



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111448326 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 28

(21) 申请号 201880079341.9

(22) 申请日 2018.11.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111448326 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(30) 优先权数据
10-2017-0178047 2017.12.22 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.06.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2018/013418 2018.11.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/124729 KO 2019.06.27

(73) 专利权人 株式会社POSCO

地址 韩国庆尚北道

(72) 发明人 李哉和 朴美男 曹圭珍

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 蔡胜有 苏虹

(51) Int.Cl.

C21D 7/13 (2006.01)

C22C 38/40 (2006.01)

C21D 6/00 (2006.01)

C21D 8/00 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

审查员 董殊

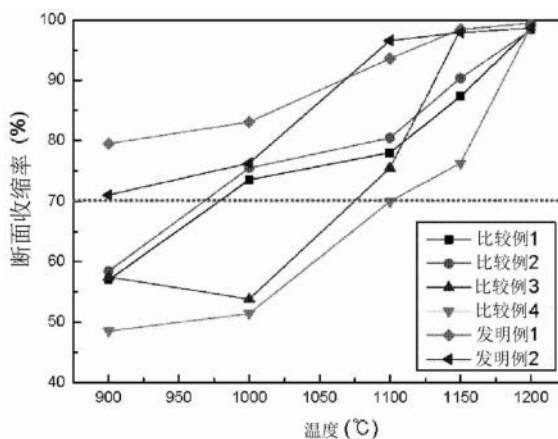
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢及其制造方法

(57) 摘要

公开了具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法。根据本公开的一个实施方案的铁素体不锈钢的制造方法包括：制造板坯，所述板坯包含：以全部组成的重量百分比(%)计，C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0)，剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质；以及在加热板坯之后对板坯进行热轧，板坯的加热在1200℃至1250℃的温度范围内进行，使得板坯的内部组织中δ-铁素体相的分数为80%至95%。



1. 一种具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法,所述制造方法包括:
制造板坯,所述板坯包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少而不包括0、S:0.01%或更少而不包括0,剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质;以及
在加热所述板坯之后对所述板坯进行热轧,
其中所述板坯的所述加热在1200℃至1250℃的温度范围内进行,使得所述板坯的内部组织中 δ -铁素体相的分数为80%至95%,
其中加热时间为3小时或更多,以及
所述板坯还包括:Cu:0.2%或更少和Ti:0.03%或更少。
2. 一种具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢,所述铁素体不锈钢包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少而不包括0、S:0.01%或更少而不包括0,剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质,
其中由以下方程式(1)表示的铁素体因子满足10.5至12.0的范围,
其中通过控制 δ -铁素体分数而在900℃至1200℃的温度范围内的断面收缩率为70%或更大,以及
所述铁素体不锈钢还包含:0.2%或更少的Cu和0.03%或更少的Ti,
方程式(1):铁素体因子 = $[Cr+6Si] - [2Mn+4Ni+40(C+N)]$ 。

具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通用铁素体不锈钢的制造方法,更具体地,涉及在热轧之前在至少1200℃的热轧加热温度条件下,通过经由组分控制而控制 δ -铁素体相分数和铁素体因子而具有改善的板坯热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法。

背景技术

[0002] 通用铁素体不锈钢是高强度STS钢,其通过控制Ni、Mn含量等而具有双相(铁素体基体+回火马氏体)组织,并且Cr含量为11%至12.5%。其为在需要耐腐蚀性/耐磨性和可焊性的结构材料的领域中用作碳钢的替代物的钢种。这种通用铁素体不锈钢被广泛用作需要强度和耐腐蚀性的结构材料。

[0003] 在一些情况下,具有优异的耐腐蚀性的奥氏体304钢被用作结构材料,但是包含大量昂贵的Ni和Cr,这导致了经济问题。另外,在包含16%或更多的Cr的铁素体不锈钢的情况下,尤其在430钢的情况下,耐腐蚀性优于碳钢,但是加工性差,并且特别地,由于诸如焊接区的韧性因热影响区的铁素体组织粗化而劣化的问题,在需要可焊性的结构材料方面的用途受到限制。并且,在包含约11%或更少的相对低的Cr的409钢的情况下,耐腐蚀性类似于现有的400系列STS的耐腐蚀性,但是由于低的冲击韧性和屈服强度,在用作结构材料时存在很多限制。

[0004] 在制造这种通用铁素体钢时,为了在热轧期间除去板坯内部的偏析并降低轧制负荷以顺利进行热轧,期望在高温下进行板坯加热。然而,当在1300℃或更高的高温即高于铁素体单相区的温度下加热板坯时,会引起品质问题,例如,物理特性劣化,例如由晶界氧化和晶粒生长导致的冲击韧性劣化,以及表面线性缺陷。因此,在加热板坯时,在能够形成奥氏体和 δ -铁素体的两相组织的温度下进行加热是重要的。这是因为与铁素体单相相比,由于局部形成的奥氏体相,热处理期间的晶粒粗化可以得到抑制。然而,该两相组织中的 δ -铁素体的分数不仅根据加热温度而变化,而且在经初始加热的板坯的温度由于热轧期间辊与材料之间的接触而降低时,该相分数也连续地变化。

发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 由于通过控制合金组分和相分数条件而对板坯组织中的 δ -铁素体分数,当在1200℃至1250℃的高温热处理条件下对宽板坯进行热轧时,本公开的实施方案提供了具有可以防止出现表面线性缺陷和边缘裂纹的优异的热加工性的通用铁素体不锈钢,及其制造方法。

[0007] 技术方案

[0008] 根据本公开的一个方面,具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法包括:制造板坯,所述板坯包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至

0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0),剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质;以及在加热板坯之后对板坯进行热轧,其中板坯的加热在1200℃至1250℃的温度范围内进行,使得板坯的内部组织中 δ -铁素体相的分数为80%至95%。

[0009] 加热时间可以为3小时或更多。

[0010] 制造方法还可以包括:Cu:0.2%或更少和Ti:0.03%或更少。

[0011] 根据本公开的一个方面,具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0),剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质,以及由以下方程式(1)表示的铁素体因子满足10.5至12.0的范围。

[0012] 方程式(1):铁素体因子 = $[Cr+6Si] - [2Mn+4Ni+40(C+N)]$

[0013] 铁素体不锈钢还可以包含:Cu:0.2%或更少和Ti:0.03%或更少。

[0014] 在900℃至1200℃的温度范围内的断面收缩率(reduction of area)可以为70%或更大。

[0015] 有益效果

[0016] 根据本公开的一个实施方案,通过控制铁素体因子和 δ -铁素体相分数,可以改善热轧期间板坯的热加工性。

[0017] 因此,可以防止在热轧期间在板坯表面上出现线性缺陷和边缘裂纹,并且可以改善热轧之后退火的酸洗卷材的表面和边缘品质。

附图说明

[0018] 图1是示出了根据本公开的一个实施方案的 δ -铁素体分数与热加工性之间的相关性的图。

[0019] 图2是用于说明根据本公开的实施例和比较例的高温板坯热处理期间的显微组织的变化图。

[0020] 图3是示出了在冷却根据本公开的实施例和比较例的板坯时热加工性的变化的图。

具体实施方式

[0021] 根据本公开的一个实施方案的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法包括:制造板坯,所述板坯包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0),剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质;以及在加热板坯之后对板坯进行热轧,板坯的加热在1200℃至1250℃的温度范围内进行,使得板坯的内部组织中 δ -铁素体相的分数为80%至95%。

[0022] 发明实施方式

[0023] 在下文中,将参照附图详细描述本公开的实施方案。提供以下实施方案以向本领域普通技术人员传递本公开的技术构思。然而,本公开不限于这些实施方案,并且可以以另外的形式来实施。在附图中,可能未示出与描述无关的部分以便阐明本公开,并且为了易于

理解,或多或少夸大地示出了部件的尺寸。

[0024] 此外,当一个部分“包括”或“包含”一个要素时,除非特别存在对其的相反描述,否则该部分还可以包括其他要素,不排除其他要素。

[0025] 除非在上下文中具有明显不同的含义,否则以单数使用的表述包括复数表述。

[0026] 在下文中,将参照附图详细描述根据本公开的实施方案。首先,描述了铁素体不锈钢,然后描述了铁素体不锈钢的制造方法。

[0027] 图1是示出了在1000°C、1100°C和1200°C下 δ -铁素体分数与热加工性之间的相关性的图。

[0028] 热轧期间 δ -铁素体相分数的变化导致在高温下加工材料时奥氏体与 δ -铁素体组织之间对加工的耐变形性差异。因此,产生线性缺陷和边缘裂纹。特别地,已知如图1所示,当处于由于热轧期间辊与材料之间的接触而导致的1000°C至1200°C的材料表面温度下, δ -铁素体的分数在15%至30%的范围内时,热加工性最差。

[0029] 作为改善这种热加工性的方法,优选在使 δ -铁素体相保持为10%或更少的同时进行热成型,但是在加热板坯时,低温下的热处理是必需的。然而,在低温热处理条件下,当加热板坯时,热负荷增加,使得难以生产5英尺宽的材料。

[0030] 因此,需要获得通用铁素体不锈钢及其制造方法,其可以提高板坯温度并产生宽板坯,同时通过形成合适的相分数来确保优异的热加工性。

[0031] 本公开的发明人已经研究了显微组织以改善铁素体不锈钢的热加工性。结果,发现可以通过调节板坯的热轧之前的加热期间板坯的温度来控制组织中形成的 δ -铁素体的分数。特别地,在通用铁素体不锈钢的情况下, δ -铁素体的分数根据加热条件而变化,并且发现在较高温下形成大量的 δ -铁素体组织。因此,得到合金组分、相分数和加热步骤的温度范围。

[0032] 根据本公开的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0),剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质。

[0033] 在下文中,将描述本公开的实施方案中的合金组分含量的数值限度的原因。在下文中,除非另有说明,否则单位为重量%。

[0034] C和N的含量为0.005%至0.020%。

[0035] 碳(C)和氮(N)的含量越低,可以确保越好的延性和焊接区的冲击特性,因此将上限设定为0.02%,使得可以进行正常的制造,并且将两种元素之和C+N设定为0.04%或更少。当这两种元素之和超过0.04%时,存在材料的延性急剧降低,以及焊接区中形成的马氏体的韧性急剧降低的问题。

[0036] Si的含量为0.5%至0.8%。

[0037] 通常添加硅(Si)作为脱氧剂以减少钢中的夹杂物,并且当需要高强度时,优选添加0.5%或更多,因为其防止过量产生可能使强度降低的 δ -铁素体。然而,当含量过多时,存在使焊接区的韧性劣化的问题,特别地,可以将上限限制为0.8%。

[0038] Mn的含量为0.5%至1.5%。

[0039] 锰(Mn)是奥氏体形成元素,并且由于其控制铁素体晶粒尺寸生长,因此其有效地

改善韧性。因此,优选添加0.5%或更多以改善材料的韧性和加工性。然而,如果含量过多,则钢材的加工性和韧性急剧降低,并且可以将上限限制为1.5%。

[0040] Cr的含量为11.0%至12.5%。

[0041] 铬(Cr)是不锈钢的耐腐蚀性增强元素中含量最高的元素,并且优选添加11%或更多以表现出耐蚀性。然而,当含量过多时,由于必须添加大量的奥氏体形成元素例如Ni、Mn和Cu,因此存在难以确保焊接区的韧性和材料的加工性的问题,并且可以将上限限制为12.5%。

[0042] Ni的含量为0.2%至0.6%。

[0043] 镍(Ni)是奥氏体形成元素,并且有助于改善基体材料的韧性。另外,由于其为通过焊接期间由残余奥氏体引起的铁素体晶粒的细化和冷却期间马氏体相变晶粒的细化而改善焊接区韧性的元素,因此优选添加0.2%或更多。然而,如果含量过多,则效果饱和,导致成本增加,并且可以将上限限制为0.6%。

[0044] P的含量为0.035%或更少。

[0045] 磷(P)是不可避免地包含的杂质,并且优选地将其含量控制得尽可能低。理论上,将磷的含量控制为0%(重量)是有利的,但是不可避免地,其必然包含在制造过程中。因此,控制上限很重要,并且在本公开中,将上限控制为0.035%。

[0046] S的含量为0.01%或更少。

[0047] 硫(S)是不可避免地包含的杂质,并且优选地将含量控制得尽可能低。理论上,将磷的含量控制为0%(重量)是有利的,但是不可避免地,其必然包含在制造过程中。因此,控制上限很重要,并且在本公开中,将上限控制为0.01%。

[0048] 此外,根据本公开的一个实施方案的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢还可以包含Cu:0.2%或更少和Ti:0.03%或更少。

[0049] Cu的含量为0.2%或更少。

[0050] 铜(Cu)是类似于Ni的奥氏体形成元素,其有助于改善基体材料的韧性。另外,当添加一定量的Cu时,具有改善延性的效果。然而,考虑到成本方面,将含量限制为0.2%或更少。

[0051] Ti的含量为0.03%或更少。

[0052] 钛(Ti)是固定碳和氮并形成析出物以降低固溶C和固溶N的含量从而改善钢的耐腐蚀性的元素。然而,如果含量过多,则由于粗的Ti夹杂物而可能产生表面缺陷,并存在制造成本增加的问题,并且可以将上限限制为0.03%。

[0053] 本公开的剩余组分是铁(Fe)。然而,在正常的制造过程中,可能不可避免地混入来自原材料或周围环境的不期望的杂质,因此不可能被排除在外。由于这些杂质对于普通制造过程中的任何技术人员都是已知的,因此在本说明书中没有具体提及。

[0054] 根据本公开的一个实施方案,满足上述合金组成的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的由以下方程式(1)表示的铁素体因子可以满足10.5至12.0的范围。

[0055] 方程式(1):铁素体因子 = $[Cr+6Si] - [2Mn+4Ni+40(C+N)]$

[0056] 在以上方程式中,Cr和Si是抑制高温下奥氏体形成的铁素体形成元素,而Mn、Ni、C和N是在高温下促进奥氏体形成的奥氏体形成元素。也就是说,铁素体因子越大,越难在高温下形成奥氏体。

[0057] 例如,当铁素体因子超过12时,在热处理期间形成 δ -铁素体单相组织,可能发生由于晶粒粗化而导致热加工性劣化。当铁素体因子小于10.5时,由于热轧期间材料温度降低, δ -铁素体分数落在15%至30%的范围内,从而存在热加工性差的问题。因此,优选铁素体因子满足10.5至12的范围。

[0058] 根据本公开的一个实施方案,满足上述合金组成的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢在热轧之前加热时的 δ -铁素体相的分数可以为80%至95%。

[0059] 因此,即使考虑到在热轧期间由于与辊的接触,经加热的板坯温度降低,也可以表现出70%或更大的相对高的断面收缩率。因此,可以解决在产品的生产过程中出现的线性缺陷和边缘裂纹的问题。

[0060] 接下来,将描述根据本公开的另一个方面的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法。

[0061] 根据本公开的一个实施方案的具有优异的热加工性的通用铁素体不锈钢的制造方法包括:制造板坯,所述板坯包含:以全部组成的重量百分比(%)计,C:0.005%至0.020%、N:0.005%至0.020%、Si:0.5%至0.8%、Mn:0.5%至1.5%、Cr:11.0%至12.5%、Ni:0.2%至0.6%、P:0.035%或更少(不包括0)、S:0.01%或更少(不包括0),剩余部分为铁(Fe)和其他不可避免的杂质;以及在加热板坯之后对板坯进行热轧,板坯的加热可以在1200°C至1250°C的温度范围内进行,使得板坯的内部组织中 δ -铁素体相的分数为80%至95%。

[0062] 合金元素含量的数值限度的原因如上所述。

[0063] 在连铸机中将包含上述组成的钢水铸造成板坯之后,将冷却的板坯加热,然后进行热轧,以生产热轧产品。

[0064] 所生产的板坯在热轧之前经历加热过程。

[0065] 本公开调节板坯的加热温度以将加热过程期间板坯的内部组织中 δ -铁素体相的分数控制为80%至95%。

[0066] 图2是用于说明根据本公开的实施例和比较例的高温板坯热处理期间的显微组织变化的图。

[0067] 本公开中测量的 δ -铁素体是指在热轧之前的板坯加热期间存在的 δ -铁素体含量。为了推断该状态下的 δ -铁素体含量,对在1250°C下热处理的不同合金组分的样品进行淬火,并且如图2所示通过在室温下观察显微组织进行定量。

[0068] 参照图2,在实施例1和实施例2中,可以确定回火马氏体组织沿铁素体基体的晶界分布。另一方面,在比较例的情况下,可以看出马氏体的分数高于铁素体的分数,并且可以看出构成显微组织的奥氏体和 δ -铁素体的相分数根据合金组成的变化而变化。

[0069] 初始板坯状态的相分数的差异极大地影响材料的热加工性,并且结果示于图3。

[0070] 图3是示出了使用不同合金组分在1250°C的温度下保持3小时之后通过高温格里布尔(gleeble)拉伸试验在900°C至1200°C的不同热轧温度下测得的断面收缩率(%)的结果。测得的断面收缩率意味着该值越高,热加工性越好。

[0071] 如上所述,随着板坯的加热温度升高,板坯内部组织中的 δ -铁素体相的分数增加,因此为了将 δ -铁素体相的分数控制为80%至95%,将板坯的加热温度设定为1200°C至1250°C。为此,通过将板坯装入炉内部,然后将炉内部在1200°C至1250°C下保持至少3小时来实

现。

[0072] 在下文中,将通过本公开的优选实施方案更详细地描述。

[0073] 实施例

[0074] [表1]

[0075]

类别	C	N	Si	Mn	Cr	Ni	P	S
发明例 1	0.017	0.017	0.79	1.21	12.4	0.44	0.02	>0.001
发明例 2	0.012	0.010	0.6	1.0	11.8	0.4	0.018	0.001
比较例 1	0.011	0.013	0.31	1.4	11.3	0.41	0.018	>0.001
比较例 2	0.019	0.013	0.44	0.6	11.0	0.42	0.02	>0.001
比较例 3	0.016	0.014	0.5	0.56	11.3	0.4	0.018	>0.001
比较例 4	0.021	0.018	0.6	1.079	11.48	0.44	0.026	0.008

[0076] 如表1所示,在对改变各组分的含量的同时制造的板坯在1250℃的温度下进行3小时的热处理之后,进行热轧,因此, δ -铁素体分数、奥氏体分数、和断面收缩率、线性缺陷和边缘裂纹示于表2中。

[0077] [表2]

类别	铁素体因子	δ -铁素体分数(%)	奥氏体分数(%)	断面收缩率(%)	线性缺陷	边缘裂纹
发明例1	11.6	91	9	≥ 70	x	X
发明例2	10.9	82	18	≥ 70	X	X
[0078] 比较例1	7.8	5	95	≥ 55	O	O
比较例2	9.5	5	95	≥ 55	O	O
比较例3	10.4	35	65	≥ 52	O	O
比较例4	9.6	15	85	≥ 48	O	O

[0079] 参照图2和表2,在热轧前加热时,根据合金组分的变化,可以看出构成板坯显微组织的奥氏体和 δ -铁素体的相分数发生变化。具体地,在表2中,可以看出,在发明例中, δ -铁素体相多于奥氏体相,而在比较例中,奥氏体相多于 δ -铁素体相。

[0080] 参照表2和表3,在发明例的情况下,与比较例相比,在1250°C的初始热处理条件下显示出约80%或更大的铁素体分数。在热加工期间的高温状态下,其显示出类似前者的98%的断面收缩率水平,并且可以看出,随着温度降低,断面收缩率降低至约70%。即,与比较例相比,由于在低温下相对高的断面收缩率而不发生线性缺陷和边缘开裂。

[0081] 另一方面,在比较例1和2中,Si含量为0.31%和0.44%,其小于0.5%,并且由于得到的铁素体因子低,因此在1250°C的初始热处理条件下表现出约5%或更小的铁素体分数。在热加工期间的高温状态下,显示出约98%的高断面收缩率,但是可以看出,随着温度降低,断面收缩率降低至约55%。即,由于在相对低的温度下的低断面收缩率而出现线性缺陷和边缘裂纹。

[0082] 此外,在比较例3的情况下,除铁素体因子为10.4(小于10.5)之外,满足本公开的全部组分范围,在1250°C的初始热处理条件下显示出约35%的铁素体分数。在热加工期间的高温状态下,其显示出约98%的高断面收缩率,但是可以看出,随着温度降低,与比较例1和2相比,断面收缩率降低为约52%。由于得到了低温下的低断面收缩率,所以出现线性缺陷和边缘裂纹。

[0083] 当在1200°C至1250°C的温度范围内加热板坯之后进行热轧使得 δ -铁素体含量满足80%至95%的范围时,根据本公开的一个实施方案制造的通用铁素体不锈钢能够生产广泛的材料,同时使线性缺陷和边缘裂纹的发生最小化。

[0084] 虽然已经参照示例性实施方案具体描述了本公开,但是本领域技术人员应理解,在不脱离本公开的精神和范围的情况下,可以做出各种形式和细节上的改变。

[0085] 工业实用性

[0086] 根据本公开的铁素体不锈钢具有改善的耐久性,并且可以用作用于公共汽车结构的材料。

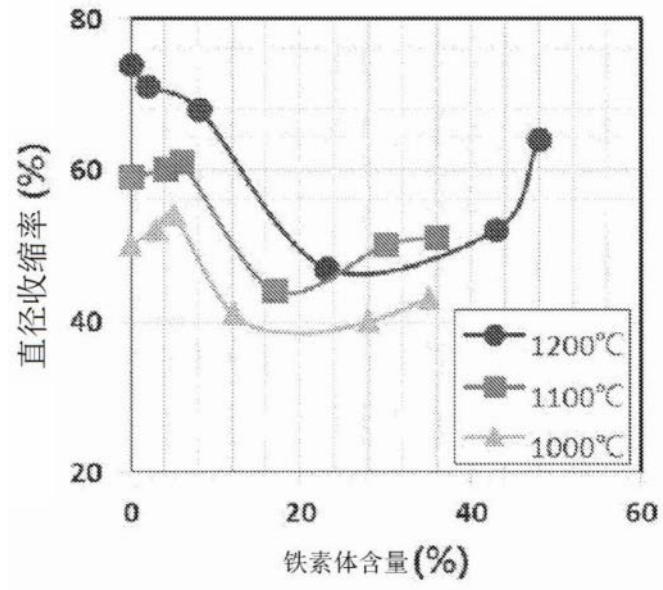


图1

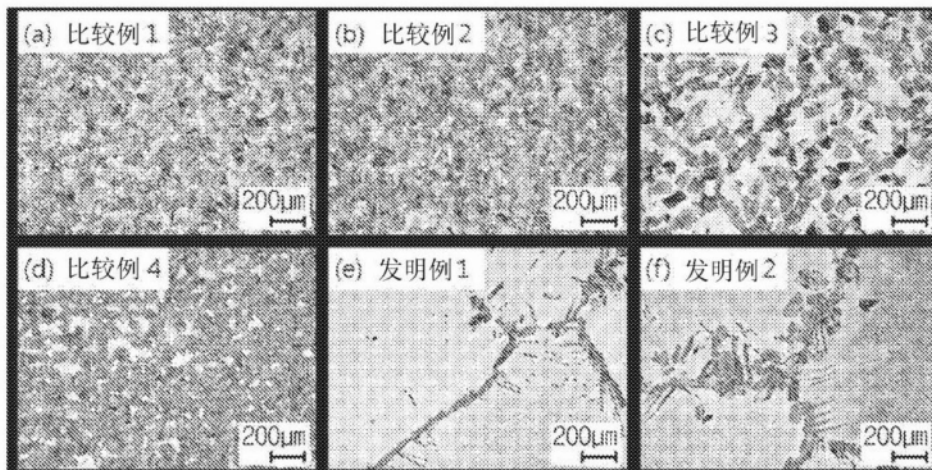


图2

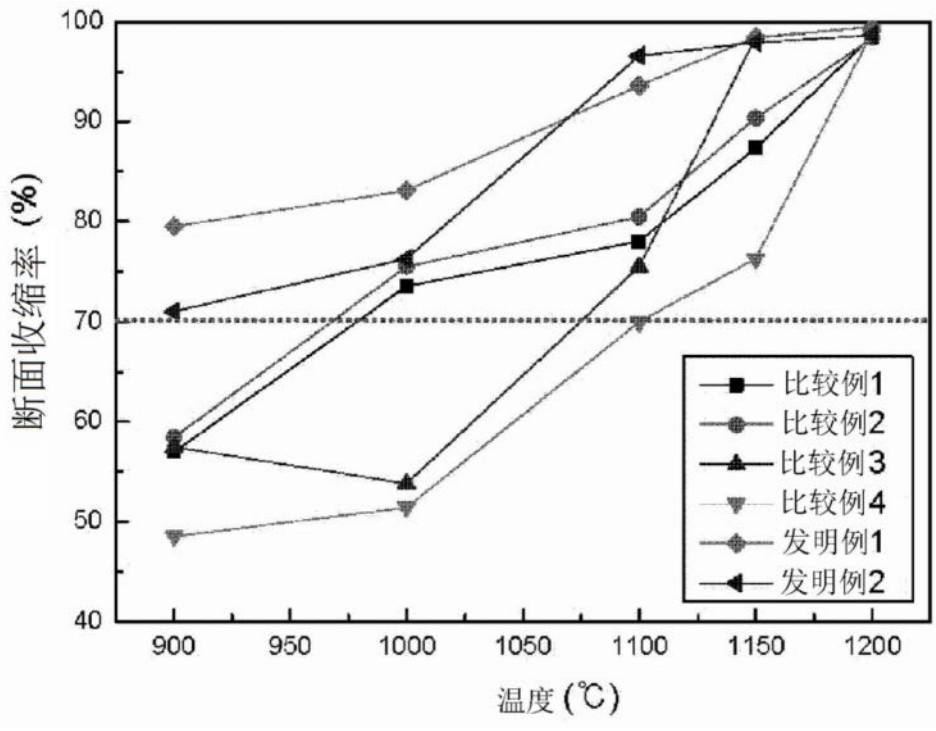


图3