



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113684363 B

(45) 授权公告日 2022.09.27

(21) 申请号 202110895539.8

G22C 27/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.05

G22C 35/00 (2006.01)

G21C 7/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113684363 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.11.23

CN 103388101 A, 2013.11.13

CN 110093545 A, 2019.08.06

(73) 专利权人 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

CN 106048284 A, 2016.10.26

CN 101693975 A, 2010.04.14

地址 617000 四川省攀枝花市东区桃源街90号

CN 101319282 A, 2008.12.10

CN 104109769 A, 2014.10.22

(72) 发明人 高雷章 师启华 陈海军 尹丹凤

WO 2012139409 A1, 2012.10.18

US 5100613 A, 1992.03.31

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

审查员 石哲敏

专利代理师 刘依云 刘亭亭

(51) Int. Cl.

G22B 1/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法

(57) 摘要

本发明涉及钒冶金技术领域,公开了一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法。所述方法包括:(1)检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ; (2)将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入公式中计算得到煅烧温度T,T的范围为1200-1800,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ; (3)将钒氧化物和碳粉进行混合,得到混合料; (4)向步骤(3)得到的混合料中加水继续混合,然后成型,得到成型物料; (5)将步骤(4)得到的成型物料转移至煅烧装置中,然后在氮气气氛中并按照步骤(2)中计算得到的煅烧温度T进行煅烧,得到钒氮合金产品。本发明所述的方法可以实现对钒氮合金中杂质硫的含量的精准控制。

1. 一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

(1) 检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ;

(2) 将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度 $T$ , $T$ 的范围为1200-1800,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ,

$$\frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

其中, $W_{\text{钒氧化物}}$ 和 $W_{\text{钒氮合金}}$ 均为重量百分比;

(3) 将钒氧化物和碳粉进行混合,得到混合料;

(4) 向步骤(3)得到的混合料中加水继续混合,然后成型,得到成型物料;

(5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至煅烧装置中,然后在氮气气氛中并按照步骤(2)中计算得到的煅烧温度 $T$ 进行煅烧,得到钒氮合金产品。

2. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(1)中,所述钒氧化物为炼钢含钒渣还原生产的钒氧化物。

3. 根据权利要求1或2所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(3)中,所述钒氧化物中含有59~63重量%的V,<0.5重量%的S, $\leq 0.68$ 重量%的C, $\leq 0.3$ 重量%的Na, $\leq 0.13$ 重量%的P,和余量的O。

4. 根据权利要求1或2所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(3)中,所述碳粉中含有 $\geq 98$ 重量%的C, $\leq 0.13$ 重量%的S。

5. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(3)中,所述钒氧化物和碳粉的重量比为100:(24-26)。

6. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(4)中,所述水的用量为所述混合料重量的2-4重量%。

7. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(4)中,所述成型的方式为挤压成型。

8. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(5)中,所述氮气的纯度为99.99%。

9. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(5)中,所述煅烧装置为推板窑、回转窑或竖式中频炉。

10. 根据权利要求1所述的生产预定硫含量的钒氮合金的方法,其特征在于,在步骤(5)中,所述煅烧时间 $\geq 3\text{h}$ 。

## 一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钒冶金技术领域,具体涉及一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法。

### 背景技术

[0002] 钒氮合金是钒与氮生成的化合物,是一种新型合金添加剂。工业生产采用氧化钒、碳、氮气反应合成。钒氮合金可以替代钒铁用于微合金化钢的生产,添加于钢中能提高钢的强度、韧性、延展性及抗热疲劳性等综合机械性能,并使钢具有良好的可焊性。在达到相同强度下,添加钒氮合金节约钒加入量30-40%,进而降低成本。

[0003] 但是,钒氮合金中S含量过高会降低对钢性能的促进,使用低硫钒氮合金和高硫钒氮合金将钢的性能提高到相同水平,往往需要添加更多的高硫钒氮合金,并且对钢材后续的使用影响很大。因此,对于钒氮合金中硫含量进行控制是很有必要的。钒氮合金国家标准GB/T 20567-2020中规定了S含量应 $\leq 0.1\%$

[0004] 因此,如何生产出杂质硫含量可控的钒氮合金,是本领域研究人员亟待解决的问题之一。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服现有技术存在的钒氮合金生产过程中中原料氧化钒硫含量偏高、硫含量的煅烧结果不易控制的问题,提供一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] (1) 检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ;

[0008] (2) 将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度T,T的范围为1200-1800,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ,

$$[0009] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0010] 其中, $W_{\text{钒氧化物}}$ 和 $W_{\text{钒氮合金}}$ 均为重量百分比;

[0011] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合,得到混合料;

[0012] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水继续混合,然后成型,得到成型物料;

[0013] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至煅烧装置中,然后在氮气气氛中并按照步骤(2)中计算得到的煅烧温度T进行煅烧,得到钒氮合金产品。

[0014] 优选地,在步骤(3)中,所述钒氧化物为炼钢钒渣还原生产的钒氧化物。

[0015] 优选地,在步骤(3)中,所述钒氧化物中含有59~63重量%的V, $< 0.5$ 重量%的S, $\leq 0.68$ 重量%的C, $\leq 0.3$ 重量%的Na, $\leq 0.13$ 重量%的P,和余量的O。

[0016] 优选地,在步骤(3)中,所述碳粉中含有 $\geq 98$ 重量%的C, $\leq 0.13$ 重量%的S。

[0017] 优选地,在步骤(3)中,所述钒氧化物和碳粉的重量比为100:(24-26)。

- [0018] 优选地,在步骤(4)中,所述水的用量为所述混合料重量的2-4重量%。
- [0019] 优选地,在步骤(4)中,所述成型的方式为挤压成型。
- [0020] 优选地,在步骤(5)中,所述氮气的纯度为99.99%。
- [0021] 优选地,在步骤(5)中,所述煅烧装置为推板窑、回转窑或竖式中频炉。
- [0022] 优选地,在步骤(5)中,所述煅烧时间 $\geq 3\text{h}$ 。
- [0023] 在本发明中,在钒氮合金的制备过程中,可以通过钒氮合金中的预定硫含量和原料钒氧化物的硫含量,计算出1200-1800 $^{\circ}\text{C}$ 范围内最佳的煅烧温度,然后在最佳的煅烧温度下进行煅烧可以制备出具有预定硫含量的钒氮合金。本发明所述的方法可以实现对钒氮合金中杂质硫的含量的精准控制。

### 具体实施方式

[0024] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0025] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0026] 本发明的发明人在研究过程中发现,在钒氮合金的制备过程中,当煅烧温度在1200-1800 $^{\circ}\text{C}$ 范围内时,原料钒氧化物中的硫含量、煅烧温度和钒氮合金中的硫含量满足公式(1),基于此,完成了本发明。

[0027] 本发明提供一种生产预定硫含量的钒氮合金的方法,所述方法包括以下步骤:

[0028] (1) 检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ;

[0029] (2) 将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度 $T$ , $T$ 的范围为1200-1800,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ,

$$[0030] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式(1)}$$

[0031] 其中, $W_{\text{钒氧化物}}$ 和 $W_{\text{钒氮合金}}$ 均为重量百分比;

[0032] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合,得到混合料;

[0033] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水继续混合,然后成型,得到成型物料;

[0034] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至煅烧装置中,然后在氮气气氛中并按照步骤(2)中计算得到的煅烧温度 $T$ 进行煅烧,得到钒氮合金产品。

[0035] 在优选的实施方式中,在步骤(3)中,所述钒氧化物为炼钢钒氧化物。

[0036] 进一步优选的,在步骤(3)中,所述钒氧化物中含有59~63重量%的V, $< 0.5$ 重量%的S, $\leq 0.68$ 重量%的C, $\leq 0.3$ 重量%的Na, $\leq 0.13$ 重量%的P,和余量的O。

[0037] 更进一步优选地,所述钒氧化物中含有 $< 0.3$ 重量%的S。

[0038] 在优选的实施方式中,在步骤(3)中,所述碳粉中含有 $\geq 98$ 重量%的C, $\leq 0.13$ 重量%的S。

[0039] 在优选的实施方式中,在步骤(3)中,所述钒氧化物和碳粉的重量比为100:(24-

26)。

[0040] 在优选的实施方式中,在步骤(4)中,所述水的用量为所述混合料重量的2-4重量%。

[0041] 在优选的实施方式中,在步骤(4)中,所述成型的方式为挤压成型。

[0042] 在优选的实施方式中,在步骤(4)中,所述成型材料的形状可以为球形。

[0043] 在优选情况下,在步骤(5)中,所述氮气的纯度为99.99%。

[0044] 在优选情况下,在步骤(5)中,所述煅烧装置为推板窑、回转窑或竖式中频炉。进一步优选的,所述煅烧装置为推板窑。

[0045] 在优选情况下,在步骤(5)中,所述煅烧时间 $\geq 3\text{h}$ 。进一步优选的,所述煅烧的时间为3~5h。

[0046] 在一种具体的实施方式中,可以针对实际生产要求的杂质硫含量范围,例如国标GB/T 20567-2020中对钒氮合金中硫含量的限定范围,基于公式(1),得到最佳煅烧温度,然后将钒氧化物和碳粉混合,接着加水混合然后成型,然后于最佳煅烧温度下进行煅烧,得到硫含量含量满足国标GB/T20567-2020要求的钒氮合金。

[0047] 以下将通过实施例对本发明进行详细描述,但本发明的保护范围并不局限于此。

[0048] 以下实施例中使用的碳粉中含有98重量%的C,0.13重量%的S。

[0049] 实施例1

[0050] 生产预定硫含量为0.1287%的钒氮合金,具体制备过程包括如下步骤:

[0051] (1) 检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ,结果为 $W_{\text{钒氧化物}} = 0.15\text{重量}\%$ ,其他元素的含量为:62.3重量%的V,0.08重量%的C,0.3重量%的Na,0.1重量%的P,余量的O。

[0052] (2) 将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度T,T的范围为1200-1800,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ,

$$[0053] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式(1)}$$

[0054] 其中, $W_{\text{钒氧化物}}$ 和 $W_{\text{钒氮合金}}$ 均为重量百分比;

[0055] 结果为 $T = 1400$ ;

[0056] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合,钒氧化物和碳粉的重量比为100:25,得到混合料;

[0057] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水(用量为混合料重量的4%)继续混合,然后挤压成型,得到成型物料;

[0058] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至推板窑中,然后在氮气(纯度为99.99%)气氛中进行煅烧,煅烧温度为步骤(2)中计算得到的温度,煅烧时间为6h,得到钒氮合金。

[0059] 在本实施例中,检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值 $W_{\text{钒氮合金}} = 0.13\text{重量}\%$ 。

[0060] 实施例2

[0061] 生产预定硫含量为0.1161%的钒氮合金,具体制备过程包括如下步骤:

[0062] (1) 检测钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ ,结果为 $W_{\text{钒氧化物}} = 0.15\text{重量}\%$ ,其他元素的含量为:62.3重量%的V,0.08重量%的C,0.3重量%的Na,0.1重量%的P,余量的O。

[0063] (2) 将钒氧化物的硫含量 $W_{\text{钒氧化物}}$ 和钒氮合金产品的预定硫含量 $W_{\text{钒氮合金}}$ 代入以下公式

(1) 中计算得到煅烧温度T, T的范围为1200-1800, 单位为℃,

$$[0064] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0065] 其中,  $W_{\text{钒氧化物}}$  和  $W_{\text{钒氮合金}}$  均为重量百分比;

[0066] 结果为T=1450;

[0067] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合, 钒氧化物和碳粉的重量比为100:25, 得到混合料;

[0068] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水(用量为混合料重量的4%)继续混合, 然后挤压成型, 得到成型物料;

[0069] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至推板窑中, 然后在氮气(纯度为99.99%)气氛中进行煅烧, 煅烧温度为步骤(2)计算得到的温度, 煅烧时间为5h, 得到钒氮合金。

[0070] 在本实施例中, 检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值  $W_{\text{钒氮合金}} = 0.12$  重量%。

[0071] 实施例3

[0072] 生产预定硫含量为0.099%的钒氮合金, 具体制备过程包括如下步骤:

[0073] (1) 检测钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$ , 结果为  $W_{\text{钒氧化物}} = 0.15$  重量%, 其他元素的含量为: 62.3重量%的V, 0.08重量%的C, 0.3重量%的Na, 0.1重量%的P, 余量的0。

[0074] (2) 将钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$  和钒氮合金产品的预定硫含量  $W_{\text{钒氮合金}}$  代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度T, T的范围为1200-1800, 单位为℃,

$$[0075] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0076] 其中,  $W_{\text{钒氧化物}}$  和  $W_{\text{钒氮合金}}$  均为重量百分比;

[0077] 结果为T=1500;

[0078] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合, 钒氧化物和碳粉的重量比为100:25, 得到混合料;

[0079] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水(用量为混合料重量的4%)继续混合, 然后挤压成型, 得到成型物料;

[0080] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至推板窑中, 然后在氮气(纯度为99.99%)气氛中进行煅烧, 煅烧温度为步骤(2)计算得到的温度, 煅烧时间为4h, 得到钒氮合金。

[0081] 在本实施例中, 检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值  $W_{\text{钒氮合金}} = 0.10$  重量%。

[0082] 实施例4

[0083] 生产预定硫含量为0.083%的钒氮合金, 具体制备过程包括如下步骤:

[0084] (1) 检测钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$ , 结果为  $W_{\text{钒氧化物}} = 0.16$  重量%, 其他元素的含量为: 62.0重量%的V, 0.11重量%的C, 0.27重量%的Na, 0.11重量%的P, 余量的0。

[0085] (2) 将钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$  和钒氮合金产品的预定硫含量  $W_{\text{钒氮合金}}$  代入以下公式(1)中计算得到煅烧温度T, T的范围为1200-1800, 单位为℃,

$$[0086] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0087] 其中,  $W_{\text{钒氧化物}}$  和  $W_{\text{钒氮合金}}$  均为重量百分比;

[0088] 结果为  $T=1550$ ;

[0089] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合, 钒氧化物和碳粉的重量比为 100:25, 得到混合料;

[0090] (4) 向步骤 (3) 得到的混合料中加水 (用量为混合料重量的 4%) 继续混合, 然后挤压成型, 得到成型物料;

[0091] (5) 将步骤 (4) 得到的成型物料转移至推板窑中, 然后在氮气 (纯度为 99.99%) 气氛中进行煅烧, 煅烧温度为步骤 (2) 计算得到的温度, 煅烧时间为 4h, 得到钒氮合金。

[0092] 在本实施例中, 检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值  $W_{\text{钒氮合金}}=0.07$  重量%。

[0093] 实施例 5

[0094] 生产预定硫含量为 0.0943% 的钒氮合金, 具体制备过程包括如下步骤:

[0095] (1) 检测钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$ , 结果为  $W_{\text{钒氧化物}}=0.18$  重量%, 其他元素的含量为 61.2 重量%的 V, 0.37 重量%的 C, 0.28 重量%的 Na, 0.13 重量%的 P, 余量的 0。

[0096] (2) 将钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$  和钒氮合金产品的预定硫含量  $W_{\text{钒氮合金}}$  代入以下公式 (1) 中计算得到煅烧温度  $T$ ,  $T$  的范围为 1200-1800, 单位为  $^{\circ}\text{C}$ ,

$$[0097] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0098] 其中,  $W_{\text{钒氧化物}}$  和  $W_{\text{钒氮合金}}$  均为重量百分比;

[0099] 结果为  $T=1550$ ;

[0100] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合, 钒氧化物和碳粉的重量比为 100:25, 得到混合料;

[0101] (4) 向步骤 (3) 得到的混合料中加水 (用量为混合料重量的 4%) 继续混合, 然后挤压成型, 得到成型物料;

[0102] (5) 将步骤 (4) 得到的成型物料转移至推板窑中, 然后在氮气 (纯度为 99.99%) 气氛中进行煅烧, 煅烧温度为步骤 (2) 计算得到的温度, 煅烧时间为 4h, 得到钒氮合金。

[0103] 在本实施例中, 检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值  $W_{\text{钒氮合金}}=0.08$  重量%。

[0104] 实施例 6

[0105] 生产预定硫含量为 0.0845% 的钒氮合金, 具体制备过程包括如下步骤:

[0106] (1) 检测钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$ , 结果为  $W_{\text{钒氧化物}}=0.22$  重量%, 其他元素的含量为 60.9 重量%的 V, 0.68 重量%的 C, 0.26 重量%的 Na, 0.09 重量%的 P, 余量的 0。

[0107] (2) 将钒氧化物的硫含量  $W_{\text{钒氧化物}}$  和钒氮合金产品的预定硫含量  $W_{\text{钒氮合金}}$  代入以下公式 (1) 中计算得到煅烧温度  $T$ ,  $T$  的范围为 1200-1800, 单位为  $^{\circ}\text{C}$ ,

$$[0108] \quad \frac{W_{\text{钒氧化物}}}{W_{\text{钒氮合金}}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{e^{0.0057T-8.8386} - e^{-(0.0057T-8.8386)}}{e^{0.0057T-8.8386} + e^{-(0.0057T-8.8386)}} \quad \text{公式 (1)}$$

[0109] 其中,  $W_{\text{钒氧化物}}$  和  $W_{\text{钒氮合金}}$  均为重量百分比;

[0110] 结果为  $T=1600$ ;

[0111] (3) 将钒氧化物和碳粉进行混合, 钒氧化物和碳粉的重量比为 100:25, 得到混合料;

[0112] (4) 向步骤(3)得到的混合料中加水(用量为混合料重量的4%)继续混合,然后挤压成型,得到成型物料;

[0113] (5) 将步骤(4)得到的成型物料转移至推板窑中,然后在氮气(纯度为99.99%)气氛中进行煅烧,煅烧温度为步骤(2)计算得到的温度,煅烧时间为4h,得到钒氮合金。

[0114] 在本实施例中,检测的得到的钒氮合金中硫含量的实际值 $W_{\text{钒氮合金}}=0.06$ 重量%。

[0115] 测试例

[0116] 对实施例中所述的钒氮合金中硫含量的预期值与实测值的偏差进行计算,结果如表1所示。

[0117] 表1预期值与实测值对比表

编号	预期值 (%)	实测值 (%)	偏差 (%)	
[0118] 实施例 1	0.1287	0.13	0.0013	
	实施例 2	0.1161	0.12	0.0039
	实施例 3	0.0990	0.10	0.001
[0119]	实施例 4	0.0838	0.07	-0.0138
	实施例 5	0.0943	0.08	-0.0143
	实施例 6	0.0845	0.06	-0.0245

[0120] 由表1可知,本发明所述的方法制得的钒氮合金中的硫含量与预期值相比较,偏差较小,说明采用本发明所述的方法可以控制钒氮合金中的硫含量,可以制备出符合预定值的钒氮合金。其中,当温度 $\geq 1550^{\circ}\text{C}$ 时,预期值与实测值的差距略微变大,这是由于随着温度的升高,伴随氮气排出系统之外的S变多的缘故。

[0121] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合,这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容,均属于本发明的保护范围。