	23.2	23.2	4.0	0.0030	0.190	45	0.76	0.14	0.16	发明例
7	0.009	0.37	1.22	0.016	0.003	22.8	22.9	4.5	0.0025	0.182	45	0.79	0.15	0.15	发明例
8	0.017	0.23	0.77	0.012	0.010	23.1	23.1	2.7	0.0020	0.211	45	0.74	0.13	0.11	发明例
9	0.022	0.50	0.66	0.015	0.009	23.0	23.0	2.2	0.0021	0.195	45	0.68	0.17	0.21	发明例
10	0.016	0.28	1.01	0.021	0.009	23.4	22.4	3.2	0.0016	0.199	50	0.73	0.09	0.04	发明例
11	0.021	0.31	0.78	0.031	0.011	23.4	23.8	3.0	0.0031	0.210	45	0.83	0.21	0.11	发明例
12	0.019	0.38	0.95	0.015	0.008	23.1	24.2	3.1	0.0045	0.194	45	0.84	0.22	0.15	发明例
13	0.030	0.44	0.60	0.040	0.030	22.9	24.8	3.2	0.0012	0.190	45	0.81	0.21	0.13	发明例
14	0.014	0.30	1.12	0.031	0.009	22.8	22.1	3.0	0.0023	0.201	45	0.91	0.30	0.12	发明例
15	0.022	0.51	1.03	0.034	0.007	23.9	23.2	3.0	0.0041	0.187	50	0.69	0.09	0.04	发明例
16	0.011	0.36	0.98	0.024	0.018	24.2	23.1	2.9	0.0023	0.191	50	0.71	0.10	0.05	发明例
17	0.019	0.33	0.76	0.022	0.017	24.5	23.5	3.1	0.0021	0.210	45	0.87	0.33	0.21	发明例
18	0.023	0.41	0.98	0.021	0.007	22.5	23.7	3.1	0.0019	0.194	45	0.82	0.41	0.20	发明例
19	0.014	0.23	0.84	0.030	0.009	22.3	23.2	3.0	0.0029	0.196	45	0.81	0.43	0.22	发明例
20	0.016	0.46	1.14	0.024	0.005	23.0	22.9	5.5	0.0019	0.211	35	5.12	0.85	0.45	比较例
21	0.018	0.37	1.21	0.020	0.003	23.1	22.8	6.2	0.0022	0.194	30	8.24	0.78	0.51	比较例
22	0.020	0.29	0.87	0.027	0.007	23.3	23.7	1.5	0.0023	0.196	35	5.06	0.71	0.44	比较例
23	0.023	0.25	0.57	0.031	0.009	22.8	21.0	3.1	0.0021	0.195	30	6.12	0.89	0.48	比较例
24	0.019	0.37	0.67	0.028	0.010	23.1	21.5	3.2	0.0019	0.191	30	6.01	0.81	0.51	比较例
25	0.015	0.24	0.89	0.024	0.007	23.0	26.5	3.0	0.0029	0.213	30	5.84	0.78	0.44	比较例
26	0.018	0.29	1.13	0.029	0.008	22.7	23.4	2.8	0.0019	0.204	35	3.12	0.57	0.42	比较例
27	0.024	0.31	1.34	0.032	0.009	23.1	23.7	2.9	0.0022	0.183	35	3.30	0.55	0.38	比较例
28	0.020	0.30	0.87	0.037	0.008	23.2	23.1	3.0	0.0030	0.186	35	3.11	0.56	0.35	比较例

注：第1列数据表示在本发明的范围外

[0084] 根据表1,发明例中,CPT为作为目标的45℃以上,焊接部的ASTMG48-03方法A、40℃、24小时条件下的腐蚀量为1.0g/m²以下,显示出优良的耐海水腐蚀性。