



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104040012 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201280062589. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 11. 28

G22C 38/44 (2006. 01)

(30) 优先权数据

13/331, 135 2011. 12. 20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/066705 2012. 11. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/130139 EN 2013. 09. 06

(71) 申请人 ATI 资产公司

地址 美国俄勒冈州

(72) 发明人 R. M. 福布斯琼斯 C. K. 埃文斯

H. E. 利帕德 A. R. 米尔斯

J. C. 赖利 J. J. 邓恩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 秦剑

权利要求书2页 说明书12页

(54) 发明名称

高强度抗腐蚀奥氏体合金

(57) 摘要

本发明涉及一种奥氏体合金,以基于总合金重量的重量百分比计,所述合金通常可包含:最多0.2的碳;最多20的锰;0.1至1.0的硅;14.0至28.0的铬;15.0至38.0的镍;2.0至9.0的钼;0.1至3.0的铜;0.08至0.9的氮;0.1至5.0的钨;0.5至5.0的钴;最多1.0的钛;最多0.05的硼;最多0.05的磷;最多0.05的硫;铁;以及伴随杂质。

1. 一种奥氏体合金,以重量百分比计,所述合金包含:最多0.2的碳;最多20的锰;0.1至1.0的硅;14.0至28.0的铬;15.0至38.0的镍;2.0至9.0的钼;0.1至3.0的铜;0.08至0.9的氮;0.1至5.0的钨;0.5至5.0的钴;最多1.0的钛;最多0.05的硼;最多0.05的磷;最多0.05的硫;铁;以及伴随杂质。

2. 根据权利要求1所述的合金,其包含最多0.3组合重量百分比的铯和钽。

3. 根据权利要求1所述的合金,其包含最多0.2重量百分比的钒。

4. 根据权利要求1所述的合金,其包含最多0.1重量百分比的铝。

5. 根据权利要求1所述的合金,其包含不大于0.1组合重量百分比的铈和镧。

6. 根据权利要求1所述的合金,其包含最多0.5重量百分比的钕。

7. 根据权利要求1所述的合金,其包含最多0.6重量百分比的锆。

8. 根据权利要求1所述的合金,其中铁最多为60重量百分比。

9. 根据权利要求1所述的合金,以重量百分比计,所述合金包含2:1至4:1的钴/钨比率。

10. 根据权利要求1所述的合金,其 $PREN_{16}$ 值大于40。

11. 根据权利要求1所述的合金,其 $PREN_{16}$ 值为40至60。

12. 根据权利要求1所述的合金,其中所述合金为非磁性的。

13. 根据权利要求1所述的合金,其磁导率值小于1.01。

14. 根据权利要求1所述的合金,其极限拉伸强度为至少110ksi、屈服强度为至少50ksi且伸长百分比为至少15%。

15. 根据权利要求1所述的合金,其极限拉伸强度在90ksi至150ksi的范围内、屈服强度在50ksi至120ksi的范围内且伸长百分比在20%至65%的范围内。

16. 根据权利要求1所述的合金,其极限拉伸强度在100ksi至240ksi的范围内、屈服强度在110ksi至220ksi的范围内且伸长百分比在15%至30%的范围内。

17. 根据权利要求1所述的合金,其临界点蚀温度为至少45°C。

18. 根据权利要求1所述的合金,以基于总合金重量的重量百分比计,所述合金包含:最多0.05的碳;1.0至9.0的锰;0.1至1.0的硅;18.0至26.0的铬;19.0至37.0的镍;3.0至7.0的钼;0.4至2.5的铜;0.1至0.55的氮;0.2至3.0的钨;0.8至3.5的钴;最多0.6的钛;不大于0.3的组合重量百分比的铯和钽;最多0.2的钒;最多0.1的铝;最多0.05的硼;最多0.05的磷;最多0.05的硫;铁;以及伴随杂质。

19. 根据权利要求18所述的合金,其包含2.0至8.0重量百分比的锰。

20. 根据权利要求18所述的合金,其包含19.0至25.0重量百分比的铬。

21. 根据权利要求18所述的合金,其包含20.0至35.0重量百分比的镍。

22. 根据权利要求18所述的合金,其包含3.0至6.5重量百分比的钼。

23. 根据权利要求18所述的合金,其包含0.5至2.0重量百分比的铜。

24. 根据权利要求18所述的合金,其包含0.3至2.5重量百分比的钨。

25. 根据权利要求18所述的合金,其包含1.0至3.5重量百分比的钴。

26. 根据权利要求18所述的合金,其包含0.2至0.5重量百分比的氮。

27. 根据权利要求18所述的合金,其包含20至50重量百分比的铁。

28. 根据权利要求1所述的合金,以基于总合金重量的重量百分比计,所述合金包含:

最多 0.05 的碳 ;2.0 至 8.0 的锰 ;0.1 至 0.5 的硅 ;19.0 至 25.0 的铬 ;20.0 至 35.0 的镍 ;3.0 至 6.5 的钼 ;0.5 至 2.0 的铜 ;0.2 至 0.5 的氮 ;0.3 至 2.5 的钨 ;1.0 至 3.5 的钴 ;最多 0.6 的钛 ;不大于 0.3 的组合重量百分比的铈和钽 ;最多 0.2 的钒 ;最多 0.1 的铝 ;最多 0.05 的硼 ;最多 0.05 的磷 ;最多 0.05 的硫 ;铁 ;痕量元素 ;以及伴随杂质。

29. 根据权利要求 28 所述的合金,其中锰为 2.0 至 6.0 重量百分比。
30. 根据权利要求 28 所述的合金,其中铬为 20.0 至 22.0 重量百分比。
31. 根据权利要求 28 所述的合金,其中钼为 6.0 至 6.5 重量百分比。
32. 根据权利要求 28 所述的合金,其中铁为 40 至 45 重量百分比。

高强度抗腐蚀奥氏体合金

[0001] 发明背景

技术领域

[0002] 本公开涉及高强度抗腐蚀合金。根据本公开的合金可适用于（例如但不限于）化学工业、采矿工业以及油气工业。

[0003] 发明背景

[0004] 化学处理设施中所用的金属合金部件可在苛刻条件下与高度腐蚀性和 / 或侵蚀性化合物接触。这些条件例如可使金属合金部件经受高应力且大大促进侵蚀和腐蚀。如果必须替换已损坏、损耗或腐蚀的金属部件,则可能需要在化学处理设施处使操作完全中止一段时间。延长用于处理和输送化学物质的设施中的金属合金部件的有效使用寿命可通过改良合金的机械性质和 / 或抗腐蚀性而实现,这可降低与化学处理相关的成本。

[0005] 类似地,在油气钻井操作中,钻柱组件可能由于机械、化学和 / 或环境条件而降解。钻柱组件可能经受撞击、磨损、摩擦、热、损耗、侵蚀、腐蚀和 / 或沉积。用于钻柱组件的常规材料可遭受一或多种限制。例如,常规的材料可能缺乏足够的机械性质（例如屈服强度、拉伸强度和 / 或疲劳强度）、抗腐蚀性（例如抗点蚀性和应力腐蚀裂痕）以及非磁性性质。另外,常规的材料可限制钻柱组件的尺寸以及形状。这些限制可缩短组件的有效寿命,从而使油气钻井复杂化且使其成本增加。

[0006] 因此,将有利的是提供具有改良的抗腐蚀性和 / 或机械性质的新型合金。

[0007] 概述

[0008] 根据本公开的一个方面,以基于总合金重量的重量百分比计,奥氏体合金的非限制性实施方案包含:最多 0.2 的碳;最多 20 的锰;0.1 至 1.0 的硅;14.0 至 28.0 的铬;15.0 至 38.0 的镍;2.0 至 9.0 的钼;0.1 至 3.0 的铜;0.08 至 0.9 的氮;0.1 至 5.0 的钨;0.5 至 5.0 的钴;最多 1.0 的钛;最多 0.05 的硼;最多 0.05 的磷;最多 0.05 的硫;铁;以及伴随杂质。

[0009] 根据本公开的另外方面,以基于总合金重量的重量百分比计,本公开的奥氏体合金的非限制性实施方案包含:最多 0.05 的碳;2.0 至 8.0 的锰;0.1 至 0.5 的硅;19.0 至 25.0 的铬;20.0 至 35.0 的镍;3.0 至 6.5 的钼;0.5 至 2.0 的铜;0.2 至 0.5 的氮;0.3 至 2.5 的钨;1.0 至 3.5 的钴;最多 0.6 的钛;不大于 0.3 的组合重量百分比的钶和钽;最多 0.2 的钒;最多 0.1 的铝;最多 0.05 的硼;最多 0.05 的磷;最多 0.05 的硫;铁;以及伴随杂质;其中钢具有至少 40 的 $PREN_{16}$ 值、至少 45°C 的临界点蚀温度以及小于 750 的避免沉淀的灵敏度系数值 (CP)。

[0010] 某些非限制性实施方案的详述

[0011] 应当理解,对本文所述的实施方案的某些描述已经简化以仅说明与清楚理解所公开的实施方案相关的那些要素、特征和方面,同时为清楚起见取消了其它要素、特征和方面。本领域的普通技术人员在思考所公开的实施方案的本描述后将认识到其它要素和 / 或特征可能在所公开的实施方案的特定实施或应用中是所需的。然而,因为此类其它要素和

/或特征可易于由本领域的普通技术人员在思考所公开的实施方案的本描述后确定并加以实施,且因此并非是完全理解所公开的实施方案所必需的,所以本文中未提供对此类要素和/或特征的描述。因此,应当理解,本文所示的描述仅仅是示例和说明所公开的实施方案,无意限制仅由权利要求书限定的本发明的范围。

[0012] 另外,本文所述的任何数值范围均旨在包括其中所含的所有子范围。例如,范围“1至10”的范围旨在包括介于(且包括)所述最小值1与所述最大值10之间的所有子范围,也就是说,具有等于或大于1的最小值以及等于或小于10的最大值。本文中所述的任何最大数值限制均旨在包括其中所含的所有较小数值限制且本文中所述的任何最小数值限制均包括其中所含的所有较大数值限制。因此,申请人保留修正本公开(包括权利要求书)以明确叙述本文中明确描述的范围内的任何子范围。所有此类范围均旨在固有地在本文予以公开,以使得明确叙述任何这些子范围的修正将符合美国法典第35篇112条第一段以及美国法典第35篇132条(a)款的要求。

[0013] 除非另外指明,否则如本文所用的语法冠词“一个(种)”以及“该/所述”旨在包括“至少一个(种)”或“一或多个(种)”。因此,冠词在本文中用于表示冠词的一个或多个(即,至少一个)的语法对象。例如,“一种组分”意指一种或多种组分,并因此可能的是,想到多于一种组分,并可在所述实施方案的实施中采用或使用。

[0014] 除非另外指明,否则所有百分比和比率均基于合金组成的总重量加以计算。

[0015] 称全部或部分以引用方式并入本文的任何专利、出版物或其它公开材料仅以所并入的材料不与本公开中所述的现存定义、陈述或其它公开材料相抵触的程度并入本文中。因此且在必要的程度上,如本文所述的公开内容优先于以引用方式并入本文的任何抵触材料。说到以引用方式并入本文但与本文所述的现存定义、陈述或其它公开材料相抵触的任何材料或其部分均仅以在所并入材料与现存公开材料之间不产生抵触的程度并入。

[0016] 本公开包括对各种实施方案的描述。应当理解,本文所述的所有实施方案均为示例性的、说明性的和非限制性的。因此,本发明不受限于对各种示例性、说明性和非限制性实施方案的描述。相反,本发明仅由权利要求书限定,该权利要求书可经修正以叙述本公开中明确或固有地描述或者说是由本公开明确或固有地支持的任何特征。

[0017] 化学处理、采矿和/或油气应用中使用的常规合金可能缺乏最佳程度的抗腐蚀性和/或最佳程度的一或多种机械性质。本文所述的合金的各种实施方案可具有优于常规合金的某些优点,包括但不限于改良的抗腐蚀性和/或机械性质。例如,某些实施方案可表现出改良的机械性质,而抗腐蚀性无任何降低。某些实施方案相对于常规合金可表现出改良的撞击性质、可焊接性、抗腐蚀疲劳性、抗磨蚀性和/或抗氢脆性。

[0018] 在各种实施方案中,本文所述的合金可具有适用于苛刻应用的实质性抗腐蚀性和/或有利的机械性质。不希望受任何特定理论的束缚,据信本文所述的合金可由于对由变形所致的应变硬化增强的反应而表现出较高的拉伸强度,同时还保留较高的抗腐蚀性。应变硬化或冷加工可用于使通常对热处理反应不佳的材料硬化。然而,本领域的技术人员将认识到冷加工结构的准确性质可取决于材料、应变、应变速率和/或变形温度。不希望受任何特定理论的束缚,据信使具有本文所述的组成的合金应变硬化可更有效地产生相较于某些常规合金表现出改良的抗腐蚀性和/或机械性质的合金。

[0019] 根据各种非限制性实施方案,本公开的奥氏体合金可包含以下成分、基本上由以

下成分组成或由以下成分组成:铬、钴、铜、铁、锰、钼、镍、碳、氮和钨,并且可以(但无需)包括铝、硅、钛、硼、磷、硫、铌(即钶)、钽、钒和锆中的一种或多种作为痕量元素或伴随杂质。

[0020] 另外,根据各种实施方案,以基于总合金重量的重量百分比计,根据本公开的奥氏体合金可包含以下成分、基本上由以下成分组成或由以下成分组成:最多 0.2 的碳、最多 20 的锰、0.1 至 1.0 的硅、14.0 至 28.0 的铬、15.0 至 38.0 的镍、2.0 至 9.0 的钼、0.1 至 3.0 的铜、0.08 至 0.9 的氮、0.1 至 5.0 的钨、0.5 至 5.0 的钴、最多 1.0 的钛、最多 0.05 的硼、最多 0.05 的磷、最多 0.05 的硫,铁,以及伴随杂质。

[0021] 此外,根据各种非限制性实施方案,以基于总合金重量的重量百分比计,根据本公开的奥氏体合金可包含以下成分、基本上由以下成分组成或由以下成分组成:最多 0.05 的碳、1.0 至 9.0 的锰、0.1 至 1.0 的硅、18.0 至 26.0 的铬、19.0 至 37.0 的镍、3.0 至 7.0 的钼、0.4 至 2.5 的铜、0.1 至 0.55 的氮、0.2 至 3.0 的钨、0.8 至 3.5 的钴、最多 0.6 的钛、不大于 0.3 的组合重量百分比的钶和钽、最多 0.2 的钒、最多 0.1 的铝、最多 0.05 的硼、最多 0.05 的磷、最多 0.05 的硫、铁以及伴随杂质。

[0022] 另外,根据各种非限制性实施方案,以基于总合金重量的重量百分比计,根据本公开的奥氏体合金可包含以下成分、基本上由以下成分组成或由以下成分组成:最多 0.05 的碳、2.0 至 8.0 的锰、0.1 至 0.5 的硅、19.0 至 25.0 的铬、20.0 至 35.0 的镍、3.0 至 6.5 的钼、0.5 至 2.0 的铜、0.2 至 0.5 的氮、0.3 至 2.5 的钨、1.0 至 3.5 的钴、最多 0.6 的钛、不大于 0.3 的组合重量百分比的钶和钽、最多 0.2 的钒、最多 0.1 的铝、最多 0.05 的硼、最多 0.05 的磷、最多 0.05 的硫、铁以及伴随杂质。

[0023] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的碳:最多 2.0;最多 0.8;最多 0.2;最多 0.08;最多 0.05;最多 0.03;0.005 至 2.0;0.01 至 2.0;0.01 至 1.0;0.01 至 0.8;0.01 至 0.08;0.01 至 0.05 以及 0.005 至 0.01。

[0024] 在各种非限制性实施方案中,本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的锰:最多 20.0;最多 10.0;1.0 至 20.0;1.0 至 10;1.0 至 9.0;2.0 至 8.0;2.0 至 7.0;2.0 至 6.0;3.5 至 6.5 以及 4.0 至 6.0。

[0025] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的硅:最多 1.0;0.1 至 1.0;0.5 至 1.0 以及 0.1 至 0.5。

[0026] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的铬:14.0 至 28.0;16.0 至 25.0;18.0 至 26;19.0 至 25.0;20.0 至 24.0;20.0 至 22.0;21.0 至 23.0 以及 17.0 至 21.0。

[0027] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的镍:15.0 至 38.0;19.0 至 37.0;20.0 至 35.0 以及 21.0 至 32.0。

[0028] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以任何以下重量百分比范围的钼:2.0 至 9.0;3.0 至 7.0;3.0 至 6.5;5.5 至 6.5 以及 6.0 至 6.5。

[0029] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的铜:0.1 至 3.0;0.4 至 2.5;0.5 至 2.0 以及 1.0 至 1.5。

[0030] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的氮:0.08 至 0.9;0.08 至 0.3;0.1 至 0.55;0.2 至 0.5 以及 0.2 至 0.3。在某些实施方

案中,氮可限于 0.35 重量百分比或 0.3 重量百分比以解决其在合金中的溶解性有限。

[0031] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的钨:0.1 至 5.0;0.1 至 1.0;0.2 至 3.0;0.2 至 0.8 以及 0.3 至 2.5。

[0032] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的钴:最多 5.0;0.5 至 5.0;0.5 至 1.0;0.8 至 3.5;1.0 至 4.0;1.0 至 3.5 以及 1.0 至 3.0。在某些实施方案中,钴出乎意料地改良合金的机械性质。例如,在合金的某些实施方案中,添加钴可提供多达 20%的韧度增加、多达 20%的伸长率增加和 / 或抗腐蚀性改良。不希望受任何特定理论的束缚,据信相对于在热加工之后在晶粒边界表现出较高 σ 相程度的不含钴的变体,钴可增大对合金中有害 σ 相沉淀的抗性。

[0033] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可包含的钴 / 钨重量百分比比率为 2:1 至 5:1 或 2:1 至 4:1。在某些实施方案中,例如,钴 / 钨重量百分比比率可为约 4:1。使用钴和钨可赋予合金改良的固溶强化。

[0034] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的钛:最多 1.0;最多 0.6;最多 0.1;最多 0.01;0.005 至 1.0 以及 0.1 至 0.6。

[0035] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的锆:最多 1.0;最多 0.6;最多 0.1;最多 0.01;0.005 至 1.0 以及 0.1 至 0.6。

[0036] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的铈(铈)和 / 或钽:最多 1.0;最多 0.5;最多 0.3;0.01 至 1.0;0.01 至 0.5;0.01 至 0.1 以及 0.1 至 0.5。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下范围的组合重量百分比的铈和钽:最多 1.0;最多 0.5;最多 0.3;0.01 至 1.0;0.01 至 0.5;0.01 至 0.1 以及 0.1 至 0.5。

[0037] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的钒:最多 1.0;最多 0.5;最多 0.2;0.01 至 1.0;0.01 至 0.5;0.05 至 0.2 以及 0.1 至 0.5。

[0038] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的铝:最多 1.0;最多 0.5;最多 0.1;最多 0.01;0.01 至 1.0;0.1 至 0.5 以及 0.05 至 0.1。

[0039] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的硼:最多 0.05;最多 0.01;最多 0.008;最多 0.001;最多 0.0005。

[0040] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的磷:最多 0.05;最多 0.025;最多 0.01 以及最多 0.005。

[0041] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的硫:最多 0.05;最多 0.025;最多 0.01 以及最多 0.005。

[0042] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金的其余部分可包含铁以及伴随杂质。在各种实施方案中,合金可以包含任何以下重量百分比范围的铁:最多 60;最多 50;20 至 60;20 至 50;20 至 45;35 至 45;30 至 50;40 至 60;40 至 50;40 至 45 以及 50 至 60。

[0043] 在根据本公开的合金的某些非限制性实施方案中,合金可包含一种或多种痕量元素。如本文所用,“痕量元素”是指可由于原材料的组成和 / 或所用熔炼方法而存在于合金中且以不对合金的重要性质(如本文一般描述的那些性质)造成负面影响的浓度存在的元素。痕量元素可包括例如任何本文所述浓度的钛、锆、铈(铈)、钽、钒、铝和硼中的一者或多

者。在某些非限制性实施方案中,痕量元素可以不存在于根据本公开的合金中。如本领域所已知,在产生合金时,痕量元素通常可通过选择特定的起始材料和 / 或使用特定的处理技术而大部分或完全消除。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的总浓度的痕量元素:最多 5.0;最多 1.0;最多 0.5;最多 0.1;0.1 至 5.0;0.1 至 1.0 以及 0.1 至 0.5。

[0044] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的总浓度的伴随杂质:最多 5.0;最多 1.0;最多 0.5;最多 0.1;0.1 至 5.0;0.1 至 1.0 以及 0.1 至 0.5。如本文通常所用,术语“伴随杂质”是指可以很小的浓度存在于合金中的铋、钙、铈、镧、铅、氧、磷、钒、银、硒、硫、碲、锡和锆中的一者或多者。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金中的各个伴随杂质不超过以下最大重量百分比:0.0005 的铋;0.1 的钙;0.1 的铈;0.1 的镧;0.001 的铅;0.01 的锡;0.01 的氧;0.5 的钒;0.0005 的银;0.0005 的硒以及 0.0005 的碲。在各种非限制性实施方案中,存在于合金中的任何铈和 / 或镧与钙的组合重量百分比可最多为 0.1。在各种非限制性实施方案中,存在于合金中的任何铈和 / 或镧的组合重量百分比可最多为 0.1。可作为伴随杂质存在于本文所述的合金中的其它元素对本领域的普通技术人员而言将是显而易见的。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金可以包含任何以下重量百分比范围的总浓度的痕量元素和伴随杂质:最多 10.0;最多 5.0;最多 1.0;最多 0.5;最多 0.1;0.1 至 10.0;0.1 至 5.0;0.1 至 1.0 以及 0.1 至 0.5。

[0045] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的奥氏体合金可以为非磁性的。此特性可有助于使用非磁性性质具有重要意义的合金,包括例如在某些油气钻柱组件应用中加以使用。本文所述的奥氏体合金的某些非限制性实施方案的特征可在于磁导率值 (μ_r) 在特定的范围内。在各种实施方案中,根据本公开的合金的磁导率值可小于 1.01、小于 1.005 和 / 或小于 1.001。在各种实施方案中,合金可基本上不含铁氧体。

[0046] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的奥氏体合金的特征可在于抗点蚀性当量数值 (PREN) 在特定的范围内。如所了解,PREN 将相对值归于合金在含氯化物环境中的预期抗点蚀性。一般来讲,预期 PREN 较高的合金比 PREN 较低的合金具有更佳的抗腐蚀性。一种特定的 PREN 计算使用下式提供 $PREN_{16}$ 值,其中百分比为以合金重量计的重量百分比:

$$[0047] \quad PREN_{16} = \% Cr + 3.3(\% Mo) + 16(\% N) + 1.65(\% W)$$

[0048] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金具有的 $PREN_{16}$ 值可在任何以下范围内:最多 60;最多 58;大于 30;大于 40;大于 45;大于 48;30 至 60;30 至 58;30 至 50;40 至 60;40 至 58;40 至 50 以及 48 至 51。不希望受任何特定理论的束缚,据信较高的 $PREN_{16}$ 值可指示合金将在诸如高度腐蚀性环境、高温环境和低温环境的环境中表现出足够抗腐蚀性的可能性较高。强腐蚀性环境可存在于例如化学处理设备以及在油气钻井应用中钻柱所经受的井下环境中。强腐蚀性环境可使合金经受例如碱性化合物、酸化氯化物溶液、酸化硫化物溶液、过氧化物和 / 或 CO_2 以及极端温度。

[0049] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的奥氏体合金的特征可在于避免沉淀的灵敏度系数值 (CP) 在特定的范围内。CP 值在例如题为“Austenitic Stainless Steel Having High Properties”的美国专利 5,494,636 中有所描述。CP 值是合金中金属间相的沉淀动力学的相对指标。可使用下式计算 CP 值,其中百分比是以合金重量计的重量百分比:

[0050] $CP = 20(\% Cr) + 0.3(\% Ni) + 30(\% Mo) + 5(\% W) + 10(\% Mn) + 50(\% C) - 200(\% N)$

[0051] 不希望受任何特定理论的束缚,据信 CP 值小于 710 的合金将表现出有利的奥氏体稳定性,其有助于使在焊接期间来自金属间相的 HAZ(热影响区域)敏化最小化。在各种非限制性实施方案中,本文所述的合金具有的 CP 可在任何以下范围内:最多 800;最多 750;小于 750;最多 710;小于 710;最多 680 以及 660-750。

[0052] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的奥氏体合金的特征可在于临界点蚀温度(CPT)和/或临界裂隙腐蚀温度(CCCT)在特定的范围内。在某些应用中,CPT 和 CCCT 值可比合金的 PREN 值更准确指示合金的抗腐蚀性。可根据题为“Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution”的 ASTM G48-11 测量 CPT 和 CCCT。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金的 CPT 可为至少 45°C,或更优选地至少 50°C,并且 CCCT 可为至少 25°C,或更优选地至少 30°C。

[0053] 在各种非限制性实施方案中,根据本公开的奥氏体合金的特征可在于氯化物应力腐蚀裂痕抗性(SCC)值在特定的范围内。SCC 值在例如 A. J. Sedricks,“Corrosion of Stainless Steels”(J. Wiley and Sons 1979)中有所描述。在各种非限制性实施方案中,根据本公开的合金的 SCC 值可根据以下一者或多者测量或用于特定应用:题为“Standard Practice for Making and Using U-Bend Stress-Corrosion Test Specimens”的 ASTM G30-97(2009);题为“Standard Practice for Evaluating Stress-Corrosion-Cracking Resistance of Metals and Alloys in a Boiling Magnesium Chloride Solution”的 ASTM G36-94(2006);ASTM G39-99(2011),“Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Beam Stress-Corrosion Test Specimens”;ASTM G49-85(2011),“Standard Practice for Preparation and Use of Direct Tension Stress-Corrosion Test Specimens”;以及 ASTM G123-00(2011),“Standard Test Method for Evaluating Stress-Corrosion Cracking of Stainless Alloys with Different Nickel Content in Boiling Acidified Sodium Chloride Solution”。在各种非限制性实施方案中,按照 ASTM G123-00(2011)的评估,根据本公开的合金的 SCC 值足够高以指示合金可适合经受沸腾的酸化氯化钠溶液 1000 小时而不经历不可接受的应力腐蚀裂痕。

[0054] 本文所述的合金可制造成各种制品或包括在各种制品中。此类制品可包含(例如但不限于)根据本公开的奥氏体合金,以基于总合金重量的重量百分比计,所述合金包含以下成分、基本上由以下成分组成或由以下成分组成:最多 0.2 的碳;最多 20 的锰;0.1 至 1.0 的硅;14.0 至 28.0 的铬;15.0 至 38.0 的镍;2.0 至 9.0 的钼;0.1 至 3.0 的铜;0.08 至 0.9 的氮;0.1 至 5.0 的钨;0.5 至 5.0 的钴;最多 1.0 的钛;最多 0.05 的硼;最多 0.05 的磷;最多 0.05 的硫;铁;以及伴随杂质。可包括根据本公开的合金的制品可选自例如用于化学工业、石化工业、采矿工业、石油工业、煤气工业、纸张工业、食品加工工业、医药工业和/或供水工业中的部件和组件。可包括根据本公开的合金的特定制品的非限制性实例包括:管;薄片;板;棒;杆;锻件;槽;管线组件;旨在与化学物质、气体、原油、海水、给水和/或腐蚀性流体(例如碱性化合物、酸化氯化物溶液、酸化硫化物溶液和/或过氧化物)一起使用的管道、冷凝器和换热器;纸浆漂白厂中的洗滤器、大桶和压辊;用于核发电厂和发电厂烟道气涤气器环境的给水管道系统;用于海上油气平台的工艺系统的组件;气井组件,

包括管、阀、吊架、坐放短节、工具接头和堵塞器；涡轮引擎组件；脱盐组件和泵；松油蒸馏塔和填料；用于海环境的物品，诸如变压器箱；阀；轴；凸缘；反应器；收集器；分离器；交换器；泵；压缩机；紧固件；柔性连接器；风箱；烟囱衬套；烟道衬套；以及某些钻柱组件，诸如稳定器、旋转可操纵钻井组件、钻铤、一体式刀片稳定器、稳定器芯轴、钻井和测量管、随钻测量外罩 (measurements-while-drilling housing)、随钻测井外罩、非磁性钻铤、非磁性钻管、一体式刀片非磁性稳定器、非磁性挠性钻铤以及压缩供给钻管。

[0055] 根据本公开的合金可在回顾本公开所述的合金的组成后根据普通技术人员已知的技术制造。例如，一种产生根据本公开的奥氏体合金的方法通常可包括：提供具有本公开所述的任何组成的奥氏体合金；以及使该合金应变硬化。在该方法的各种非限制性实施方案中，以重量百分比计，奥氏体合金包含以下成分、基本上由以下成分组成或由以下成分组成：最多 0.2 的碳；最多 20 的锰；0.1 至 1.0 的硅；14.0 至 28.0 的铬；15.0 至 38.0 的镍；2.0 至 9.0 的钼；0.1 至 3.0 的铜；0.08 至 0.9 的氮；0.1 至 5.0 的钨；0.5 至 5.0 的钴；最多 1.0 的钛；最多 0.05 的硼；最多 0.05 的磷；最多 0.05 的硫；铁；以及伴随杂质。在这种方法的各种非限制性实施方案中，使合金应变硬化可通过使用滚压、锻造、刺穿、挤压、喷丸处理、敲击和 / 或弯曲合金中的一种或多种使合金变形而以常规方式进行。在各种非限制性实施方案中，应变硬化可包括冷加工合金。

[0056] 提供具有本公开所述的任何组成的奥氏体合金的步骤可包括本领域中已知用于产生金属合金的任何合适的常规技术，诸如熔炼实践以及粉末冶金实践。常规熔炼实践的非限制性实例包括不限于利用自耗熔炼技术（例如真空电弧重熔 (VAR) 和电渣重熔 (ESR)）、非自耗熔炼技术（例如等离子体冷床熔炼和电子束冷床熔炼）以及两种或更多种这些技术的组合的实践。如本领域中所知，用于制备合金的某些粉末冶金实践通常涉以及通过以下步骤产生粉末合金：对成分进行 AOD、VOD 或真空感应熔炼以提供具有所需组成的熔炼物；使用常规雾化技术使熔炼物雾化以提供粉末合金；以及挤压并烧结粉末合金的全部或一部分。在一种常规雾化技术中，使熔炼物的流与雾化器的旋转刀接触，这将流打碎成小滴。小滴可在真空或惰性气体氛围中快速固化，从而提供小固体合金粒子。

[0057] 无论使用熔炼实践还是粉末冶金实践制备合金，用于产生合金的成分（其可包括例如纯元素性起始材料、主要合金、半精制材料和 / 或碎片）均可以常规的方式以所需的量和比率组合，并引入所选的熔炼设备中。通过适当选择的进料，痕量元素和 / 或伴随杂质可保持在可接受的水平以获得最终合金的所需机械性质或其它性质。可小心控制形成熔炼物的各粗成分的选择和添加方式，这是因为这些添加对成品形式的合金的性质具有影响。另外，本领域中已知的精制技术可用于减少或消除不合需要的元素和 / 或夹杂物在合金中的存在。当熔炼时，可通过常规的熔炼和处理技术使材料固结成通常均质的形式。

[0058] 本文所述的奥氏体钢合金的各种实施方案相对于常规合金可具有改良的抗腐蚀性和 / 或机械性质。某些合金实施方案可具有与 **DATALLOY 2®** 合金和 / 或 **AL-6XN®** 合金相当或更优的极限拉伸强度、屈服强度、伸长百分比和 / 或硬度。另外，某些合金实施方案可具有与 **DATALLOY 2®** 合金和 / 或 **AL-6XN®** 合金相当或更大的 PREN、CP、CPT、CCCT 和 / 或 SCC 值。此外，某些合金实施方案相对于 **DATALLOY 2®** 合金和 / 或 **AL-6XN®** 合金可具有改良的疲劳强度、微结构稳定性、韧度、热裂纹抗性、点蚀、电流腐

蚀、SCC、可加工性和/或抗磨性。如本领域的普通技术人员所知，**DATALLOY 2®**合金是一种以重量百分比计具有以下标称组成的 Cr-Mn-N 不锈钢：0.03 的碳；0.30 的硅；15.1 的锰；15.3 的铬；2.1 的钼；2.3 的镍；0.4 的氮；其余部分为铁和杂质。也如本领域的普通技术人员所知，**AL-6XN®**合金 (UNS N08367) 是一种以重量百分比计具有以下典型组成的超级奥氏体不锈钢：0.02 的碳；0.40 的锰；0.020 的磷；0.001 的硫；20.5 的铬；24.0 的镍；6.2 的钼；0.22 的氮；0.2 的铜；其余部分为铁。**DATALLOY 2®**合金和 **AL-6XN®**合金可得自 Allegheny Technologies Incorporated, Pittsburgh, PA USA。

[0059] 在某些非限制性实施方案中，根据本公开的合金在室温下表现出至少 110ksi 的极限拉伸强度、至少 50ksi 的屈服强度和/或至少 15% 的伸长百分比。在各种其它非限制性实施例中，根据本公开的合金在退火状态下在室温表现出在 90ksi 至 150ksi 范围内的极限拉伸强度、在 50ksi 至 120ksi 范围内的屈服强度和/或在 20% 至 65% 范围内的伸长百分比。在各种非限制性实施方案中，在使合金应变硬化之后，合金表现出至少 155ksi 的极限拉伸强度、至少 100ksi 的屈服强度和/或至少 15% 的伸长百分比。在某些其它非限制性实施方案中，在使合金应变硬化之后，合金表现出在 100ksi 至 240ksi 范围内的极限拉伸、在 110ksi 至 220ksi 范围内的屈服强度和/或在 15% 至 30% 范围内的伸长百分比。在其它非限制性实施方案中，在使根据本公开的合金应变硬化之后，合金表现出高达 250ksi 的屈服强度和/或高达 300ksi 的极限拉伸强度。

实施例

[0060] 在结合一个或多个以下代表性实施例阅读时，可更好地理解本文所述的各种实施方案。出于说明而非限制目的包括以下实施例。

[0061] 通过 VIM 制备具有表 1 中所列的组成的若干 300 磅热熔物，其中空白指示未测定该元素的值。热熔物编号 WT-76 至 WT-81 表示根据本公开的合金的非限制性实施方案。热熔物编号 WT-82、90FE-T1 和 90FE-B1 表示 **DATALLOY 2®**合金的实施方案。热熔物编号 WT-83 表示 **AL-6XN®**合金的实施方案。将热熔物浇铸成铸锭，并将铸锭样品用于确定铸锭破碎的合适加工范围。将铸锭在 2150° F 下通过合适的再加热进行锻造以由各热熔物获得 2.75 英寸乘 1.75 英寸的矩形棒。

[0062] 从通过若干热熔物制造的矩形棒获取长约 6 英寸的区段并锻造以减小约 20% 至 35% 而使区段应变硬化。对经应变硬化的区段进行拉伸测试以测定机械性质，这些性质列于表 2 中。使用标准拉伸测试程序进行拉伸以及磁导率测试。使用 ASTM G48-11, "Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution" 的实践 C 的程序评估各区段的抗腐蚀性。还使用上文提供的 $PREN_{16}$ 公式估计抗腐蚀性。表 2 提供了锻造区段所处的温度。如表 2 中所指示，对各样品进行了平行测试。表 2 还列出了在各区段的锻造步骤中实现的区段厚度减小百分比 ("变形%")。最初在锻造之前 (0% 变形) 在室温 ("RT") 下评估了各测试区段的机械性质。

[0063] 如表 1 中所示，热熔物编号 WT-76 至 WT-81 相对于热熔物编号 WT-82 具有较高的 $PREN_{16}$ 值和 CP 值，且相对于热熔物编号 90FE-T1 和 90FE-B1 具有改良的 CP 值。参见表 2，

用热熔物编号 WT-80 和 WT-81 制得的含钴合金的延展性出乎意料地明显优于用热熔物编号 WT-76 和 WT-77 制得的合金（其通常为缺乏钴的相应合金）的测得延展性。此观测结果表明在本公开的合金中包含钴存在优点。如上所述，不希望受任何特定理论的束缚，据信钴可增加对合金中有害 σ 相沉淀的抗性，由此改良延展性。表 2 中的数据还表明向热熔物编号 WT-83 中添加锰使变形之后的强度增加。当使用常用于测量 DATALLOY 2® 合金的磁导率的测试程序评估时，所有实验合金均为非磁性的（具有约 1.001 的磁导率）。

[0064] 已参照各种非限制性以及非穷举性实施方案撰写了本说明书。然而，普通技术人员应认识到可在本说明书的范畴内对任何所公开的实施方案（或其部分）进行各种替代、修改或组合。因此，应想到和了解，本说明书支持未在本文中明确阐述的其它实施方案。这些实施方案可例如通过组合、修改或重组本说明书所述的各种非限制性实施方案的任何所公开步骤、组分、要素、特征、方面、特征、限制及其类似因素来获得。以此方式，申请人保留在审查期间修正权利要求书以添加如本说明书中以各种方式描述的特征的权利，且这些修正符合美国法典第 35 篇 112 条第一段以及美国法典第 35 篇 132 条 (a) 款的要求。

[0065]

表 1

元素	热熔物 WT-76	热熔物 WT-77	热熔物 WT-78	热熔物 WT-79	热熔物 WT-80	热熔物 WT-81	热熔物 WT-82	热熔物 WT-83	热熔物 90FE-T1	热熔物 90FE-B1
C	0.012	0.011	0.011	0.011	0.007	0.012	0.020	0.016	0.028	0.280
Mn	5.75	3.94	4.04	2.00	6.09	4.05	14.94	0.61	14.97	14.92
Si	0.33	0.31	0.03	0.32	0.23	0.30	0.15	0.32	0.16	0.16
Cr	22.78	22.37	22.83	22.99	20.32	21.98	14.96	21.38	15.03	14.98
Mo	6.38	6.46	6.36	6.30	6.64	6.45	2.17	6.63	2.10	2.10
Co	0.04	0.04	0.04	0.04	2.03	2.00	<0.01	0.05	0.02	0.02
Ti	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Al	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fe	41.27	41.33	40.87	40.70	42.32	41.44	65.28	45.30	65.22	65.32
Cu	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.19	0.02	0.20	0.1	0.1
Ni	21.63	24.07	23.92	26.09	20.72	21.20	2.43	25.34	2.28	2.28
Nb	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.03	0.03
Ta	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.01		
W	0.63	0.65	0.62	0.64	0.60	0.63	0.02	0.10	<0.01	<0.01
V	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	<0.01	0.04	0.05	0.05
B	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		0.00	0.0013	0.003	<0.001
N	0.312	0.296	0.326	0.284	0.322	0.338	0.396	0.218	0.404	0.420
P	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.018	0.018
Zr	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01					
O	0.0087									
Ca	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm					
S	0.0048	0.0048	0.0053	0.0022	0.0028	0.0060	0.0096	0.0024	0.0003	<0.0003
La										
Ru										
PREN ₁₆	50	50	50	49	48	50	28	47		
CP	726	706	698	696	685	690	462	674		

[0066] 表 2

[0067]

热溶物 编号	温度 (°F)	变形 (%)	UTS (ksi)	YS (ksi)	EI (%)	RA (%)
WT-76	RT	0	135.0	66.3	39	40
			138.6	71.8	37	40
	1200	20	183.9	158.4	16	33
			178.7	153.2	16	35
	1075	21	185.3	160.5	12	32
			185.7	160.5	14	33
		24	183.0	157.1	14	31
			188.9	164.8	15	31
WT-77	RT	0	117.4	52.2	55	61
			116.5	52.6	56	61
	1200	26	164.9	140.1	23	49
			162.3	38.3	23	52
	1075	29	162.3	137.1	23	56
			164.6	139.8	21	53
		30	165.9	141.6	20	53
			169.7	144.4	18	45
WT-80	RT	0	119.9	58.4	56	68
			119.5	57.9	56	72
	1200	26	164.8	140.2	25	61
			165.3	139.8	23	55
	1075	29	165.2	141.8	20	55
			166.1	143.9	20	53
		28	165.6	142.2	23	60
			168.1	145.2	21	53
WT-81	RT	0	116.9	53.7	62	74
			117.4	53.4	64	72
	1200	25	157.9	133.3	29	68
			162.2	136.9	27	65
	1075	31	68.3	144.3	24	63
			164.0	139.2	26	67
		30	168.5	145.2	25	60
			168.1	143.6	25	64
WT-82	RT	0	110.0	56.4	69	78
			109.2	54.2	68	76
	1200	24	144.5	120.5	36	69
			142.8	118.5	37	69
	1075	30	147.1	123.8	35	69
			144.8	122.4	36	71
		35	149.0	126.4	35	66
			147.9	123.2	36	70
90FE	RT	0	113.2	59.6	66	75
			112.9	60.3	67	78
	1200	26	152.3	130.1	36	71
			150.7	126.4	37	72
	1075	30	154.3	131.9	32	71
			154.0	131.5	34	71
		35	154.6	133.0	33	71
WT-83	RT	0	112.8	49.6	55	73
			112.2	48.9	59	77
	1200	27	153.0	131.1	27	69
			153.5	130.9	26	67
	1075	31	152.8	130.5	23	71

[0068]

热溶物 编号	温度 (°F)	变形 (%)	UTS (ksi)	YS (ksi)	EI (%)	RA (%)
		23	150.8	127.1	23	70
			150.8	127.7	23	70