



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115917013 B

(45) 授权公告日 2024.11.26

(21) 申请号 202180012734.X

(22) 申请日 2021.02.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115917013 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(30) 优先权数据  
2020-032108 2020.02.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.08.04

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/006931 2021.02.24

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/172381 JA 2021.09.02

(73) 专利权人 日铁不锈钢株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 境泽勇人 柴田徹 菊地辰  
福元成雄

(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 褚瑶杨 张志楠

(51) Int.Cl.  
G21C 7/00 (2006.01)  
G22C 30/04 (2006.01)  
G22C 38/00 (2006.01)  
G22C 38/58 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2015074807 A, 2015.04.20

审查员 薛玉清

权利要求书2页 说明书10页

(54) 发明名称

金属箔用不锈钢、不锈钢箔及其制造方法

(57) 摘要

一种表面性状优异的金属箔用不锈钢、不锈钢箔及其制造方法,以质量%计,该不锈钢含有0.0001%以上且0.15%以下的C、0.30%以上且2.0%以下的Si、0.1%以上且15%以下的Mn、0.040%以下的P、5%以上且30%以下的Ni、0.0001%以上且0.01%以下的S、16%以上且25%以下的Cr、5%以下的Mo、0.005%以下的Al、0.0030%以下的Ca、0.0010%以下的Mg、0.0010%以上且0.0060%以下的O、0.0001%以上且0.5%以下的N,余部由Fe和不可避免的杂质构成,在0.010mm以上且0.2mm以下的厚度中,最大当量圆直径为5 $\mu$ m以上的夹杂物为0.5个/mm<sup>2</sup>以下。

1. 一种金属箔用不锈钢,其特征在于,其含有C:0.0001质量%以上且0.15质量%以下、Si:0.30质量%以上且2.0质量%以下、Mn:0.1质量%以上且15质量%以下、P:0.040质量%以下、Ni:5质量%以上且30质量%以下、S:0.0001质量%以上且0.01质量%以下、Cr:16质量%以上且25质量%以下、Mo:5质量%以下、Al:0.005质量%以下、Ca:0.0030质量%以下、Mg:0.0010质量%以下、O:0.0010质量%以上且0.0060质量%以下、N:0.0001质量%以上且0.5质量%以下,余部由Fe和不可避免的杂质构成,

在0.010mm以上且0.2mm以下的厚度中,最大当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的夹杂物为0.5个/ $\text{mm}^2$ 以下。

2. 根据权利要求1所述的金属箔用不锈钢,其特征在于,所述金属箔用不锈钢不包含平均组成为MnO:10质量%以上、 $\text{Cr}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ :30质量%以上、CaO:10质量%以下的当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第一夹杂物、和平均组成为MgO:10质量%以上、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ :20质量%以上的当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第二夹杂物。

3. 根据权利要求1或2所述的金属箔用不锈钢,其特征在于,所述金属箔用不锈钢还含有Cu:0.1质量%以上且4.0质量%以下、REM:0.00001质量%以上且0.0030质量%以下、B:0.0001质量%以上且0.0050质量%以下、Ti:0.01质量%以上且0.50质量%以下、Nb:0.01质量%以上且0.50质量%以下、V:0.01质量%以上且1.00质量%以下、W:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Co:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Sn:0.01质量%以上且1.00质量%以下中的至少任意1种。

4. 一种不锈钢箔,其特征在于,厚度为0.010mm以上且0.2mm以下,成分组成含有C:0.0001质量%以上且0.15质量%以下、Si:0.30质量%以上且2.0质量%以下、Mn:0.1质量%以上且15质量%以下、P:0.040质量%以下、Ni:5质量%以上且30质量%以下、S:0.0001质量%以上且0.01质量%以下、Cr:16质量%以上且25质量%以下、Mo:5质量%以下、Al:0.005质量%以下、Ca:0.0030质量%以下、Mg:0.0010质量%以下、O:0.0010质量%以上且0.0060质量%以下、N:0.0001质量%以上且0.5质量%以下,余部由Fe和不可避免的杂质构成,最大当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的夹杂物为0.5个/ $\text{mm}^2$ 以下。

5. 根据权利要求4所述的不锈钢箔,其特征在于,所述不锈钢箔还含有Cu:0.1质量%以上且4.0质量%以下、REM:0.00001质量%以上且0.0030质量%以下、B:0.0001质量%以上且0.0050质量%以下、Ti:0.01质量%以上且0.50质量%以下、Nb:0.01质量%以上且0.50质量%以下、V:0.01质量%以上且1.00质量%以下、W:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Co:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Sn:0.01质量%以上且1.00质量%以下中的至少任意1种。

6. 一种金属箔用不锈钢的制造方法,其制造权利要求1~3中任一项所述的金属箔用不锈钢,其特征在于,

具备利用VOD或AOD进行精炼的精炼工序,

在精炼工序中,调整原料或浇包中所含的Al及 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,使用Fe-Si合金或金属Si进行脱氧,并且添加CaO或 $\text{SiO}_2$ ,由此使炉渣组成以质量%比计为CaO/ $\text{SiO}_2$ :1.1以上且1.7以下、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ :4.0质量%以下、且MgO:10.0质量%以下,进而,在添加精炼炉渣原料及合金原料后,以50W/吨以上的搅拌动力将钢液搅拌保持5分钟以上。

7. 一种不锈钢箔的制造方法,其制造权利要求4或5所述的不锈钢箔,其特征在于,

具备利用VOD或AOD进行精炼的精炼工序,

在精炼工序中,调整原料或浇包中所含的Al及 $Al_2O_3$ ,使用Fe-Si合金或金属Si进行脱氧,并且添加CaO或 $SiO_2$ ,由此使炉渣组成以质量%比计为CaO/ $SiO_2$ :1.1以上且1.7以下、 $Al_2O_3$ :4.0质量%以下、且MgO:10.0质量%以下,进而,在添加精炼炉渣原料及合金原料后,以50W/吨以上的搅拌动力将钢液搅拌保持5分钟以上。

## 金属箔用不锈钢、不锈钢箔及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及例如用于电子设备部件等的金属箔用不锈钢、不锈钢箔及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 以往,关于超清洁度不锈钢的制造方法,大致分为使用特殊熔化/再熔化法的方法和使用通用精炼法的方法这2种方法。

[0003] 在使用特殊熔化/再熔化法的方法的情况下,虽然能够实现高清洁度,但该制造方法的生产率极低,制造成本也变高,因此不适于大量生产用途。因此,通常使用通用精炼法。但是,在通用精炼法的情况下,虽然能够以比较低的成本大量生产,但在技术上不容易得到高的清洁度。

[0004] 因此,期望在使用通用精炼法的同时实现较高的清洁度。

[0005] 例如,在专利文献1中记载了如下方法:在精炼工序中,通过将碱度设为1.0~1.5且将炉渣中的 $Al_2O_3$ 浓度设为10%以下,从而抑制以 $Al_2O_3$ 夹杂物为原因的瑕疵。

[0006] 另外,在专利文献2中记载了如下方法:在精炼工序中,通过将碱度设为2~小于5,并且降低炉渣中的 $Al_2O_3$ 浓度,从而抑制 $MgO \cdot Al_2O_3$ 。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本专利第3416858号公报

[0010] 专利文献2:日本专利第6146908号公报

### 发明内容

[0011] 发明所要解决的课题

[0012] 但是,在专利文献1的方法中,由于炉渣中的 $Al_2O_3$ 浓度的上限高,有可能生成含 $Al_2O_3$ 的当量圆直径 $5\mu m$ 以上的大型且硬质的 $MgO \cdot Al_2O_3$ 夹杂物。在生成了该夹杂物的情况下,由于在轧制工序中不延伸,因此不会观察到线状缺陷,对专利文献1的课题而言不会成为问题。但是,作为由客户等制作成极薄的不锈钢的材料,有可能无法防止表面缺陷的产生。

[0013] 另外,在专利文献2的方法中,存在由于脱氧不足而制造O浓度高的钢的情况,有可能生成当量圆直径 $5\mu m$ 以上的大型且硬质的 $MnO \cdot Al_2O_3 \cdot Cr_2O_3$ 夹杂物。在生成了该夹杂物的情况下,作为由客户等制作成极薄的不锈钢的材料,有可能无法防止表面缺陷的产生。

[0014] 这样,在使用通用精炼法制造的不锈钢中,存在以 $MgO \cdot Al_2O_3$ 或 $MnO \cdot Al_2O_3 \cdot Cr_2O_3$ 为主体的硬质夹杂物。这些硬质夹杂物在研磨时由于与母材的硬度之差而显示出与母材不同的变形行为,因此产生制造时的穿孔、疲劳特性的偏差。另外,在专利文献1和2的方法中,没有考虑加热时的组成变化、轧制时的夹杂物的变形、延展、破碎等,有可能无法防止形成箔状的极薄的不锈钢产生表面缺陷。

[0015] 本发明是鉴于这一点而完成的,其目的在于提供一种表面性状优异的金属箔用不锈钢、不锈钢箔及其制造方法。

[0016] 用于解决课题的手段

[0017] 技术方案1所述的金属箔用不锈钢含有C:0.0001质量%以上且0.15质量%以下、Si:0.30质量%以上且2.0质量%以下、Mn:0.1质量%以上且15质量%以下、P:0.040质量%以下、Ni:5质量%以上且30质量%以下、S:0.0001质量%以上且0.01质量%以下、Cr:16质量%以上且25质量%以下、Mo:5质量%以下、Al:0.005质量%以下、Ca:0.0030质量%以下、Mg:0.0010质量%以下、O:0.0010质量%以上且0.0060质量%以下、N:0.0001质量%以上且0.5质量%以下,余部由Fe和不可避免的杂质构成,在0.010mm以上且0.2mm以下的厚度中,最大当量圆直径5 $\mu$ m以上的夹杂物为0.5个/mm<sup>2</sup>以下。

[0018] 技术方案2所述的金属箔用不锈钢是在技术方案1所述的金属箔用不锈钢中不包含当量圆直径5 $\mu$ m以上的第一夹杂物(其平均组成为MnO:10质量%以上、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:30质量%以上、CaO:10质量%以下)和当量圆直径5 $\mu$ m以上的第二夹杂物(其平均组成为MgO:10质量%以上、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:20质量%以上)。

[0019] 技术方案3所述的金属箔用不锈钢是在技术方案1或2所述的金属箔用不锈钢中还含有Cu:0.1质量%以上且4.0质量%以下、REM:0.00001质量%以上且0.0030质量%以下、B:0.0001质量%以上且0.0050质量%以下、Ti:0.01质量%以上且0.50质量%以下、Nb:0.01质量%以上且0.50质量%以下、V:0.01质量%以上且1.00质量%以下、W:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Co:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Sn:0.01质量%以上且1.00质量%以下中的至少任意1种。

[0020] 技术方案4所述的不锈钢箔的厚度为0.010mm以上且0.2mm以下,成分组成含有C:0.0001质量%以上且0.15质量%以下、Si:0.30质量%以上且2.0质量%以下、Mn:0.1质量%以上且15质量%以下、P:0.040质量%以下、Ni:5质量%以上且30质量%以下、S:0.0001质量%以上且0.01质量%以下、Cr:16质量%以上且25质量%以下、Mo:5质量%以下、Al:0.005质量%以下、Ca:0.0030质量%以下、Mg:0.0010质量%以下、O:0.0010质量%以上且0.0060质量%以下、N:0.0001质量%以上且0.5质量%以下,余部由Fe和不可避免的杂质构成,最大当量圆直径5 $\mu$ m以上的夹杂物为0.5个/mm<sup>2</sup>以下。

[0021] 技术方案5所述的不锈钢箔是在技术方案4所述的不锈钢箔中还含有Cu:0.1质量%以上且4.0质量%以下、REM:0.00001质量%以上且0.0030质量%以下、B:0.0001质量%以上且0.0050质量%以下、Ti:0.01质量%以上且0.50质量%以下、Nb:0.01质量%以上且0.50质量%以下、V:0.01质量%以上且1.00质量%以下、W:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Co:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Sn:0.01质量%以上且1.00质量%以下中的至少任意1种。

[0022] 技术方案6所述的金属箔用不锈钢的制造方法是制造技术方案1~3中任一项所述的金属箔用不锈钢的金属箔用不锈钢的制造方法,其具备利用VOD或AOD进行精炼的精炼工序,在精炼工序中,调整原料或浇包中所含的Al及Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,使用Fe-Si合金或金属Si进行脱氧,并且添加CaO或SiO<sub>2</sub>,由此使炉渣组成以质量%比计为CaO/SiO<sub>2</sub>:1.1以上且1.7以下、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:4.0质量%以下、且MgO:10.0质量%以下,进而,在添加精炼炉渣原料及合金原料后,以50W/吨以上的搅拌动力将钢液搅拌保持5分钟以上。

[0023] 技术方案7所述的不锈钢箔的制造方法是制造技术方案4或5所述的不锈钢箔的不锈钢箔的制造方法,其具备利用VOD或AOD进行精炼的精炼工序,在精炼工序中,调整原料或浇包中所含的Al及 $Al_2O_3$ ,使用Fe-Si合金或金属Si进行脱氧,并且添加CaO或 $SiO_2$ ,由此使炉渣组成以质量%比计为CaO/ $SiO_2$ :1.1以上且1.7以下、 $Al_2O_3$ :4.0质量%以下、且MgO:10.0质量%以下,进而,在添加精炼炉渣原料及合金原料后,以50W/吨以上的搅拌动力将钢液搅拌保持5分钟以上。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明,能够减少制造时的穿孔、疲劳特性的偏差,表面性状优异。

### 具体实施方式

[0026] 以下,对本发明的一个实施方式进行说明。

[0027] 本实施方式的金属箔用不锈钢(以下,简称为不锈钢)是奥氏体系不锈钢的金属箔用的不锈钢,含有0.0001质量%以上且0.15质量%以下的C(碳)、0.30质量%以上且2.0质量%以下的Si(硅)、0.1质量%以上且15质量%以下的Mn(锰)、0.040质量%以下的P(磷)、5质量%以上且30质量%以下的Ni(镍)、0.0001质量%以上且0.01质量%以下的S(硫)、16质量%以上且25质量%以下的Cr(铬)、5质量%以下的Mo(钼)、0.005质量%以下的Al(铝)、0.0030质量%以下的Ca(钙)、0.0010质量%以下的Mg(镁)、0.0010质量%以上且0.0060质量%以下的O(氧)、0.0001质量%以上且0.5质量%以下的N(氮),余部由Fe(铁)和不可避免的杂质构成。需要说明的是,也可以在不锈钢中含有0.1质量%以上且4.0质量%以下的Cu(铜)和/或0.00001质量%以上且0.0030质量%以下的REM(稀土元素)。此外,不锈钢也可以含有规定量的Sn(锡)、Nb(铌)、Ti(钛)、Co(钴)、V(钒)、W(钨)、B(硼)等元素。

[0028] 另外,本实施方式的不锈钢箔经过后述的规定的制造工序,制造成具有0.010mm以上且0.2mm以下的厚度。

[0029] 另外,关于本实施方式的不锈钢,为了在最终箔产品中防止穿孔、疲劳特性,抑制当量圆直径大的硬质夹杂物的个数密度。具体而言,本实施方式的不锈钢在热轧前的板坯等钢片(铸片)中,不包含当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第一夹杂物(以质量比例换算,其平均组成为MnO:10质量%以上、 $Cr_2O_3+Al_2O_3$ :30质量%以上、CaO:10质量%以下)和当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第二夹杂物(以质量比例换算,其平均组成为MgO:10质量%以上、 $Al_2O_3$ :20质量%以上)。另外,本实施方式的不锈钢在箔状态下,在任意的截面测定的夹杂物个数中的最大当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的夹杂物的个数密度被调整为0.5个/ $\text{mm}^2$ 以下。第一夹杂物和第二夹杂物通过板坯的轧制而组成变化为硬质的MgO· $Al_2O_3$ 或MnO· $Al_2O_3$ · $Cr_2O_3$ 夹杂物。在从板坯的状态轧制不锈钢的情况下,表面积变大,另一方面,内部所含的夹杂物露出于表面,因此只要是轧制成箔的状态,则不管其观察位置如何,每单位面积的夹杂物的个数都基本不变。

[0030] C是奥氏体稳定化元素,通过含有C,不锈钢的硬度、强度增加。另一方面,在C过量的情况下,与母材的Cr、Mn反应,耐腐蚀性恶化。因此,C的含量设为0.0001质量%以上且0.15质量%以下,优选为0.1质量%以下。

[0031] Si是在低Al条件下进行脱氧所必须的元素。但是,在Si的含量高于2.0质量%的情况下,除了助长热轧瑕疵的生成以外,加工性也降低。因此,Si的含量设为0.30质量%以上且2.0质量%以下,优选为0.50质量%以上且1.0质量%以下。

[0032] Mn是对脱氧有效的元素,也是奥氏体稳定化元素。Mn的含量低于0.1质量%的情况下,助长由生成FeS而引起的热脆性的产生,对制造性造成不良影响。因此,Mn的含量设为0.1质量%以上,优选为0.5质量%以上且15质量%以下。

[0033] P在炼钢工序中是杂质。若P的含量高于0.050质量%,则热脆性降低,因此设为0.040质量%以下。P的含量优选为0.030质量%以下。

[0034] Ni是使不锈钢的耐腐蚀性提高的元素,也是奥氏体稳定化元素。Ni的含量设为5质量%以上且30质量%以下。

[0035] S是提高不锈钢的焊接时的熔融性的元素。但是,在S的含量高于0.01质量%的情况下,会生成硫化物系夹杂物,耐腐蚀性降低。因此,S的含量设为0.0001质量%以上且0.01质量%以下,优选为0.005质量%以下。

[0036] Cr是为了确保不锈钢的耐腐蚀性而必须的元素。但是,在Cr的含量高于25质量%的情况下,不锈钢的制造变得困难,并且夹杂物中的 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的含有率增加,因此容易生成 $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 。因此,Cr的含量设为16质量%以上且25质量%以下。

[0037] Cu是使不锈钢的加工性提高的元素,也是奥氏体稳定化元素。在Cu的含量高于4.0质量%的情况下,产生铸片裂纹等,对制造性造成不良影响。另外,Cu是可选元素,也包括无添加的情况。因此,Cu的含量设为0质量%以上且4.0质量%以下,在含有Cu的情况下,设为0.1质量%以上且4.0质量%以下。

[0038] Mo是使不锈钢的耐腐蚀性提高的元素。但是,Mo的含量高于5质量%的情况下,促进 $\sigma$ 相的生成,引起母材的脆化,因此不优选。因此,Mo的含量设为5质量%以下,优选为0.01质量%以上且3质量%以下。

[0039] Al是有时作为脱氧材料添加到使用通用精炼法制造的不锈钢中的元素,但在本发明这样的Si脱氧钢中是以原料的杂质、耐火物等的熔损为原因而不可避免地混入的元素。另外,在Al的含量高于0.005质量%的情况下,生成大型且硬质的 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 和/或大型且硬质的 $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ,导致制造时的穿孔、疲劳特性的偏差。因此,Al的含量设为0.005质量%以下,优选为0.003质量%以下。

[0040] Ca是使不锈钢的热加工性良好的元素。Ca也可以在后述的VOD或AOD的精炼后以Ca-Si合金等形式添加。在本实施方式中,Ca的含量高于0.0030质量%时,由于在铸片中生成粗大的炉渣系夹杂物,箔中的夹杂物个数增加。因此,Ca的含量设为0.0030质量%以下(不包括无添加的情况),优选为0.0010质量%以下。

[0041] Mg是对脱氧有效的元素,在本发明这样的Si脱氧钢中是以原料的杂质、耐火物等的熔损为原因而不可避免地混入的元素。但是,在含量高于0.0010质量%的情况下,生成大型且硬质的 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,导致制造时的穿孔、疲劳特性的偏差。因此,Mg的含量设为0.0010质量%以下,优选为0.0005质量%以下。

[0042] O的含量低于0.0010质量%的情况下,生成大型且硬质的 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,导致制造时的穿孔、疲劳特性的偏差。另外,O的含量高于0.0060质量%的情况下,生成大型且硬质的 $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ,导致制造时的穿孔、疲劳特性的偏差。因此,O的含量设为0.0010质量%以上且0.0060质量%以下,优选为0.0020质量%以上且0.0050质量%以下。

[0043] N是使不锈钢的耐腐蚀性提高的元素,也是奥氏体稳定化元素。N在Al的含量为上述的低含量的情况下,虽然不生成夹杂物,但在高于0.5质量%的含量下,在钢锭中产生气

泡,对不锈钢的制造性造成不良影响。因此,N的含量设为0.0001质量%以上且0.5质量%以下。

[0044] REM是改善不锈钢的热加工性的元素。REM的含量高于0.0030质量%的情况下,引起喷嘴堵塞,对不锈钢的制造性造成不良影响。另外,REM是可选元素,因此也包括无添加的情况。因此,REM的含量设为0质量%以上且0.0030质量%以下,在含有REM的情况下,设为0.00001质量%以上且0.0030质量%以下。

[0045] B与Ca同样是使不锈钢的热加工性良好的元素,因此根据需要可以在0.0050质量%以下的范围内添加。在添加的情况下,优选使含量为0.0001质量%以上且0.0030质量%以下。

[0046] Ti和Nb与C或N生成析出物,对于防止热处理时的晶粒粗大化而言是有效的,因此分别可以在0.50质量%以下的范围内添加。在添加的情况下,优选使含量分别为0.01质量%以上且0.30质量%以下。

[0047] V、W、Co、Sn都是使不锈钢的耐腐蚀性提高的元素,可以根据需要添加。在添加的情况下,优选设为V:0.01质量%以上且1.00质量%以下、W:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Co:0.01质量%以上且1.00质量%以下、Sn:0.01质量%以上且1.00质量%以下的含量。

[0048] 接着,对上述不锈钢的制造方法进行说明。

[0049] 在制造上述不锈钢时,将原料熔化和精炼,将如上述那样进行了成分调整的不锈钢熔炼。

[0050] 在精炼工序中,使用VOD或AOD。也可以在AOD之后实施LF。

[0051] 在本实施方式中,为了抑制精炼工序中还原时产生的炉渣系夹杂物的生成,通过使还原材料高纯度化,另外控制投入量,由此控制炉渣组成,并且通过规定金属中的脱氧元素和O浓度,由此控制不锈钢中的夹杂物的组成。

[0052] 即,在铸片中主要确认到的炉渣系夹杂物(CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO-MnO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系)中生成有MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的情况下,炉渣系夹杂物在轧制时延伸而微细化,另一方面,硬质的MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>在最终箔产品中作为比较大型的夹杂物而残留,导致制造时的穿孔、疲劳特性的降低。因此,在本实施方式中,调整炉渣组成、脱氧元素和O浓度,使得成为容易生成MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(在箔的状态下容易控制成为微细的夹杂物)的状态,并使得MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>变得微细。

[0053] 在本实施方式中,在精炼工序中,以将原料或浇包中所含的Al和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>在不妨碍精炼的范围内除去的方式进行调整。另外,以钢中的O浓度成为上述的范围的方式,使用足够量的Fe-Si合金或金属Si进行脱氧,还添加CaO或SiO<sub>2</sub>。此时,为了确保炉渣的流动性,也可以含有规定量的CaF<sub>2</sub>。

[0054] 由此,将精炼炉渣组成控制为:以质量%比计,CaO/SiO<sub>2</sub>:1.1以上且1.7以下、优选1.2以上且1.6以下,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:4.0质量%以下、优选2.0质量%以下,且MgO:10.0质量%以下、优选8.0质量%以下。该炉渣组成为VOD后、或AOD及LF后的值。若CaO/SiO<sub>2</sub>高于1.7,则产生第二夹杂物,若CaO/SiO<sub>2</sub>低于1.1,则产生第一夹杂物。

[0055] 另外,在投入精炼炉渣后,以50W/吨以上的搅拌动力将钢液搅拌保持5分钟以上。若搅拌动力为50W/吨以下,则密度小,有害度高的第二夹杂物不会充分浮起,因此变得过多。另外,若搅拌保持时间小于5分钟,则第一夹杂物和第二夹杂物都不上浮,变得过多。在

搅拌动力为150W/吨以上时,有可能将存在于钢液上的炉渣卷入,第二夹杂物增加,因此优选使搅拌动力为150W/吨以下。搅拌保持时间的上限没有特别限定,但考虑到搅拌带来的效果饱和而设备上的负荷、制造上的效率降低,优选使搅拌保持时间为30分钟以下。搅拌除了利用VOD或LF的气体吹入的方法以外,还可以通过机械混合或电磁搅拌等其他方法来实施。

[0056] 然后,在精炼工序之后,经过连续铸造工序,形成规定厚度的板坯。

[0057] 其结果,能够制造不包含当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第一夹杂物(其平均组成为 $\text{MnO}:10$ 质量%以上、 $\text{Cr}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3:30$ 质量%以上、 $\text{CaO}:10$ 质量%以下)和当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的第二夹杂物(其平均组成为 $\text{MgO}:10$ 质量%以上、 $\text{Al}_2\text{O}_3:20$ 质量%以上)的不锈钢。

[0058] 因此,对于该不锈钢,经过热轧工序、热轧板退火/酸洗工序、冷轧工序、冷轧板退火/酸洗工序、冷轧工序、光亮退火工序、研磨工序制造厚度为 $0.010\text{mm}$ 以上且 $0.2\text{mm}$ 以下的不锈钢箔时,第一夹杂物不含组成变化的 $\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 、第二夹杂物不含组成变化的 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,且最大当量圆直径 $5\mu\text{m}$ 以上的夹杂物的总和为 $0.5$ 个/ $\text{mm}^2$ 以下。

[0059] 这样,根据本实施方式,为了控制精炼工序的还原时产生的夹杂物组成,通过调整精炼时的炉渣组成和钢液中的脱氧元素和O浓度,从而控制为适当的夹杂物组成。由此,能够提供一种能够减少表层的夹杂物个数、降低制造时的穿孔和疲劳特性的偏差的表面性状优异的奥氏体系不锈钢。

[0060] 实施例

[0061] (实施例1)

[0062] 以下,对本实施例和比较例进行说明。

[0063] 将表1所示的样品No.1~55的钢种的各组成的奥氏体系不锈钢的废料、合金原料用电炉熔化后,在AOD精炼工序、或转炉和真空脱气(VOD)精炼工序中进行脱碳精炼。

[0064] [表1]

[0065]

		钢中成分														
区分	No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	N	Ca	Mg	O	其他
本实施例	1	0.08	0.5	0.7	0.03	0.0035	7.6	16.4	0.4	0.1	0.002	0.063	0.0001	0.0002	0.0036	
	2	0.10	0.4	1.0	0.01	0.0044	8.1	16.7	0.3	0.2	0.001	0.036	0.0002	0.0001	0.0039	
	3	0.06	0.6	0.7	0.02	0.0040	7.7	16.5	0.2	0.1	0.001	0.040	0.0001	0.0002	0.0040	
	4	0.06	0.7	0.5	0.03	0.0031	7.2	16.1	0.3	0.2	0.002	0.056	0.0001	0.0002	0.0037	
	5	0.08	0.5	0.9	0.03	0.0032	7.6	16.4	0.2	0.4	0.002	0.052	0.0001	0.0002	0.0032	
	6	0.07	0.6	0.8	0.03	0.0043	7.9	16.6	0.3	0.2	0.001	0.065	0.0001	0.0001	0.0040	
	7	0.08	0.7	0.9	0.03	0.0025	7.1	16.1	0.4	0.3	0.002	0.047	0.0001	0.0002	0.0032	
	8	0.12	0.7	1.0	0.03	0.0032	7.5	16.4	0.3	0.4	0.002	0.060	0.0001	0.0002	0.0034	
	9	0.07	0.9	0.9	0.02	0.0024	7.2	16.1	0.1	0.4	0.002	0.069	0.0001	0.0002	0.0030	
	10	0.09	0.6	0.8	0.03	0.0052	8.2	16.8	0.4	0.2	0.001	0.051	0.0002	0.0001	0.0047	
	11	0.06	0.7	0.8	0.04	0.0023	7.3	16.2	0.1	0.2	0.002	0.044	0.0001	0.0002	0.0028	
	12	0.05	0.6	0.7	0.02	0.0045	7.9	16.6	0.3	0.2	0.001	0.024	0.0001	0.0001	0.0042	
	13	0.05	0.7	0.6	0.03	0.0035	7.5	16.3	0.4	0.2	0.002	0.040	0.0001	0.0002	0.0037	
	14	0.05	0.5	0.6	0.02	0.0055	8.3	16.9	0.2	0.2	0.001	0.034	0.0002	0.0001	0.0048	
	15	0.06	0.5	0.6	0.03	0.0042	7.8	16.6	0.2	0.3	0.002	0.042	0.0001	0.0002	0.0040	
	16	0.06	0.6	0.7	0.02	0.0035	7.7	16.5	0.4	0.3	0.002	0.038	0.0001	0.0002	0.0034	
	17	0.04	0.4	0.8	0.02	0.0057	8.4	16.9	0.2	0.3	0.001	0.014	0.0002	0.0001	0.0056	
	18	0.04	0.8	0.9	0.03	0.0037	7.6	16.4	0.3	0.3	0.002	0.028	0.0001	0.0002	0.0038	
	19	0.07	0.5	1.0	0.01	0.0041	7.9	16.6	0.3	0.3	0.001	0.032	0.0001	0.0001	0.0038	
	20	0.02	0.7	0.7	0.01	0.0041	12.3	18.5	2.6	0.2	0.002	0.040	0.0001	0.0002	0.0040	
	21	0.02	0.4	0.8	0.03	0.0047	12.7	18.8	2.7	0.2	0.001	0.032	0.0002	0.0001	0.0041	
	22	0.02	0.7	0.8	0.03	0.0038	12.3	18.6	2.5	0.2	0.002	0.018	0.0001	0.0002	0.0036	
	23	0.02	0.6	0.7	0.02	0.0036	12.0	18.4	2.4	0.4	0.002	0.023	0.0001	0.0002	0.0037	
	24	0.02	0.7	0.7	0.02	0.0027	11.9	18.3	2.5	0.3	0.002	0.041	0.0001	0.0002	0.0030	
	25	0.02	0.4	0.9	0.04	0.0054	12.9	18.9	2.6	0.3	0.001	0.034	0.0002	0.0001	0.0047	
	26	0.03	0.6	0.7	0.03	0.0034	12.2	18.5	2.5	0.4	0.002	0.013	0.0001	0.0002	0.0034	
	27	0.02	0.6	0.6	0.03	0.0036	12.0	18.3	2.7	0.3	0.002	0.037	0.0001	0.0002	0.0038	
	28	0.02	0.9	0.6	0.02	0.0054	12.8	18.9	2.6	0.2	0.001	0.033	0.0002	0.0001	0.0048	
	29	0.02	0.5	0.8	0.02	0.0055	12.8	18.9	2.4	0.2	0.001	0.034	0.0002	0.0001	0.0049	
	30	0.02	0.5	0.8	0.01	0.0038	8.5	16.4	0.3	2.2	0.002	0.021	0.0001	0.0002	0.0039	
	31	0.02	0.4	0.8	0.03	0.0047	8.2	16.8	0.1	0.1	0.003	0.040	0.0002	0.0001	0.0042	
	32	0.01	0.5	0.8	0.01	0.0033	7.4	16.3	0.5	0.3	0.002	0.026	0.0008	0.0002	0.0036	
	33	0.01	0.8	0.6	0.02	0.0021	7.0	16.0	0.1	0.3	0.002	0.021	0.0001	0.0006	0.0030	
	34	0.02	0.5	0.8	0.01	0.0053	6.4	16.9	0.2	0.3	0.001	0.017	0.0002	0.0001	0.0045	
	35	0.02	0.5	0.9	0.03	0.0039	7.8	21.0	0.4	0.2	0.002	0.032	0.0001	0.0002	0.0037	
	36	0.01	0.3	0.6	0.02	0.0044	12.3	18.5	2.6	0.2	0.002	0.039	0.0001	0.0002	0.0043	
	37	0.02	0.6	0.8	0.03	0.0032	12.1	18.4	2.2	0.3	0.004	0.042	0.0001	0.0002	0.0033	
	38	0.01	0.6	0.6	0.03	0.0050	12.6	18.7	2.1	0.3	0.001	0.019	0.0002	0.0001	0.0046	REM=0.001%
	39	0.02	0.5	0.9	0.03	0.0046	12.6	18.7	1.9	0.4	0.001	0.036	0.0002	0.0001	0.0042	B=0.002%
	40	0.01	0.7	0.9	0.03	0.0034	12.1	18.4	2.6	0.3	0.002	0.040	0.0001	0.0002	0.0034	Nb=0.4%
比较例	41	0.10	0.6	0.7	0.01	0.0051	7.7	16.5	0.1	0.2	0.001	0.059	0.0001	0.0002	0.0074	
	42	0.04	0.7	1.0	0.04	0.0024	7.1	16.1	0.1	0.3	0.004	0.046	0.0001	0.0002	0.0081	
	43	0.09	0.5	0.8	0.01	0.0054	8.3	16.9	0.4	0.4	0.006	0.046	0.0002	0.0001	0.0049	
	44	0.09	0.7	0.7	0.03	0.0032	7.3	16.2	0.2	0.3	0.002	0.064	0.0001	0.0002	0.0036	
	45	0.09	0.2	0.5	0.04	0.0051	8.1	16.7	0.1	0.2	0.001	0.054	0.0002	0.0001	0.0067	
	46	0.07	0.6	1.0	0.02	0.0035	7.6	16.4	0.4	0.2	0.002	0.018	0.0008	0.0008	0.0053	
	47	0.05	0.5	0.7	0.01	0.0029	7.4	16.3	0.2	0.3	0.002	0.017	0.0001	0.0012	0.0032	
	48	0.04	0.6	<0.1	0.04	0.0038	7.8	16.5	0.2	0.1	0.002	0.014	0.0001	0.0002	0.0037	
	49	0.02	0.6	0.7	0.02	0.0027	11.9	18.3	2.5	0.2	0.002	0.030	0.0001	0.0002	0.0063	
	50	0.02	0.6	0.6	0.02	0.0053	12.8	18.9	2.7	0.3	0.005	0.016	0.0002	0.0001	0.0048	
	51	0.01	0.1	0.8	0.01	0.0045	12.5	18.7	2.5	0.3	0.002	0.042	0.0002	0.0001	0.0056	
	52	0.02	0.6	0.7	0.01	0.0019	12.7	18.8	2.5	0.2	0.005	0.020	0.0006	0.0004	0.0017	
	53	0.02	0.3	0.8	0.04	0.0018	11.6	18.0	2.5	0.3	0.002	0.019	0.0001	0.0002	0.0009	
	54	0.02	0.6	0.7	0.02	0.0038	7.5	16.3	2.4	0.1	0.002	0.025	0.0001	0.0002	0.0064	
	55	0.06	0.5	0.9	0.03	0.0108	12.1	16.7	2.2	0.2	0.001	0.019	0.0002	0.0001	0.0079	

[0066] 表1所示的各元素的含量为以质量%计的值。另外,样品No.38含有0.001质量%的REM,样品No.39含有0.002质量%的B,样品No.40含有0.4质量%的Nb。

[0067] 另外,添加石灰石、萤石、硅铁,实施氧化后的Cr的还原和脱氧以及脱硫。此时,使炉渣的碱度CaO/SiO<sub>2</sub>在1.0~2.0内变化,并且使作为脱氧剂使用的Si、Al浓度变化。需要说明的是,在投入精炼炉渣后,利用VOD或LF实施Ar气的底吹,以搅拌动力100W/吨将钢液搅拌

保持20分钟。

[0068] 进而,在浇包(在AOD精炼的情况下,是在浇包出钢后)中进行成分调整和基于Ar(氩)鼓泡的温度调整,通过连续铸造工序制造板坯。

[0069] 在该板坯的表层10mm处切出样品,使用SEM(扫描型电子显微镜)•EDS(能量分散型X射线分析装置)测定在100mm<sup>2</sup>的面积中存在的当量圆直径5μm以上的夹杂物的平均夹杂物组成。

[0070] 进而,对上述钢坯实施热轧(断面收缩率90%以上)、热轧板退火/酸洗、冷轧、冷轧板退火/酸洗,制作0.3mm的冷轧钢带。

[0071] 然后,通过冷轧制成0.05mm的箔带,为了实施固溶处理等,在1150°C下进行光亮退火。对该箔产品的表层进行基于金刚砂纸的研磨和抛光研磨后,测定在300mm<sup>2</sup>的面积中存在的最大当量圆直径5μm以上的夹杂物的个数。

[0072] [表2]

区分	No.	炉渣成分			铸片						箔
		C/S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	夹杂物个数 个/mm <sup>2</sup> (≥5μm)
本实施例	1	1.5	1.5	7.6	44.8	16.7	18.5	9.1	5.1	2.7	0.29
	2	1.5	1.8	8.0	41.0	19.0	21.6	5.1	5.7	2.1	0.20
	3	1.4	1.5	5.9	47.3	12.3	20.8	6.7	5.8	0.1	0.24
	4	1.4	0.9	6.9	48.2	17.3	18.2	2.2	5.0	6.1	0.20
	5	1.6	0.9	7.1	39.0	18.9	26.5	2.7	2.8	3.1	0.14
	6	1.5	1.3	5.5	45.2	15.3	22.3	2.5	5.9	0.6	0.40
	7	1.3	1.7	5.4	45.4	15.5	19.3	8.8	3.2	0.8	0.25
	8	1.4	0.7	6.4	44.0	18.0	18.0	8.3	2.5	2.5	0.22
	9	1.6	1.6	7.2	46.4	18.6	21.8	1.6	6.6	2.5	0.14
	10	1.2	0.8	7.0	48.7	11.5	23.1	1.0	1.9	5.2	0.18
	11	1.4	0.5	6.2	36.7	17.8	24.8	8.9	4.5	0.4	0.18
	12	1.4	1.7	4.3	46.7	12.2	21.8	2.2	6.4	3.6	0.11
	13	1.4	1.5	7.2	46.5	12.9	24.1	2.9	6.2	5.0	0.21
	14	1.4	1.1	6.6	49.6	14.0	16.9	3.0	5.0	3.4	0.27
	15	1.5	1.6	7.7	47.8	15.3	17.0	5.5	8.6	3.2	0.06
	16	1.3	1.4	6.9	37.1	17.9	22.9	9.2	4.4	0.5	0.37
	17	1.4	1.5	6.0	47.3	11.3	16.5	5.4	7.6	3.3	0.25
	18	1.5	0.8	7.6	45.6	13.7	20.2	1.3	6.4	4.8	0.37
	19	1.2	0.7	6.3	43.6	17.4	24.5	5.7	2.6	3.5	0.25
	20	1.5	1.6	8.0	45.1	13.5	16.6	4.7	5.4	5.6	0.27
	21	1.6	1.7	6.5	43.7	21.6	20.3	3.9	3.1	1.0	0.03
	22	1.6	1.2	7.4	40.8	18.5	22.0	8.3	3.1	0.3	0.12
	23	1.5	1.2	5.2	43.9	12.8	23.4	4.8	4.3	3.8	0.01
	24	1.7	1.8	7.5	39.8	18.8	24.2	4.5	2.8	2.8	0.21
	25	1.5	1.2	4.2	46.2	17.1	25.0	2.6	2.6	3.5	0.41
	26	1.3	2.0	5.2	42.6	20.3	18.3	6.0	5.5	0.4	0.34
	27	1.4	0.8	5.4	46.9	12.9	23.0	4.3	6.3	1.4	0.41
	28	1.4	0.8	5.9	49.1	14.6	21.6	2.7	3.2	2.8	0.29
	29	1.1	0.5	5.2	47.6	11.2	23.0	3.0	2.6	3.8	0.37
	30	1.4	1.9	7.2	45.8	12.3	18.7	7.5	4.5	4.2	0.16
	31	1.6	2.9	6.5	42.0	18.2	25.0	0.1	4.5	3.2	0.07
	32	1.4	1.9	6.7	46.0	12.9	20.4	6.9	5.2	3.1	0.01
	33	1.5	1.9	9.8	46.3	16.6	15.1	7.8	3.3	3.4	0.22
	34	1.6	1.7	5.0	42.8	18.9	21.2	2.3	4.6	2.9	0.23
	35	1.6	1.6	5.4	42.7	17.4	26.4	2.7	2.2	1.6	0.19
	36	1.4	1.5	4.7	48.9	11.8	20.4	6.0	3.4	3.1	0.38
	37	1.2	3.8	7.6	43.4	19.7	23.1	5.6	1.0	0.1	0.42
	38	1.4	1.5	4.5	49.2	12.4	17.6	3.8	7.0	1.6	0.03
	39	1.6	0.5	7.4	45.6	17.7	23.0	0.7	1.2	3.6	0.21
	40	1.6	1.3	7.1	39.0	16.2	23.4	7.9	3.2	3.2	0.34
比较例	41	1.6	2.1	4.3	42.1	8.7	27.0	3.9	13.2	4.3	0.82
	42	1.0	4.9	8.1	32.5	8.1	28.2	11.1	14.4	5.2	1.12
	43	1.7	3.1	4.0	39.2	16.5	25.4	12.7	4.1	1.6	0.98
	44	1.4	0.9	6.7	44.5	32.1	12.9	6.7	2.8	0.8	0.67
	45	1.4	2.4	7.2	43.6	7.9	25.7	4.2	12.4	6.1	0.83
	46	1.7	1.1	11.5	39.8	21.0	21.4	13.1	3.7	0.6	0.71
	47	1.9	2.1	14.2	38.2	22.4	22.1	15.1	1.1	0.9	0.69
	48	1.6	1.5	9.6	39.5	9.5	23.9	3.4	10.1	6.6	0.61
	49	1.0	0.7	7.2	41.6	6.9	11.9	5.0	18.9	9.9	0.93
	50	1.7	4.6	6.1	34.9	17.0	31.0	12.9	2.6	1.2	0.79
	51	1.4	1.8	6.9	39.8	12.5	17.7	3.0	9.0	8.2	0.72
	52	1.6	4.1	6.2	33.1	27.7	22.9	10.9	3.5	1.1	0.87
	53	1.8	3.1	6.3	32.7	31.9	21.3	11.1	1.2	0.8	0.95
	54	1.3	2.2	8.0	43.6	6.7	22.2	3.5	14.3	8.9	0.73
	55	0.9	0.6	8.6	42.0	3.6	21.2	1.3	18.2	9.7	1.10

[0073]

[0074] 各表中的样品No.1~40分别对应于本实施例。关于这些样品,钢中成分和精炼工序中的炉渣成分满足上述实施方式的范围,因此规定的硬质夹杂物(MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和

MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 少,个数密度低(0.42个/mm<sup>2</sup>以下),能够得到良好的品质。

[0075] 与此相对,各表中的样品No. 41 ~ 55分别对应于比较例。关于这些样品,钢中成分和/或精炼工序中的炉渣成分脱离上述实施方式的范围(表中的下划线),因此规定的硬质夹杂物(MnO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)多,个数密度高(表中的下划线)。

[0076] (实施例2)

[0077] 对于表3所示的样品No. 56 ~ 64,用VOD或LF改变底吹气体量,如表4所示改变搅拌动力和搅拌保持时间,除此以外,与实施例1同样地进行样品采取和评价。

[0078] [表3]

		钢中成分														
区分	No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	N	Ca	Mg	O	其他
[0079] 本实施例	56	0.05	0.6	0.8	0.02	0.0009	7.3	17.6	0.2	0.1	0.001	0.022	0.0001	0.0001	0.0030	
	57	0.06	0.5	0.7	0.03	0.0012	7.7	17.6	0.3	0.3	0.003	0.026	0.0001	0.0001	0.0046	Sn:0.1% Ti:0.03%
	58	0.04	0.4	0.8	0.03	0.0002	7.4	17.7	0.2	0.2	0.002	0.027	0.0003	0.0002	0.0033	Co:0.3%
	59	0.04	0.4	0.7	0.03	0.0023	7.8	17.5	0.2	0.1	0.003	0.028	0.0001	0.0001	0.0025	V:0.2%
	60	0.06	0.5	0.8	0.02	0.0016	7.3	17.8	0.3	0.3	0.003	0.021	0.0002	0.0001	0.0042	W:0.3%
比较例	61	0.05	0.5	0.8	0.03	0.0024	7.3	17.7	0.3	0.1	0.003	0.034	0.0002	0.0001	0.0043	
	62	0.06	0.6	0.8	0.02	0.0012	7.5	17.4	0.2	0.2	0.004	0.033	0.0005	0.0002	0.0033	
	63	0.06	0.7	0.7	0.03	0.0017	7.7	17.7	0.2	0.2	0.003	0.032	0.0002	0.0001	0.0050	
	64	0.05	0.7	0.7	0.03	0.0028	7.7	17.5	0.2	0.2	0.004	0.039	0.0006	0.0002	0.0032	

[0080] [表4]

		炉渣成分			搅拌条件		铸片						箱
区分	No.	C/S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	搅拌动力 W/吨	保持时间 分钟	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	夹杂物个数 个/mm <sup>2</sup> (≥5μm)
[0081] 本实施例	56	1.3	2.5	7.5	65	22	44.8	31.5	15.1	6.3	1.3	1.1	0.17
	57	1.4	0.7	7.7	65	17	49.2	13.7	19.8	6.6	8.5	2.2	0.25
	58	1.4	2.5	8.6	70	19	48.6	23.2	17.2	8.3	1.7	1.0	0.26
	59	1.6	1.4	6.3	100	8	47.3	19.7	15.7	4.4	7.5	5.4	0.13
	60	1.5	3.3	8.5	120	7	50.6	20.5	15.8	7.9	4.2	1.0	0.11
比较例	61	1.2	2.8	7.9	20	11	34.2	5.7	24.5	11.1	17.2	7.3	1.07
	62	1.6	2.8	8.9	20	16	30.9	28.3	24.4	11.5	1.2	3.7	0.87
	63	1.2	2.9	8.2	80	4	36.1	4.6	22.0	7.4	18.4	11.5	0.83
	64	1.6	2.2	7.3	200	12	32.6	29.1	22.4	13.2	1.6	1.0	0.84

[0082] 表4的样品No. 56 ~ 60分别对应于本实施例。关于这些样品,由于满足实施例1中确认的本发明的条件以及搅拌动力和搅拌保持时间,因此规定的硬质夹杂物(MnO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)少,个数密度低,能够得到良好的品质。

[0083] 另一方面,表4的样品No. 61 ~ 64分别对应于比较例。关于这些样品,虽然满足在实施例1中确认的本发明的条件,但由于脱离了搅拌动力和搅拌保持时间(表中的下划线),因此规定的硬质夹杂物(MnO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)多,个数密度高(表中的下划线)。

[0084] 因此,确认了如上述各实施例所示,通过满足本发明的条件,能够制造表面性状优异的不锈钢。