(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116867920 A
(43)申请公布日 2023.10.10

(21)申请号 202280015514.7
(22)申请日 2022.03.29
(30)优先权数据
2021-054931 2021.03.29 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.08.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/015705 2022.03.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/210793 JA 2022.10.06
(71)申请人 日之出控股株式会社
地址 日本福冈县
申请人 山形精密铸造株式会社
(72)发明人 梅谷拓郎 西尾理惠 中村保彦
桥本文雄
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 顾营安 褚瑶杨
(51)Int.Cl.
C22C 38/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书10页 附图8页
按照条约第19条修改的权利要求书2页
按照条约第19条修改的声明或说明1页

(54)发明名称

铁铸件

(57)摘要

本发明提供一种铁铸件，其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件，其中，铸造用材料包含0.0001～0.03质量%的C、0.001～0.6质量%的Ni、以及16.0～21.0质量%的Cr，余量为Fe和不可避免的元素，进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围。

		第1热处理			第2热处理			抗拉强度(MPa)	0.2%耐力(MPa)	断裂伸长率(%)	试验片形状
		保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法	保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法				
第1实施方式	实施例1	750	1.5	自然空冷	-	-	-	395	276	13.43	精铸型
	实施例2	810	1.5	自然空冷	-	-	-	397	288	15.48	精铸型
	实施例3	1000	3	自然空冷	-	-	-	395	277	17.95	精铸型
	实施例4	1000	3	自然空冷	-	-	-	383	269	17.95	Y型B号
	实施例5	1100	3	自然空冷	-	-	-	396	273	15.75	精铸型
	实施例6	1200	3	自然空冷	-	-	-	410	289	12.90	精铸型
	实施例7	1330	3	自然空冷	-	-	-	413	289	16.50	精铸型
第2实施方式	实施例8	1100	3	自然空冷	-	-	-	434	297	12.03	精铸型
比较例1		720	1.5	自然空冷	-	-	-	370	271	8.42	精铸型
比较例2		1400	3	自然空冷	-	-	-	417	279	10.18	精铸型

CN 116867920 A

1.一种铁铸件,其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件,其中,

所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、以及16.0质量%～21.0质量%的Cr,余量为Fe和不可避免的元素,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

2.如权利要求1所述的铁铸件,其中,保持在所述第1温度范围包括在0.5小时～6.0小时的第1时间范围保持所述热处理对象物。

3.如权利要求1或2所述的铁铸件,其是通过在进行所述第1热处理后对所述热处理对象物进行第2热处理而得到的铁铸件,其中,

进行所述第2热处理包括将所述热处理对象物保持在20℃～1080℃的第2温度范围。

4.如权利要求3所述的铁铸件,其中,保持在所述第2温度范围包括在0.3小时～48小时的第2时间范围保持所述热处理对象物。

5.如权利要求1～4中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.0001质量%～0.03质量%的N。

6.如权利要求1～5中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.001质量%～1.0质量%的Mn。

7.如权利要求1～6中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.1质量%～0.3质量%的Ti。

8.一种铁铸件,其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件,其中,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

9.如权利要求8所述的铁铸件,其是通过在进行所述第1热处理后对所述热处理对象物进行第2热处理而得到的铁铸件,其中,

进行所述第2热处理包括将所述热处理对象物保持在20℃～1080℃的第2温度范围。

铁铸件

技术领域

[0001] 本发明涉及使用铁素体系铸造用材料制造出的铁铸件。

背景技术

[0002] 专利文献1的摘要中记载了提供具有优异的耐热疲劳性的耐热铸钢的方案。另外，专利文献1的摘要中记载了如下内容：具有C、Si、Mn、P、S和Cr的含量分别为0.10重量%≦C<0.30重量%、2.0重量%≦Si≦4.0重量%、0.3重量%≦Mn≦1.0重量%、P≦0.04重量%、S≦0.30重量%、5.0重量%≦Cr≦15.0重量%且余量实质上为Fe的组成，基体的铸造组织为由铁素体相和珍珠岩相构成的混相组织，由此延长耐热铸钢的热疲劳寿命，并且使常温伸长率良好，能够提高其耐热疲劳性。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开平7-62500号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 提供一种使用铁素体系铸造用材料提高了伸长率的铁铸件。

[0008] 用于解决课题的手段

[0009] 本发明的一个方式为一种铁铸件，其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件。铸造用材料包含0.0001～0.03质量%的C、0.001～0.6质量%的Ni、以及16.0～21.0质量%的Cr，余量为Fe和不可避免的元素。进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围。

[0010] 上述方式中，通过使用Ni的含量为0.001～0.6质量%、Cr的含量为16.0～21.0质量%的铸造用材料进行铸造，在热处理对象物内，使铁素体相作为主相进行析晶。此外，在铁素体相的析晶过程中液相发生凝固时，对于以不均匀的浓度分布固溶在构成铁素体相的晶粒的内部(以下称为“晶粒内”)的溶质元素进行第1热处理，保持在750～1380℃的第1温度范围，由此使溶质元素以较高的均匀性固溶在晶粒内。由此能够降低晶粒内的溶质元素的偏析。其结果，能够提高铁铸件的伸长率。此外，在上述方式中，通过使铸造用材料中的C的含量为0.0001～0.03质量%，可降低C的凝固偏析量，并且通过对于尽管微量但仍在晶粒内发生了凝固偏析的C实施第1热处理，能够以较高的可靠性降低晶粒内的C的偏析。上述方式中，保持在第1温度范围优选包括在0.5～6.0小时的第1时间范围保持热处理对象物。

[0011] 上述铁铸件优选通过在进行第1热处理后对热处理对象物进行第2热处理而得到。进行第2热处理优选包括将热处理对象物保持在20～1080℃的第2温度范围。通过对于分布在铁素体相的晶粒内或晶粒的边界(以下称为“晶界”)处的溶质元素进行第2热处理、保持在20～1080℃的第2温度范围，对晶粒内或晶界处的溶质元素的偏析状态进行控制。由此，例如容易减少溶质元素的偏析、或者改变溶质元素的偏析倾向。其结果，容易更进一步提高

铁铸件的伸长率。上述方式中，保持在第2温度范围优选包括在0.3～48小时的第2时间范围保持热处理对象物。

[0012] 铸造用材料优选进一步包含0.0001～0.03质量％的N。通过使铸造用材料中的N的含量为0.0001～0.03质量％，可降低N的凝固偏析量，并且通过对于尽管微量但仍在晶粒内发生了凝固偏析的N实施第1热处理，能够以较高的可靠性降低晶粒内的N的偏析。

[0013] 铸造用材料优选进一步包含0.001～1.0质量％的Mn。通过使铸造用材料中的Mn的含量为0.001～1.0质量％，能够抑制奥氏体相的析出。因此，容易在从常温域到高温域使铁素体相稳定，容易抑制与第1热处理相伴的相变。因此，能够抑制与相变相伴的延性的降低。

[0014] 铸造用材料优选进一步包含0.1～0.3质量％的Ti。通过使铸造用材料中的Ti的含量为0.1～0.3质量％，能够使晶粒微细化、增加铁素体相中的晶界的比例。因此，容易降低晶界中的溶质元素的偏析浓度。因此，容易提高铁铸件的伸长率。

[0015] 本发明的另一方式为一种铁铸件，其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件，其中，进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围。上述铁铸件优选通过在进行第1热处理后对热处理对象物进行第2热处理而得到。进行第2热处理优选包括将热处理对象物保持在20～1080℃的第2温度范围。

附图说明

[0016] 图1是示出第1实施方式(实施例1～7)和第2实施方式(实施例8)的组成、以及比较例1～2的组成的图。

[0017] 图2是示出第1实施方式(实施例1～7)和第2实施方式(实施例8)的热处理条件和机械性能、以及比较例1～2的热处理条件和机械性能的图。

[0018] 图3A是示出第3实施方式(实施例9～43)的组成的图。

[0019] 图3B是示出第3实施方式(实施例44～77)的组成的图。

[0020] 图3C是示出第4实施方式(实施例78～105)的组成、以及比较例3～5的组成的图。

[0021] 图4A是示出第3实施方式(实施例9～43)的热处理条件和机械性能的图。

[0022] 图4B是示出第3实施方式(实施例44～77)的热处理条件和机械性能的图。

[0023] 图4C是示出第4实施方式(实施例78～105)的热处理条件和机械性能、以及比较例3～5的热处理条件和机械性能的图。

具体实施方式

[0024] 以下参照附图对本申请所公开的铁铸件的实施方式进行说明。需要说明的是，本发明并不限定于以下的实施方式，包括权利要求中规定的内容。

[0025] 用于制造本发明的实施方式的铁铸件的材料为铁素体系铸造用材料。“铁素体系铸造用材料”是指以铁素体相作为主相的铸造用材料。例如，铁素体相在全部组织中所占的比例为50％以上。铁素体相在全部组织中所占的比例优选为70％以上、更优选为80％以上、更优选为85％以上、更优选为90％以上、更优选为92.5％以上、更优选为95％以上、更优选为97.5％以上、进一步优选为99％以上。

[0026] 本发明的实施方式中，“铸造”包括利用砂模铸造法、金属模铸造法、压铸法、脱蜡

铸造法等各种铸造法进行的铸造。另外，元素的“质量%”是指元素的质量相对于铁素体系铸造用材料的质量的百分数。例如，“X～Y质量%的元素”的表述是指元素的质量%为X%以上Y%以下。“余量”是指构成铁素体系铸造用材料的成分中的、所列举的元素以外的成分。因此，例如“包含・・・C、・・・Ni、以及・・・Cr，余量为Fe和不可避免的元素”的表述是指在构成铁素体系铸造用材料的成分中，C、Ni和Cr以外的成分为Fe和不可避免的元素。另外，热处理条件中的“X～Y℃”的表述是指保持温度为X℃以上Y℃以下，“X～Y小时”的表述是指保持时间为X小时以上Y小时以下。

[0027] 〈铸造用材料的第1方式〉

[0028] 铁素体系铸造用材料(以下称为“本材料”)的第1方式包含0.0001～0.03质量%的C、0.001～1.0质量%的Si、0.001～1.0质量%的Mn、0.0001～0.04质量%的P、0.0001～0.027质量%的S、0.3～0.8质量%的Cu、0.001～0.6质量%的Ni、16.0～21.0质量%的Cr、0.3～0.8质量%的Nb、以及0.0001～0.03质量%的N，余量为Fe和不可避免的元素。

[0029] (C:碳)

[0030] 本材料的第1方式包含0.0001～0.03质量%的C。本材料的第1方式中，通过使C含量的上限为0.03质量%，可将C与N一起以Nb碳氮化物的形式进行固定，由此能够减少Cr碳氮化物的生成。因此，能够抑制铁素体相中的Cr含量的减少。因而能够抑制铁铸件的耐蚀性的降低。另外，通过使C含量的上限为0.03质量%，能够抑制高温域中奥氏体相的析出。因此通过减少容易降低Cr的扩散速度的奥氏体相的比例，能够确保Cr相对于铁铸件的氧化覆膜的供给量。因此，能够提高铁铸件的耐蚀性。另外，通过使C含量的上限为0.03质量%，可将C与N一起以Nb碳氮化物的形式进行固定，同时还能够抑制Nb碳氮化物的过量生成。因此，能够抑制晶粒内或晶界处的Nb碳氮化物的过量析出。因而能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。此外能够抑制Nb碳氮化物的过量生成，因此能够抑制Nb在铁素体相中的固溶量的减少。因而能够提高铁铸件的高温强度。C含量的上限优选为0.02质量%。能够进一步抑制Cr碳氮化物、Nb碳氮化物的析出。因而能够进一步抑制铁铸件的耐蚀性的降低或脆化。本材料的下述方式中也是同样的。

[0031] (Si:硅)

[0032] 本材料的第1方式包含0.001～1.0质量%的Si。本材料的第1方式中，通过使Si含量的上限为1.0质量%，能够抑制Si在铁素体相中的固溶量的增加。因此，能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。另外，通过使Si含量的上限为1.0质量%，能够抑制二氧化硅等非金属夹杂物(氧化物)的凝聚。因此，能够抑制铁铸件的表面缺陷、内部缺陷的发生。Si含量的下限优选为0.4质量%。二氧化硅等非金属夹杂物能够作为Nb碳氮化物的析出核起作用。因此可抑制Nb碳氮化物的凝聚，容易使Nb碳氮化物在晶粒内均匀地分散。因此，通过抑制Nb碳氮化物在晶粒内的过度生长，能够抑制铁铸件的脆性破坏。Si含量的上限优选为0.6质量%。容易使Nb碳氮化物在晶粒内更均匀地分散，能够进一步抑制Nb碳氮化物的过度生长。本材料的下述方式中也是同样的。

[0033] (Mn:锰)

[0034] 本材料的第1方式包含0.001～1.0质量%的Mn。本材料的第1方式中，通过使作为奥氏体化元素的Mn的含量上限为1.0质量%，能够抑制奥氏体相的析出。因此，能够使铁素体相在从常温域到高温域稳定。另外，通过使Mn含量的上限为1.0质量%，能够抑制最终容

易偏析在凝固部的Mn与S一起形成的硫化锰等非金属夹杂物(硫化物)的过量生成。因此,能够抑制Nb碳氮化物以硫化锰等非金属夹杂物作为析出核而在晶粒内或晶界处析出。因此,特别能够抑制在晶界处析出的Nb碳氮化物所致的晶界脆化的发生。Mn含量的上限优选为0.2质量%、更优选为0.15质量%。能够降低在晶界处析出的硫化锰等非金属夹杂物的量。因此,容易使二氧化硅等非金属夹杂物优先作为Nb碳氮化物的析出核发挥作用,容易使Nb碳氮化物均匀分散在晶粒内。本材料的下述方式中也是同样的。

[0035] (P:磷)

[0036] 本材料的第1方式包含0.0001～0.04质量%的P。本材料的第1方式中,通过使P含量的上限为0.04质量%,能够抑制P在铁素体相中的固溶量的增加。因此,能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。P含量的上限优选为0.03质量%。能够进一步抑制铁铸件的脆化。本材料的下述方式中也是同样的。

[0037] (S:硫)

[0038] 本材料的第1方式包含0.0001～0.027质量%的S。本材料的第1方式中,通过使S含量的上限为0.027质量%,能够抑制最终容易偏析在凝固部的S与Mn一起形成的硫化锰等非金属夹杂物(硫化物)的过量生成。因此能够抑制Nb碳氮化物以硫化锰等非金属夹杂物作为析出核而在晶粒内或晶界处发生过量析出。因此,特别能够抑制在晶界处析出的Nb碳氮化物所致的晶界脆化的发生。S含量的上限优选为0.025质量%、更优选为0.020质量%、进一步优选为0.015质量%。S含量的下限优选为0.001质量%、更优选为0.004质量%。能够降低在晶界处析出的硫化锰等非金属夹杂物的量。本材料的下述方式中也是同样的。

[0039] (Cu:铜)

[0040] 本材料的第1方式包含0.3～0.8质量%的Cu。本材料的第1方式中,通过使Cu的含量为0.3～0.8质量%,能够提高铁铸件的耐蚀性。Cu含量的下限优选为0.4质量%。能够抑制铁铸件的耐蚀性的降低。Cu含量的上限优选为0.5质量%。能够抑制Cu的析出、抑制铁铸件的延性的降低。本材料的下述方式中也是同样的。

[0041] (Ni:镍)

[0042] 本材料的第1方式包含0.001～0.6质量%的Ni。本材料的第1方式中,通过使作为奥氏体化元素的Ni的含量上限为0.6质量%,能够抑制奥氏体相的析出。因此,能够使铁素体相在从常温域到高温域稳定。另外,通过使Ni含量的上限为0.6质量%,能够抑制因奥氏体相的析出所致的热膨胀系数的增加,并且能够抑制高温域中耐氧化性的降低。Ni含量的上限优选为0.4质量%、更优选为0.3质量%。能够抑制合金成本的增大、并且能够提高铁铸件的耐蚀性。本材料的下述方式中也是同样的。

[0043] (Cr:铬)

[0044] 本材料的第1方式包含16.0～21.0质量%的Cr。本材料的第1方式中,通过使作为铁素体化元素的Cr的含量为16.0～21.0质量%,能够使铁素体相在从常温域到高温域稳定。另外,通过使Cr的含量为16.0～21.0质量%,能够提高铁铸件的耐蚀性。Cr含量的下限优选为18.0质量%。能够进一步提高铁铸件的耐蚀性。Cr含量的上限优选为19.0质量%。能够抑制σ相等脆化相的析出、抑制铁铸件的延性的降低。本材料的下述方式中也是同样的。

[0045] (Nb:铌)

[0046] 本材料的第1方式包含0.3～0.8质量%的Nb。本材料的第1方式中,通过使Nb的含

量为0.3～0.8质量%，能够使Nb在铁素体相中固溶、提高铁铸件的高温强度。另外，C、N以Nb碳氮化物的形式固定，可抑制Cr碳氮化物的生成，由此能够提高耐氧化性能。Nb含量的上限优选为0.6质量%、更优选为0.4质量%。能够抑制因过度的固溶强化、Nb碳氮化物的过量生成所致的铁铸件的延性的降低，还能够抑制焊接裂纹的产生。本材料的下述方式中也是同样的。

[0047] (N:氮)

[0048] 本材料的第1方式包含0.0001～0.03质量%的N。本材料的第1方式中，通过使N含量的上限为0.03质量%，能够减少N与C一起形成的Cr碳氮化物的生成。因此，能够抑制铁素体相中的Cr含量的减少。因此，能够抑制铁铸件的耐蚀性的降低。另外，通过使N含量的上限为0.03质量%，能够抑制高温域中奥氏体相的析出。因此，通过减少容易降低Cr的扩散速度的奥氏体相的比例，能够确保Cr相对于铁铸件的氧化覆膜的供给量。因此能够提高铁铸件的耐蚀性。另外，能够抑制N与C一起形成的Nb碳氮化物的过量生成。因此，能够抑制晶粒内或晶界处的Nb碳氮化物的过量析出。因而能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。另外，由于能够抑制Nb碳氮化物的过量生成，因此能够抑制Nb在铁素体相中的固溶量的减少。因此，能够提高铁铸件的高温强度。N含量的上限优选为0.02质量%。能够进一步抑制Cr碳氮化物、Nb碳氮化物的析出。因此，能够进一步抑制铁铸件的耐蚀性的降低或脆化。本材料的下述方式中也是同样的。

[0049] (Fe:铁、不可避免的元素)

[0050] 本材料的第1方式中的余量是Fe和不可避免的元素。作为余量中所包含的不可避免的元素，例如可以举出Al(铝)、Mo(钼)、V(钒)、Co(钴)、Sn(锡)、Ce(铈)、Te(碲)、La(镧)、Bi(铋)、Zn(锌)等元素。不可避免的元素的含量例如优选合计为5.0质量%以下、更优选合计为3.0质量%以下、更优选合计为1.0质量%以下、更优选合计为0.5质量%以下、更优选合计为0.2质量%以下、更优选合计为0.1质量%以下。本材料的下述方式中也是同样的。

[0051] <铸造用材料的第2方式>

[0052] 本材料的第2方式包含0.0001～0.03质量%的C、0.001～1.0质量%的Si、0.001～1.0质量%的Mn、0.0001～0.04质量%的P、0.0001～0.027质量%的S、0.3～0.8质量%的Cu、0.001～0.6质量%的Ni、16.0～21.0质量%的Cr、0.3～0.8质量%的Nb、0.0001～0.03质量%的N、以及0.1～0.3质量%的Ti，余量为Fe和不可避免的元素。

[0053] (Ti:钛)

[0054] 本材料的第2方式包含0.1～0.3质量%的Ti。本材料的第2方式中，通过使Ti的含量为0.1～0.3质量%，能够使晶粒微细化、增加铁素体相中的晶界的比例。因此，容易降低晶界中的溶质元素的偏析浓度。因而容易提高铁铸件的伸长率。通过使Ti含量的下限为0.1质量%，能够促进晶粒的微细化。通过使Ti含量的上限为0.3质量%，能够抑制因过度的固溶强化或Ti氧化物的过量生成所致的铁铸件的延性的降低，还能够抑制焊接裂纹的产生。另外，通过使C含量的上限为0.03质量%、使N含量的上限为0.03质量%、并且使Ti的含量为0.1～0.3质量%，能够抑制Ti氮化物、Ti碳氮化物的过量生成。因此，能够抑制晶粒内或晶界处的Ti氮化物、Ti碳氮化物的过量析出。因而能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。另外，由于能够抑制Ti氮化物、Ti碳氮化物的过量生成，因此能够抑制Ti在铁素体相中的固溶量的减少。因此，能够提高铁铸件的高温强度。

[0055] 需要说明的是，本材料并不限定于上述方式。例如，本材料包含上述元素C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Cr、Nb、N和Ti中的一种或两种以上的元素，余量可以为Fe和不可避免的元素。本材料的其他方式的一例包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～0.6质量％的Ni、以及16.0～21.0质量％的Cr，余量为Fe和不可避免的元素。另外，本材料的其他方式的一例包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、以及0.1～0.3质量％的Ti，余量为Fe和不可避免的元素。另外，本材料的其他方式的一例包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～1.0质量％的Mn、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、以及0.0001～0.03质量％的N，余量为Fe和不可避免的元素。另外，本材料的其他方式的一例包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～1.0质量％的Mn、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、0.0001～0.03质量％的N、以及0.1～0.3质量％的Ti，余量为Fe和不可避免的元素。

[0056] 〈热处理的第1方式〉

[0057] 对于使用本材料铸造的热处理对象物进行的热处理(以下称为“本热处理”)的第1方式包括对热处理对象物进行第1热处理(固溶化处理、一次热处理)。进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围。保持在第1温度范围包括在0.5～6.0小时的第1时间范围保持热处理对象物。

[0058] 首先使用在进行第1热处理之前Ni的含量为0.001～0.6质量％、Cr的含量为16.0～21.0质量％的铸造用材料进行铸造，由此，在热处理对象物内，使铁素体相作为主相进行析晶。接下来，在本热处理的第1方式中，在铁素体相的析晶过程中液相发生凝固时，对于以不均匀的浓度分布固溶在构成铁素体相的晶粒内的溶质元素进行第1热处理。进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围，因此能够使溶质元素以较高的均匀性固溶在晶粒内。由此能够降低晶粒内的溶质元素的偏析。其结果能够提高铁铸件的伸长率。本热处理的下述方式中也是同样的。

[0059] 另外，在铸造用材料中，通过使作为奥氏体化元素的Ni的含量上限为0.6质量％、并且使作为铁素体化元素的Cr的含量为16.0～21.0质量％，能够使铁素体相在从常温域到高温域稳定。因此，容易抑制与第1热处理相伴的相变。因而能够抑制与相变相伴的延性的降低。本热处理的下述方式中也是同样的。

[0060] 另外，通过使用在进行第1热处理之前C的含量为0.0001～0.03质量％、且N的含量为0.0001～0.03质量％的铸造用材料进行铸造，能够降低热处理对象物内的C和N的凝固偏析量。接下来，本热处理的第1方式中，对于尽管为微量但仍在晶粒内凝固偏析的C和N进行第1热处理。由此能够以较高的可靠性降低晶粒内的C和N的偏析。本热处理的下述方式中也是同样的。

[0061] 第1温度范围的上限优选为1350℃、更优选为1300℃、更优选为1250℃、更优选为1200℃、更优选为1150℃、进一步优选为1125℃。第1温度范围的下限优选为775℃、更优选为800℃、更优选为850℃、更优选为900℃、更优选为950℃、更优选为1000℃、更优选为1050℃、进一步优选为1075℃。本热处理的下述方式中也是同样的。

[0062] 第1时间范围的上限优选为5.5小时、更优选为5.0小时、更优选为4.5小时、更优选为4.0小时、进一步优选为3.5小时。第1时间范围的下限优选为1.0小时、更优选为1.5小时、更优选为2.0小时、进一步优选为2.5小时。本热处理的下述方式中也是同样的。

[0063] 〈热处理的第2方式〉

[0064] 本热处理的第2方式包括在进行第1热处理后对热处理对象物进行第2热处理(时效处理、二次热处理)。进行第2热处理包括将热处理对象物保持在20～1080℃的第2温度范围。保持在第2温度范围包括在0.3～48小时的第2时间范围保持热处理对象物。

[0065] 本热处理的第2方式中,对于分布在铁素体相的晶粒内或晶界处的溶质元素进行第2热处理。进行第2热处理包括保持在20～1080℃的第2温度范围,因此能够控制晶粒内或晶界处的溶质元素的偏析状态。由此,例如能够减少溶质元素的偏析、或者改变溶质元素的偏析倾向。其结果,能够更进一步提高铁铸件的伸长率。

[0066] 另外,在铸造用材料中,通过使作为奥氏体化元素的Ni的含量上限为0.6质量%、并且使作为铁素体化元素的Cr的含量为16.0～21.0质量%,能够使铁素体相在从常温域到高温域稳定。因此,容易抑制与第2热处理相伴的相变。因而,能够抑制与相变相伴的延性的降低。

[0067] 需要说明的是,在进行第2热处理时,在晶粒内发生了固溶的C和N可能以Nb碳氮化物的形式进行再析出,但通过使C含量的上限为0.03质量%、并且使N含量的上限为0.03质量%,能够将与第2热处理相伴的Nb碳氮化物的再析出量的增加抑制于未然。因此,能够抑制晶粒内或晶界处的Nb碳氮化物的过度再析出。因而能够抑制铁铸件的延性的降低、还能够抑制焊接裂纹的产生。

[0068] 第2温度范围的上限优选为1050℃、更优选为1000℃、更优选为950℃、更优选为900℃、更优选为850℃、更优选为800℃、更优选为750℃、更优选为700℃、更优选为650℃、更优选为600℃、更优选为550℃、进一步优选为525℃。第2温度范围的下限优选为50℃、更优选为100℃、更优选为150℃、更优选为200℃、更优选为250℃、更优选为300℃、更优选为350℃、更优选为400℃、更优选为450℃、进一步优选为475℃。

[0069] 第2时间范围的上限优选为42小时、更优选为36小时、更优选为32小时、更优选为24小时、更优选为22小时、更优选为20小时、更优选为18小时、更优选为16小时、更优选为14小时、更优选为12小时、进一步优选为10小时。第2时间范围的下限优选为0.5小时、更优选为1.0小时、更优选为1.5小时、更优选为2.0小时、更优选为2.5小时、更优选为3.0小时、更优选为3.5小时、更优选为4.0小时、更优选为4.5小时、更优选为5.0小时、更优选为5.5小时、更优选为6.0小时、更优选为6.5小时、更优选为7.0小时、进一步优选为7.5小时。

[0070] 通过对于使用本材料铸造的热处理对象物进行本热处理,能够提供伸长率得到了提高的铁铸件。因此,该铁铸件适合于要求优异的伸长率特性的各种各样的用途中。例如,在汽车等的排气系统部件(排气歧管、涡轮外壳等)中,要求抑制将构成排气系统部件的铸造制部件与钢制部件进行焊接时的裂纹(焊接裂纹),因此该铁铸件适合于排气系统部件的铸造制部件的制造。此外,该铁铸件也适合于要求复杂形状并且要求也可耐受高温强度、热疲劳的低热膨胀性和/或高延性的各种各样的用途中。例如也适合于航空器、船舶等的发动机用部件、火力发电的锅炉或涡轮等的制造。

[0071] 〈第1实施方式〉

[0072] 第1实施方式的铁铸件是通过对于使用本材料的第1方式铸造出的热处理对象物进行本热处理的第1方式而得到的铁铸件。即,第1实施方式的铁铸件是通过对于使用下述本材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的,所述本材料包含0.0001～0.03质

量％的C、0.001～1.0质量％的Si、0.001～1.0质量％的Mn、0.0001～0.04质量％的P、0.0001～0.027质量％的S、0.3～0.8质量％的Cu、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、0.3～0.8质量％的Nb以及0.0001～0.03质量％的N、余量为Fe和不可避免的元素。

[0073] 〈第2实施方式〉

[0074] 第2实施方式的铁铸件是通过对于使用本材料的第2方式铸造出的热处理对象物进行本热处理的第1方式而得到的铁铸件。即，第2实施方式的铁铸件是通过对于使用下述本材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的，所述本材料包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～1.0质量％的Si、0.001～1.0质量％的Mn、0.0001～0.04质量％的P、0.0001～0.027质量％的S、0.3～0.8质量％的Cu、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、0.3～0.8质量％的Nb、0.0001～0.03质量％的N以及0.1～0.3质量％的Ti、余量为Fe和不可避免的元素。

[0075] 〈第3实施方式〉

[0076] 第3实施方式的铁铸件是通过对于使用本材料的第1方式铸造出的热处理对象物进行本热处理的第2方式而得到的铁铸件。即，第3实施方式的铁铸件是通过对于使用下述本材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理、之后进行第2热处理而得到的，所述本材料包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～1.0质量％的Si、0.001～1.0质量％的Mn、0.0001～0.04质量％的P、0.0001～0.027质量％的S、0.3～0.8质量％的Cu、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、0.3～0.8质量％的Nb以及0.0001～0.03质量％的N、余量为Fe和不可避免的元素。

[0077] 〈第4实施方式〉

[0078] 第4实施方式的铁铸件是通过对于使用本材料的第2方式铸造出的热处理对象物进行本热处理的第2方式而得到的铁铸件。即，第4实施方式的铁铸件是通过对于使用下述本材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理、之后进行第2热处理而得到的，所述本材料包含0.0001～0.03质量％的C、0.001～1.0质量％的Si、0.001～1.0质量％的Mn、0.0001～0.04质量％的P、0.0001～0.027质量％的S、0.3～0.8质量％的Cu、0.001～0.6质量％的Ni、16.0～21.0质量％的Cr、0.3～0.8质量％的Nb、0.0001～0.03质量％的N以及0.1～0.3质量％的Ti、余量为Fe和不可避免的元素。

[0079] 上述实施方式中，在第1热处理后不进行第2热处理的第1实施方式和第2实施方式中的“热处理对象物”是指“铸造后、进行第1热处理之前的铁铸件”。另外，关于在第1热处理后进行第2热处理的第3实施方式和第4实施方式中的“热处理对象物”，在第1热处理前是指“铸造后、进行第1热处理之前的铁铸件”，在第2热处理前是指“第1热处理后、进行第2热处理之前的铁铸件”。热处理对象物可以是机械加工前的铁铸件、也可以是机械加工后的铁铸件。需要说明的是，上述实施方式的后述各实施例中，对于热处理对象物未实施机械加工，并且也未实施锻造加工、压延加工等塑性加工(热加工、冷加工等)。

[0080] 〈实施例〉

[0081] 图1示出第1实施方式中的实施例1～7和第2实施方式中的实施例8的组成、以及比较例1～2的组成。图3A中示出第3实施方式中的实施例9～43的组成。图3B示出第3实施方式中的实施例44～77的组成。图3C中示出第4实施方式中的实施例78～105的组成、以及比较

例3～5的组成。图1、图3A、图3B和图3C中，各元素的含量(质量%)是使用株式会社岛津制作所制造的发光分光分析装置“PDA-8000”通过发光分光分析法测定得到的值。

[0082] 图2中示出第1实施方式中的实施例1～7和第2实施方式中的实施例8的热处理条件和机械性能、以及比较例1～2的热处理条件和机械性能。图4A中示出第3实施方式中的实施例9～43的热处理条件和机械性能。图4B中示出第3实施方式中的实施例44～77的热处理条件和机械性能。图4C中示出第4实施方式中的实施例78～105的热处理条件和机械性能、以及比较例3～5的热处理条件和机械性能。图2、图4A、图4B和图4C中，保持温度(℃)表示在热处理炉(热处理装置)内保持热处理对象物的温度。需要说明的是，热处理炉使用株式会社TEC(テック)制造的马弗炉“QUICK TEMPER”。保持时间(小时)表示在使热处理炉内为该保持温度的状态下保持热处理对象物的时间。冷却方法表示对热处理对象物进行冷却的方法。例如，自然空冷是将热处理对象物从热处理炉内取出后在不使用冷却风扇等的情况下在空气中自然冷却的方法。强制空冷是将热处理对象物从热处理炉内取出后使用冷却风扇等在空气中迅速冷却的方法。炉冷是将热处理对象物在热处理炉内缓慢地冷却的方法。油冷是将热处理对象物在油中迅速冷却的方法。拉伸强度(MPa)、0.2%耐力(MPa)和断裂伸长率(%)是对于热处理后的铁铸件的试验片依据JIS Z 2241(金属材料拉伸试验方法)测定出的值。试验片使用从通过砂模铸造法铸造出的Y型B号被试材料或附铸(ノッ

[0083] クオフ，konck-off)型被试材料采取的直径8mm、平行部长度为48mm的14A号试验片。

[0084] (实施例1～8与比较例1～2的比较)

[0085] 如图2所示，比较例1的第1热处理的保持温度小于750℃，与之相对，第1实施方式中的实施例1～7和第2实施方式中的实施例8的第1热处理的保持温度为750℃以上。此处，比较例1的断裂伸长率为8.42%，与之相对，实施例1～8的断裂伸长率为12.03～17.95%。因而，实施例1～5中，与比较例1相比，断裂伸长率提高了1.43～2.13倍左右。这样，实施例1～8中，通过使第1热处理的保持温度的下限为750℃、使保持时间为0.5～6.0小时，能够提高铁铸件的断裂伸长率。另外，比较例2的第1热处理的保持温度高于1380℃，与之相对，实施例1～8的第1热处理的保持温度为1380℃以下。此处，比较例2的断裂伸长率为10.18%，与之相对，实施例1～8的断裂伸长率为12.03～17.95%。因此，实施例1～8中，与比较例2相比，断裂伸长率提高了1.18～1.76倍左右。这样，实施例1～8中，通过使第1热处理的保持温度的上限为1380℃、使保持时间为0.5～6.0小时，能够提高铁铸件的断裂伸长率。

[0086] (实施例9～105与实施例1～8的比较)

[0087] 如图2、图4A、图4B和图4C所示，实施例1～8中，在第1热处理后未进行第2热处理(参照图2)，与之相对，第3实施方式中的实施例9～77和第4实施方式中的实施例78～105中，在第1热处理后进行第2热处理(参照图4A、图4B和图4C)。实施例9～105的第2热处理的保持温度为20～1080℃、保持时间为0.3～48小时。此处，实施例1～8的断裂伸长率为12.03～17.95%，与之相对，实施例9～77的断裂伸长率为18.50～38.95%。因此，与实施例1～8相比，实施例9～77中的断裂伸长率提高了最大3.24倍左右(最小也为1.04倍左右)。这样，在实施例9～77中，通过使第2热处理的保持温度为20～1080℃、使保持时间为0.3～48小时，能够更进一步提高铁铸件的断裂伸长率。

[0088] (实施例9～77与比较例3的比较)

[0089] 如图3A、图3B和图3C所示，比较例3中，S的含量为0.029质量%，与之相对，实施例9～77中，S含量的上限为0.027质量%。如图4A、图4B和图4C所示，比较例3的断裂伸长率为8.85%，与之相对，实施例9～77的断裂伸长率为18.50～29.75%。因此，与比较例3相比，实施例9～77中的断裂伸长率提高了2.09～3.36倍左右。这样，实施例9～77中，通过使S含量的上限为0.027质量%，能够提高铁铸件的断裂伸长率。

[0090] (实施例9～77与比较例4的比较)

[0091] 如图3A、图3B和图3C所示，比较例4和实施例9～77中均不含有Ti，这一点是相同的。另一方面，如图4A、图4B和图4C所示，比较例4的第2热处理的保持温度大于1080℃，与之相对，实施例9～77的第2热处理的保持温度为1080℃以下。此处，比较例4的断裂伸长率为9.88%，与之相对，实施例9～77的断裂伸长率为18.50～29.75%。因此，与比较例4相比，实施例9～77的断裂伸长率提高了1.87～3.01倍左右。这样，实施例9～77中，通过使第2热处理的保持温度的上限为1080℃、使保持时间为0.3～48小时，能够提高铁铸件的断裂伸长率。

[0092] (实施例78～105与比较例5的比较)

[0093] 如图4C所示，比较例5的第2热处理的保持温度高于1080℃，与之相对，实施例78～105的第2热处理的保持温度为1080℃以下。此处，比较例5的断裂伸长率为18.50%，与之相对，实施例78～105的断裂伸长率为21.98～38.95%。因此，与比较例5相比，实施例78～105的断裂伸长率提高了1.19～2.11倍左右。这样，实施例78～105中，通过使第2热处理的保持温度的上限为1080℃、使保持时间为0.3～48小时，能够提高铁铸件的断裂伸长率。

[0094] (实施例78～105与实施例9～77的比较)

[0095] 如图3A、图3B和图3C所示，实施例9～77中不含有Ti，与之相对，实施例78～105中，Ti的含量为0.1～0.3质量%。如图4A、图4B和图4C所示，实施例9～77和实施例78～105的第2热处理的保持温度均为20～1080℃，保持时间均为0.3～48小时，这一点是相同的。此处，实施例9～77的断裂伸长率为18.50～29.75%，与之相对，实施例78～105的断裂伸长率为21.98～38.95%。因此，与实施例9～77相比，实施例78～105中，断裂伸长率的最大值提高了1.31倍左右，断裂伸长率的最小值提高了1.19倍左右。这样，实施例78～105中，通过使Ti的含量为0.1～0.3质量%、使第2热处理的保持温度为20～1080℃、使保持时间为0.3～48小时，能够提高铁铸件的断裂伸长率的最大值和最小值。

[0096] 如上所述，通过上述实施方式能够提供适合于要求优异的伸长率特性的各种各样的用途中的铁铸件。制造上述实施方式的铁铸件的方法的一个方式包括使用铁素体系铸造用材料铸造热处理对象物、以及在铸造热处理对象物后对热处理对象物进行第1热处理。制造上述实施方式的铁铸件的方法的其他方式包括使用铁素体系铸造用材料铸造热处理对象物、在铸造热处理对象物后对热处理对象物进行第1热处理、以及在进行第1热处理后对热处理对象物进行第2热处理。进行第1热处理包括将热处理对象物保持在750～1380℃的第1温度范围。保持在第1温度范围包括在0.5～6.0小时的第1时间范围保持热处理对象物。进行第2热处理包括将热处理对象物保持在20～1080℃的第2温度范围。保持在第2温度范围包括在0.3～48小时的第2时间范围保持热处理对象物。

		组成(质量%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	Nb	N
第1实施方式	实施例1	0.016	0.58	0.15	0.026	0.004	0.42	0.21	18.15	–	0.45	0.018
	实施例2	0.019	0.44	0.23	0.029	0.008	0.45	0.19	18.48	–	0.25	0.024
	实施例3	0.016	0.53	0.14	0.026	0.007	0.48	0.24	18.65	–	0.49	0.020
	实施例4	0.016	0.53	0.14	0.026	0.007	0.48	0.24	18.65	–	0.49	0.014
	实施例5	0.016	0.50	0.12	0.027	0.006	0.47	0.24	18.51	–	0.37	0.014
	实施例6	0.015	0.57	0.11	0.023	0.006	0.43	0.25	18.45	–	0.33	0.019
	实施例7	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	–	0.32	0.014
第2实施方式	实施例8	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
比较例1		0.016	0.58	0.15	0.026	0.004	0.42	0.21	18.15	–	0.45	0.018
比较例2		0.016	0.51	0.12	0.028	0.006	0.47	0.25	18.59	–	0.36	0.0.17

图1

		第1热处理			第2热处理			拉伸强度 (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	断裂伸长率 (%)	试验片形状
		保持温度 (℃)	保持时间 (小时)	冷却方法	保持温度 (℃)	保持时间 (小时)	冷却方法				
第1实施方式	实施例1	750	1.5	自然空冷	–	–	–	395	276	13.43	附铸型
	实施例2	810	1.5	自然空冷	–	–	–	397	268	15.48	附铸型
	实施例3	1000	3	自然空冷	–	–	–	395	277	17.95	附铸型
	实施例4	1000	3	自然空冷	–	–	–	363	269	17.95	Y型B号
	实施例5	1100	3	自然空冷	–	–	–	396	273	15.75	附铸型
	实施例6	1200	3	自然空冷	–	–	–	410	289	12.90	附铸型
	实施例7	1350	3	自然空冷	–	–	–	413	269	16.50	附铸型
第2实施方式	实施例8	1100	3	自然空冷	–	–	–	434	297	12.03	附铸型
比较例1		730	1.5	自然空冷	–	–	–	370	271	8.42	附铸型
比较例2		1400	3	自然空冷	–	–	–	417	279	10.18	附铸型

图2

		组成(质量%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	Nb	N
第3实施方式	实施例9	0.015	0.51	0.16	0.031	0.004	0.40	0.12	18.58	-	0.32	0.019
	实施例10	0.018	0.56	0.11	0.024	0.009	0.46	0.24	18.23	-	0.33	0.018
	实施例11	0.018	0.56	0.11	0.024	0.009	0.46	0.24	18.23	-	0.33	0.018
	实施例12	0.015	0.51	0.16	0.031	0.004	0.40	0.12	18.58	-	0.32	0.019
	实施例13	0.016	0.48	0.11	0.025	0.007	0.49	0.25	18.87	-	0.47	0.019
	实施例14	0.016	0.52	0.14	0.025	0.006	0.47	0.25	18.60	-	0.47	0.020
	实施例15	0.018	0.56	0.11	0.024	0.009	0.46	0.24	18.23	-	0.33	0.018
	实施例16	0.016	0.54	0.13	0.026	0.004	0.42	0.19	18.63	-	0.31	0.021
	实施例17	0.016	0.48	0.11	0.025	0.007	0.49	0.25	18.87	-	0.47	0.019
	实施例18	0.014	0.49	0.13	0.025	0.007	0.48	0.25	18.60	-	0.47	0.016
	实施例19	0.014	0.51	0.12	0.027	0.006	0.48	0.25	18.86	-	0.46	0.015
	实施例20	0.014	0.52	0.14	0.028	0.007	0.48	0.24	18.91	-	0.47	0.015
	实施例21	0.016	0.48	0.11	0.025	0.007	0.49	0.25	18.87	-	0.47	0.019
	实施例22	0.016	0.54	0.13	0.026	0.004	0.42	0.19	18.63	-	0.31	0.021
	实施例23	0.016	0.55	0.13	0.026	0.004	0.42	0.19	18.62	-	0.31	0.022
	实施例24	0.016	0.54	0.12	0.025	0.007	0.48	0.27	18.89	-	0.36	0.018
	实施例25	0.016	0.54	0.12	0.025	0.007	0.48	0.27	18.89	-	0.36	0.018
	实施例26	0.016	0.54	0.12	0.025	0.007	0.48	0.27	18.89	-	0.36	0.018
	实施例27	0.015	0.50	0.11	0.027	0.007	0.48	0.26	18.68	-	0.35	0.016
	实施例28	0.014	0.52	0.12	0.025	0.007	0.48	0.26	18.72	-	0.35	0.015
	实施例29	0.014	0.52	0.12	0.025	0.007	0.48	0.26	18.72	-	0.35	0.015
	实施例30	0.015	0.54	0.12	0.028	0.006	0.46	0.24	18.59	-	0.36	0.015
	实施例31	0.021	0.48	0.14	0.028	0.004	0.40	0.13	18.45	-	0.34	0.019
	实施例32	0.016	0.51	0.12	0.028	0.006	0.47	0.25	18.59	-	0.36	0.017
	实施例33	0.014	0.52	0.12	0.025	0.007	0.48	0.26	18.72	-	0.35	0.015
	实施例34	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	-	0.32	0.014
	实施例35	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	-	0.32	0.014
	实施例36	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例37	0.018	0.45	0.14	0.028	0.014	0.41	0.13	18.61	-	0.33	0.020
	实施例38	0.018	0.42	0.13	0.027	0.025	0.41	0.13	18.56	-	0.33	0.020
	实施例39	0.015	0.54	0.12	0.026	0.008	0.47	0.25	18.91	-	0.47	0.011
	实施例40	0.015	0.50	0.11	0.027	0.007	0.48	0.26	18.68	-	0.35	0.016
	实施例41	0.014	0.52	0.14	0.028	0.007	0.48	0.24	18.91	-	0.47	0.015
	实施例42	0.016	0.48	0.12	0.027	0.007	0.48	0.25	18.59	-	0.34	0.015
	实施例43	0.015	0.54	0.12	0.026	0.008	0.47	0.25	18.91	-	0.47	0.011

图3A

		组成(质量%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	Nb	N
第3实施方式	实施例44	0.015	0.54	0.12	0.026	0.008	0.47	0.25	18.91	-	0.47	0.011
	实施例45	0.015	0.54	0.12	0.026	0.008	0.47	0.25	18.91	-	0.47	0.011
	实施例46	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例47	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例48	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例49	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例50	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例51	0.017	0.55	0.12	0.026	0.008	0.47	0.26	18.37	-	0.36	0.013
	实施例52	0.016	0.55	0.13	0.026	0.004	0.42	0.19	18.62	-	0.31	0.022
	实施例53	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	-	0.32	0.014
	实施例54	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	-	0.32	0.014
	实施例55	0.021	0.51	0.09	0.025	0.008	0.46	0.28	18.38	-	0.32	0.014
	实施例56	0.018	0.63	0.13	0.024	0.009	0.45	0.24	18.28	-	0.34	0.019
	实施例57	0.018	0.63	0.13	0.024	0.009	0.45	0.24	18.28	-	0.34	0.019
	实施例58	0.018	0.63	0.13	0.024	0.009	0.45	0.24	18.28	-	0.34	0.019
	实施例59	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例60	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例61	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例62	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例63	0.017	0.52	0.10	0.023	0.008	0.44	0.24	18.35	-	0.34	0.015
	实施例64	0.018	0.63	0.13	0.024	0.009	0.45	0.24	18.28	-	0.34	0.019
	实施例65	0.018	0.52	0.10	0.023	0.007	0.45	0.25	18.45	-	0.32	0.016
	实施例66	0.018	0.52	0.10	0.023	0.007	0.45	0.25	18.45	-	0.32	0.016
	实施例67	0.018	0.52	0.10	0.023	0.007	0.45	0.25	18.45	-	0.32	0.016
	实施例68	0.018	0.52	0.10	0.023	0.007	0.45	0.25	18.45	-	0.32	0.016
	实施例69	0.018	0.63	0.13	0.024	0.009	0.45	0.24	18.28	-	0.34	0.019
	实施例70	0.015	0.57	0.11	0.023	0.006	0.43	0.25	18.45	-	0.33	0.019
	实施例71	0.016	0.50	0.12	0.027	0.006	0.47	0.24	18.51	-	0.37	0.018
	实施例72	0.015	0.54	0.12	0.026	0.008	0.47	0.25	18.91	-	0.47	0.011
	实施例73	0.016	0.54	0.12	0.025	0.007	0.48	0.27	18.89	-	0.36	0.018
	实施例74	0.015	0.51	0.16	0.031	0.004	0.40	0.12	18.58	-	0.32	0.019
	实施例75	0.015	0.51	0.16	0.031	0.004	0.40	0.12	18.58	-	0.32	0.019
	实施例76	0.015	0.51	0.16	0.031	0.004	0.40	0.12	18.58	-	0.32	0.019
	实施例77	0.014	0.55	0.10	0.024	0.005	0.43	0.26	18.70	-	0.30	0.024

图3B

		组成(质量%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	Nb	N
第4实施方式	实施例78	0.017	0.53	0.14	0.029	0.004	0.42	0.14	18.58	0.15	0.34	0.024
	实施例79	0.017	0.47	0.13	0.030	0.004	0.42	0.15	18.41	0.14	0.32	0.022
	实施例80	0.017	0.53	0.14	0.029	0.004	0.42	0.14	18.58	0.15	0.34	0.024
	实施例81	0.017	0.47	0.13	0.030	0.004	0.42	0.15	18.41	0.14	0.32	0.022
	实施例82	0.015	0.54	0.13	0.029	0.006	0.47	0.25	18.53	0.10	0.36	0.018
	实施例83	0.015	0.52	0.12	0.028	0.006	0.47	0.25	18.66	0.16	0.36	0.016
	实施例84	0.017	0.54	0.11	0.025	0.007	0.46	0.24	18.39	0.16	0.34	0.022
	实施例85	0.018	0.57	0.11	0.023	0.008	0.47	0.25	18.62	0.15	0.35	0.017
	实施例86	0.016	0.46	0.11	0.029	0.007	0.49	0.43	18.53	0.16	0.34	0.018
	实施例87	0.018	0.57	0.11	0.023	0.008	0.47	0.25	18.62	0.15	0.35	0.017
	实施例88	0.014	0.57	0.11	0.024	0.007	0.46	0.28	18.40	0.18	0.34	0.020
	实施例89	0.014	0.57	0.11	0.024	0.007	0.46	0.28	18.40	0.18	0.34	0.020
	实施例90	0.014	0.57	0.11	0.024	0.007	0.46	0.28	18.40	0.18	0.34	0.020
	实施例91	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例92	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例93	0.017	0.52	0.10	0.025	0.007	0.47	0.33	18.48	0.13	0.33	0.019
	实施例94	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例95	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例96	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例97	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例98	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例99	0.017	0.55	0.10	0.025	0.008	0.47	0.25	18.29	0.16	0.35	0.021
	实施例100	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例101	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021
	实施例102	0.018	0.57	0.11	0.023	0.008	0.47	0.25	18.62	0.15	0.35	0.017
	实施例103	0.015	0.52	0.12	0.028	0.006	0.47	0.25	18.66	0.16	0.36	0.016
	实施例104	0.017	0.47	0.13	0.030	0.004	0.42	0.15	18.41	0.14	0.32	0.022
	实施例105	0.017	0.47	0.13	0.030	0.004	0.42	0.15	18.41	0.14	0.32	0.022
	比较例3	0.019	0.40	0.13	0.027	0.029	0.41	0.13	18.54	–	0.32	0.020
	比较例4	0.018	0.52	0.10	0.023	0.007	0.45	0.25	18.45	–	0.32	0.016
	比较例5	0.016	0.57	0.14	0.029	0.004	0.42	0.15	18.55	0.16	0.33	0.021

图3C

		第1热处理			第2热处理			拉伸强度(MPa)	0.2%耐力(MPa)	断裂伸长率(%)	试验片形状
		保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法	保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法				
第3实施方式	实施例9	750	3	自然空冷	50	4	自然空冷	392	265	19.30	附铸型
	实施例10	750	3	自然空冷	550	4	自然空冷	401	280	18.98	附铸型
	实施例11	750	6	自然空冷	550	4	自然空冷	425	287	24.43	附铸型
	实施例12	750	3	自然空冷	1050	4	自然空冷	389	269	21.25	附铸型
	实施例13	810	1.5	炉冷	150	2.5	炉冷	422	291	26.38	附铸型
	实施例14	810	1.5	炉冷	250	2.5	炉冷	425	294	26.10	附铸型
	实施例15	900	3	自然空冷	550	4	自然空冷	414	276	25.45	附铸型
	实施例16	900	3	自然空冷	1050	4	自然空冷	429	295	24.40	附铸型
	实施例17	1000	3	自然空冷	150	2.5	炉冷	393	269	22.48	附铸型
	实施例18	1000	3	自然空冷	200	1.5	炉冷	373	270	28.98	Y型B号
	实施例19	1000	3	自然空冷	200	3.5	炉冷	398	270	27.65	附铸型
	实施例20	1000	3	自然空冷	200	4	炉冷	397	271	27.10	附铸型
	实施例21	1000	3	自然空冷	250	2.5	炉冷	401	264	25.23	附铸型
	实施例22	1050	3	自然空冷	550	4	自然空冷	452	325	25.23	附铸型
	实施例23	1050	3	自然空冷	1050	4	自然空冷	393	276	28.93	附铸型
	实施例24	1100	3	自然空冷	50	0.3	自然空冷	409	285	21.83	附铸型
	实施例25	1100	3	自然空冷	50	8.4	自然空冷	394	281	20.15	附铸型
	实施例26	1100	3	自然空冷	50	23.7	自然空冷	394	275	20.13	附铸型
	实施例27	1100	3	自然空冷	100	4	自然空冷	386	281	25.55	附铸型
	实施例28	1100	3	自然空冷	150	2	自然空冷	392	279	25.73	附铸型
	实施例29	1100	3	自然空冷	150	8	自然空冷	395	277	25.22	附铸型
	实施例30	1100	3	自然空冷	200	1.5	自然空冷	401	278	20.30	附铸型
	实施例31	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	369	261	23.60	附铸型
	实施例32	1100	3	自然空冷	200	4	炉冷	402	272	24.98	附铸型
	实施例33	1100	3	炉冷	200	4	炉冷	396	275	24.73	附铸型
	实施例34	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	419	285	27.95	附铸型
	实施例35	1100	3	油冷	200	4	自然空冷	407	298	26.15	附铸型
	实施例36	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	390	276	23.85	附铸型
	实施例37	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	390	261	21.70	附铸型
	实施例38	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	384	259	27.55	附铸型
	实施例39	1100	3	自然空冷	200	4.3	自然空冷	396	279	25.13	附铸型
	实施例40	1100	3	自然空冷	200	4.4	自然空冷	407	280	24.98	附铸型
	实施例41	1100	3	自然空冷	200	5.6	炉冷	403	280	28.70	附铸型
	实施例42	1100	3	自然空冷	200	24	自然空冷	400	277	25.18	附铸型
	实施例43	1100	3	自然空冷	250	2	自然空冷	399	280	24.30	附铸型

图4A

		第1热处理		第2热处理			拉伸强度(MPa)	0.2%耐力(MPa)	断裂伸长率(%)	试验片形状
		保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法	保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法				
第3实施方式	实施例44	1100	3	自然空冷	250	4	自然空冷	393	278	28.58	附铸型
	实施例45	1100	3	自然空冷	250	8	自然空冷	404	284	25.43	附铸型
	实施例46	1100	3	自然空冷	300	2	自然空冷	407	285	26.00	附铸型
	实施例47	1100	3	自然空冷	300	4	自然空冷	410	285	20.10	附铸型
	实施例48	1100	3	自然空冷	300	8	自然空冷	404	282	26.80	附铸型
	实施例49	1100	3	自然空冷	400	2	自然空冷	398	277	29.20	附铸型
	实施例50	1100	3	自然空冷	400	4	自然空冷	399	276	23.00	附铸型
	实施例51	1100	3	自然空冷	400	8	自然空冷	393	274	28.30	附铸型
	实施例52	1100	3	自然空冷	500	0.5	自然空冷	395	288	23.73	附铸型
	实施例53	1100	3	自然空冷	500	2	自然空冷	404	285	23.97	附铸型
	实施例54	1100	3	自然空冷	500	4	自然空冷	401	285	19.54	附铸型
	实施例55	1100	3	自然空冷	500	8	自然空冷	394	281	25.18	附铸型
	实施例56	1100	6	自然空冷	500	8	自然空冷	405	295	18.50	附铸型
	实施例57	1100	3	自然空冷	500	18	自然空冷	417	300	19.25	附铸型
	实施例58	1100	3	自然空冷	500	24	自然空冷	412	295	23.95	附铸型
	实施例59	1100	3	自然空冷	600	4	自然空冷	441	334	26.85	附铸型
	实施例60	1100	3	自然空冷	600	8	自然空冷	440	333	19.63	附铸型
	实施例61	1100	3	自然空冷	700	2	自然空冷	415	288	29.38	附铸型
	实施例62	1100	3	自然空冷	700	4	自然空冷	421	289	23.85	附铸型
	实施例63	1100	3	自然空冷	700	8	自然空冷	439	296	25.10	附铸型
	实施例64	1100	3	自然空冷	800	0.5	自然空冷	407	287	20.85	附铸型
	实施例65	1100	3	自然空冷	800	2	自然空冷	411	286	26.30	附铸型
	实施例66	1100	3	自然空冷	800	4	自然空冷	417	278	29.18	附铸型
	实施例67	1100	3	自然空冷	800	4	油冷	415	275	28.83	附铸型
	实施例68	1100	3	自然空冷	800	8	自然空冷	419	282	22.80	附铸型
	实施例69	1100	3	自然空冷	800	18	自然空冷	396	272	22.08	附铸型
	实施例70	1100	3	自然空冷	800	24	自然空冷	412	278	23.75	附铸型
	实施例71	1200	3	自然空冷	200	4	炉冷	389	267	26.15	附铸型
	实施例72	1200	1	自然空冷	200	6	自然空冷	408	285	27.73	附铸型
	实施例73	1350	3	自然空冷	200	4.3	炉冷	378	279	29.75	Y型B号
	实施例74	1350	3	自然空冷	50	4	自然空冷	390	261	23.40	附铸型
	实施例75	1350	0.5	自然空冷	550	4	自然空冷	409	264	28.53	附铸型
	实施例76	1350	3	自然空冷	550	4	自然空冷	410	265	23.63	附铸型
	实施例77	1350	6	自然空冷	550	4	自然空冷	428	288	23.80	附铸型

图4B

		第1热处理			第2热处理			拉伸强度(MPa)	0.2%耐力(MPa)	断裂伸长率(%)	试验片形状
		保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法	保持温度(℃)	保持时间(小时)	冷却方法				
第4实施方式	实施例78	750	0.5	自然空冷	550	4	自然空冷	423	284	32.18	附铸型
	实施例79	750	6	自然空冷	550	4	自然空冷	438	275	21.98	附铸型
	实施例80	900	3	自然空冷	550	4	自然空冷	442	288	36.25	附铸型
	实施例81	1050	3	自然空冷	550	4	自然空冷	421	283	27.65	附铸型
	实施例82	1100	3	自然空冷	200	1.6	炉冷	423	292	32.35	附铸型
	实施例83	1100	3	自然空冷	200	4	炉冷	429	292	33.85	附铸型
	实施例84	1100	3	强制空冷	200	4	自然空冷	435	294	31.98	附铸型
	实施例85	1100	3	自然空冷	200	4.3	自然空冷	448	303	38.95	附铸型
	实施例86	1100	3	自然空冷	200	24.2	自然空冷	438	297	32.18	附铸型
	实施例87	1100	3	自然空冷	250	8	自然空冷	436	298	32.60	附铸型
	实施例88	1100	3	自然空冷	300	4	自然空冷	444	298	34.80	附铸型
	实施例89	1100	3	自然空冷	300	8	自然空冷	427	294	31.10	附铸型
	实施例90	1100	3	自然空冷	400	8	自然空冷	436	297	29.60	附铸型
	实施例91	1100	3	自然空冷	500	4	自然空冷	426	293	32.35	附铸型
	实施例92	1100	0.5	自然空冷	500	8	自然空冷	431	298	28.40	附铸型
	实施例93	1100	3	自然空冷	500	8	自然空冷	448	314	30.04	附铸型
	实施例94	1100	6	自然空冷	500	8	自然空冷	447	305	31.68	附铸型
	实施例95	1100	3	自然空冷	500	18	自然空冷	434	305	27.63	附铸型
	实施例96	1100	3	自然空冷	500	24	自然空冷	426	300	29.13	附铸型
	实施例97	1100	3	自然空冷	800	0.5	自然空冷	439	298	29.45	附铸型
	实施例98	1100	3	自然空冷	800	4	自然空冷	459	290	29.88	附铸型
	实施例99	1100	3	自然空冷	800	8	自然空冷	441	288	32.68	附铸型
	实施例 00	1100	3	自然空冷	800	18	自然空冷	437	278	26.93	附铸型
	实施例 01	1100	3	自然空冷	800	24	自然空冷	445	284	30.53	附铸型
	实施例 02	1200	1	自然空冷	200	6	自然空冷	444	301	32.48	附铸型
	实施例 03	1200	3	自然空冷	200	4	炉冷	432	291	31.43	附铸型
	实施例 04	1350	0.5	自然空冷	550	4	自然空冷	440	286	35.13	附铸型
	实施例 05	1350	3	自然空冷	550	4	自然空冷	430	276	28.45	附铸型
	比较例3	1100	3	自然空冷	200	4	自然空冷	362	257	8.85	附铸型
	比较例4	1100	3	自然空冷	1100	4	自然空冷	390	281	9.88	Y型B号
	比较例5	1000	3	自然空冷	1100	4	自然空冷	425	290	18.50	附铸型

图4C

1.(修改)一种铁铸件,其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件,其中,

所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.25质量%～0.8质量%的Nb,余量为Fe和不可避免的元素,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

2.(修改)如权利要求1所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.3质量%～0.8质量%的Cu。

3.(修改)一种铁铸件,其是通过对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理而得到的铁铸件,其中,

所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.3质量%～0.8质量%的Cu,余量为Fe和不可避免的元素,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

4.(修改)如权利要求1～3中任一项所述的铁铸件,其中,保持在所述第1温度范围包括在0.5小时～6.0小时的第1时间范围保持所述热处理对象物。

5.(修改)如权利要求1～4中任一项所述的铁铸件,其是通过在进行所述第1热处理后对所述热处理对象物进行第2热处理而得到的铁铸件,其中,

进行所述第2热处理包括将所述热处理对象物保持在20℃～1080℃的第2温度范围。

6.(修改)如权利要求5所述的铁铸件,其中,保持在所述第2温度范围包括在0.3小时～48小时的第2时间范围保持所述热处理对象物。

7.(修改)如权利要求1～6中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.0001质量%～0.03质量%的N。

8.(修改)如权利要求1～7中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.001质量%～1.0质量%的Mn。

9.(修改)如权利要求1～8中任一项所述的铁铸件,其中,所述铸造用材料进一步包含0.1质量%～0.3质量%的Ti。

10.(新增)一种铁铸件,其是使用铁素体系铸造用材料制造出的铁铸件,其中,所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.25质量%～0.8质量%的Nb,余量为Fe和不可避免的元素。

11.(新增)一种铁铸件,其是使用铁素体系铸造用材料制造出的铁铸件,其中,所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.3质量%～0.8质量%的Cu,余量为Fe和不可避免的元素。

12.(新增)一种铁铸件的制造方法,其包括对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理,其中,

所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.25质量%～0.8质量%的Nb,余量为Fe和不可避免的元素,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

13.(新增)如权利要求12所述的铁铸件的制造方法,其中,所述铸造用材料进一步包含0.3质量%～0.8质量%的Cu。

14.(新增)一种铁铸件的制造方法,其包括对于使用铁素体系铸造用材料铸造出的热处理对象物进行第1热处理,其中,

所述铸造用材料包含0.0001质量%～0.03质量%的C、0.001质量%～0.6质量%的Ni、16.0质量%～21.0质量%的Cr、以及0.3质量%～0.8质量%的Cu,余量为Fe和不可避免的元素,

进行所述第1热处理包括将所述热处理对象物保持在750℃～1380℃的第1温度范围。

15.(新增)如权利要求12～14中任一项所述的铁铸件的制造方法,其中,保持在所述第1温度范围包括在0.5小时～6.0小时的第1时间范围保持所述热处理对象物。

16.(新增)如权利要求12～15中任一项所述的铁铸件的制造方法,其进一步包括在进行所述第1热处理后对所述热处理对象物进行第2热处理,

进行所述第2热处理包括将所述热处理对象物保持在20℃～1080℃的第2温度范围。

17.(新增)如权利要求16所述的铁铸件的制造方法,其中,保持在所述第2温度范围包括在0.3小时～48小时的第2时间范围保持所述热处理对象物。

18.(新增)如权利要求12～17中任一项所述的铁铸件的制造方法,其中,所述铸造用材料进一步包含0.0001质量%～0.03质量%的N。

19.(新增)如权利要求12～18中任一项所述的铁铸件的制造方法,其中,所述铸造用材料进一步包含0.001质量%～1.0质量%的Mn。

20.(新增)如权利要求12～19中任一项所述的铁铸件的制造方法,其中,所述铸造用材料进一步包含0.1质量%～0.3质量%的Ti。

[0001] 修改权利要求1～9,追加权利要求10～20。

[0002] 权利要求1、10是基于申请时的权利要求1、说明书第0025段所记载的事项以及附图的图1所记载的实施例。

[0003] 权利要求2是基于申请时的说明书第022段所记载的事项。

[0004] 权利要求3、11是基于申请时的权利要求1和说明书第0022段所记载的事项。

[0005] 权利要求4～9是基于申请时的权利要求2～7所记载的事项。

[0006] 权利要求12是基于申请时的权利要求1、说明书第0025段和第0057段所记载的事项、以及附图的图1所记载的实施例。

[0007] 权利要求13是基于申请时的说明书第0022段记载的事项。

[0008] 权利要求14是基于申请时的权利要求1以及说明书第0022段和第0057段所记载的事项。

[0009] 权利要求15、16、17是基于申请时的权利要求2、3、4以及说明书第0057段所记载的事项。

[0010] 权利要求18是基于申请时的权利要求5和说明书第0026段所记载的事项。

[0011] 权利要求19是基于申请时的权利要求6和说明书第0019段所记载的事项。

[0012] 权利要求20是基于申请时的权利要求7和说明书第0029段所记载的事项。