



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102433446 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110405890. 0

(22) 申请日 2011. 12. 08

(71) 申请人 辽宁科技大学

地址 114044 辽宁省鞍山市高新区千山路  
185 号

(72) 发明人 孙本良 王琳 徐阳 孙源龙  
张雷 刘洋 林辉龙

(74) 专利代理机构 鞍山嘉讯科技专利事务所  
21224

代理人 张群

(51) Int. Cl.

*C22B 9/00* (2006. 01)

*C21C 7/00* (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,该方法是将电极直接插入金属液中进行达到脱硫、脱氧的目的。本发明的内容包括:在盛装待处理的金属液的圆形截面或矩形截面的容器中,将阳、阴电极直接插入金属液中,阳、阴两极与电源连接,在两极之间施加 1~100V 的电压,电源采用直流电源或脉冲电源,电极采用石墨电极或金属陶瓷电极,电极的形状为圆柱形电极或矩形截面的电极。本发明可用于所有金属及合金材料冶炼过程的脱硫、脱氧,并且能够去除其它有害杂质元素,进而达到夹杂物的去除或控制。本发明方法简单易行,效率高,成本低廉,无污染,容易实现工业化生产,而且适合任何金属及合金材料的生产。

1. 一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,其特征在于该方法包括以下内容:

在盛装待处理的金属液的圆形截面或矩形截面的容器中,将阳、阴电极直接插入金属液中,阳、阴两极与电源连接,在两极之间施加 1 ~ 100V 的电压,电源采用直流电源或脉冲电源,电极采用石墨电极或金属陶瓷电极,电极的形状为圆柱形电极或矩形截面的电极。

2. 根据权利要求 1 所述的外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,其特征在于其中盛装金属液的容器采用圆形截面容器,插入的电极为一根阴极,1 ~ 4 根阳极,布置方式为:当电极为一根阴极、一根阳极时,两根电极沿圆形容器中心线,靠近容器壁一侧一根布置;当电极为一根阴极,2 ~ 4 根阳极时,阴极电极布置在容器中心,阳极电极沿容器周边,靠近容器壁等距离布置。

3. 根据权利要求 1 所述的外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,其特征在于其中所述的盛装金属液的容器采用矩形截面容器,插入的电极为一根阴极,1 ~ 2 根阳极,布置方式为:当电极为一根阴极、一根阳极时,两根电极沿矩形容器中心线,靠近容器壁一边一根布置;当电极为一根阴极,两根阳极时,阴极电极布置在容器中心,两根阳极沿容器中心线,靠近容器壁一侧一根布置。

## 一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于金属及合金精炼过程中的脱硫、脱氧工艺方法,尤其是一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,属于冶金技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术的进步,用户对金属、合金材料的质量提出更高的要求。传统的生产技术已经不能满足用户对这些材料的质量要求。例如对于钢铁产品,有些洁净钢对钢材的洁净度提出杂质元素总和为 80ppm ~ 150ppm。

[0003] 金属及合金材料中的硫、氧是以两种形式存在的:一种是以溶解态的形式存在,另一种是以夹杂物的形式存在。以夹杂物形式存在的硫、氧是硫化物、氧化物或者某种复合化合物,在金属及合金材料中以非金属夹杂物的形式存在。

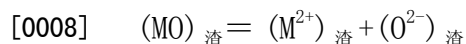
[0004] 目前,金属及合金材料的脱硫、脱氧是采用精炼的方法来实现的。例如,钢铁冶金生产中采用 LF、RH、VD 等精炼手段进行深度脱硫、脱氧,根据所生产的产品要求,可以将硫、氧控制在所要求的相对低的水平。除了提高冶炼水平使硫、氧含量尽量降低,近年来还报道了一些新的脱氧方法。中国专利公开(公告)号:CN1138004C,名称为“一种无污染脱氧体”提出将金属铝(或者其它脱氧剂)装入  $ZrO_2$  固体电解质管内,封装后插入钢液中进行脱氧。这种方法可使脱氧产物(如  $Al_2O_3$ )留在固体电解质管内,从而避免脱氧产物留在钢液中,使脱氧产物(如  $Al_2O_3$ )不会成为钢中的夹杂物。但是,这种方法很难实现工业化生产。因为,固体电解质  $ZrO_2$  是一种高技术陶瓷材料,除了成本很高使其难于在工业生产中应用外,其抗热震性也很难保证在插入钢液中而不炸裂。即使不炸裂还存在装入的脱氧剂的量是否合适的问题:脱氧剂装多了会造成很大的浪费,装少了不能满足脱氧要求。另外,氧离子在  $ZrO_2$  固体电解质中扩散是需要时间的,冶炼过程中能否有足够的时间扩散也是一个问题。此外,固体电解质管的几何尺寸、排列方式、操作过程中能否重复使用以及如何保证能不炸裂等也是在工业生产中肯定遇到、需要研究和必须解决的问题。中国专利公开(公告)号:CN1264997C,名称为“金属液电化学无污染脱氧方法”提出将阳极插入炉渣中,将阴极布置在炉底,并且使阴极与金属液接触,在两极之间施加脉冲电场,从而实现无污染的脱氧操作;中国专利公开(公告)号:CN101235430A,名称为“钢包炉中外加电场无污染脱氧精炼方法及装置”提出在钢包炉中的炉渣中插入阳极,将阴极布置在炉底,通过外加电场进行脱氧;中国专利公开(公告)号:CN101457276B,名称为“可调节阳极氧分压的炉渣无污染脱氧方法及其装置”将阳极插入炉渣中,并将阳极制成脱气空腔电极,且在空腔电极上装有多孔陶瓷,使脱氧产物通过连通导管进入真空室,实现可调节阳极氧分压的无污染脱氧。以上公开技术的共同特点是以炉渣作为电解质,将阳极插入炉渣中,阴极布置在炉底且与钢液接触,在两极之间通过外加电场实现脱氧操作。这些方法虽然可以取得一定的脱氧效果,但是上述方法工艺比较复杂,而且由于电极是插入炉渣中,电极受到炉渣的侵蚀严重,成本高。

## 发明内容

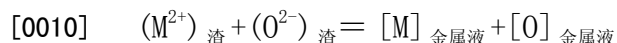
[0005] 本发明提供了一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法,这种方法是将电极直接插入金属液中达到脱硫、脱氧的目的。

[0006] 金属或合金液中的硫、氧一部分是以溶解态的形式存在,一部分以夹杂物的形式存在。根据炉渣的离子结构理论,这些夹杂物炉渣是由阴、阳离子组成的离子化合物。显然,夹杂物也与炉渣一样,是以离子化合物的形式存在于金属液中的。因此,夹杂物的平衡可以如下反应表示(以二价非金属化合物为例):

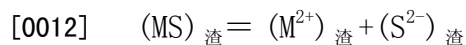
[0007] 对于氧化物夹杂,其平衡可表示为:



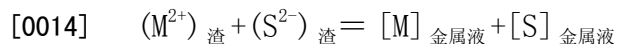
[0009] 在冶炼的高温条件下,夹杂物与金属液存在如下平衡:



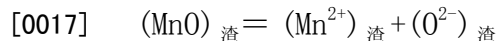
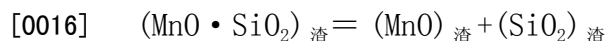
[0011] 对于硫化物夹杂,其平衡可表示为:



[0013] 在冶炼的高温条件下,夹杂物与金属液存在如下平衡:



[0015] 对于生成复合氧化物的情况,则存在类似如下平衡的反应:



[0020] 在外加电场的作用下,夹杂物的稳定性会遭到破坏,这样就可以通过外加电场的方法实现脱硫、脱氧进而控制或去除夹杂物。当外加电场为直流电场时,正、负离子在电场力的作用下会定向移动,即阴离子,如  $[\text{S}^{2-}]_{\text{金属液}}$ 、 $[\text{O}^{2-}]_{\text{金属液}}$  会移至阳极,在阳极失去电子生成气体产物被去除;而阳离子,如  $[\text{Mn}^{2+}]_{\text{金属液}}$ 、 $[\text{Al}^{3+}]_{\text{金属液}}$  等会定向移动至阴极,并在阴极得到电子被还原成金属元素又重新溶解留在金属液中,即以合金元素的形式留在金属液中。这样,只要外加电场的电压大于夹杂物的分解电压,就可实现脱硫、脱氧,并且在脱硫、脱氧的同时将夹杂物去除或者使夹杂物尺寸变小。当外加电场是脉冲电场时,这种脉冲电场可周期性地作用于夹杂物上,如果脉冲电场的电压大于夹杂物的分解电压,就可以以脉冲频率周期性地破坏夹杂物,从而实现脱硫、脱氧,并且在脱硫、脱氧的同时将夹杂物击碎,变成尺寸较小、且弥散分布于金属液中的微小夹杂物,使其不对材料的性能产生危害。因此,在外加电场的作用下可以实现脱硫、脱氧,并且在脱硫、脱氧的同时去除或者控制夹杂物,使夹杂物变成尺寸微小且呈弥散分布的夹杂物,这样的夹杂物是不会对材料的性能产生危害的,从而可以提高材料的性能和质量。根据理论计算,一般夹杂物的分解电压为 3V 左右,这样,只要在两极之间的电压大于夹杂物分解电压,夹杂物就会分解,其分解产物  $[\text{S}^{2-}]_{\text{金属液}}$ 、 $[\text{O}^{2-}]_{\text{金属液}}$  在电场力的作用下定向移动到阳极,在阳极上失去电子后以气体产物的形式被去除。

[0021] 这种方法的本质是采用外加电功来破坏或控制体系中化合物稳定性的方法来达到脱硫、脱氧,进而去除夹杂物的目的。这种方法可用于所有金属及合金材料冶炼过程的脱硫、脱氧,并且包括去除其它有害杂质元素,进而达到夹杂物的去除或控制,尤其适用于洁

净钢的生产。

[0022] 本发明提供一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法包括以下内容：

[0023] 在盛装待处理的金属液的圆形截面或矩形截面的容器中，将阳、阴电极直接插入金属液中，阳、阴两极与电源连接，在两极之间施加 1 ~ 100V 的电压，电源采用直流电源或脉冲电源，电极采用石墨电极或金属陶瓷电极，电极的形状为圆柱形电极或矩形截面的电极。

[0024] 所述的盛装金属液的容器采用圆形截面容器，插入的电极为一根阴极，1 ~ 4 根阳极，布置方式为：当电极为一根阴极、一根阳极时，两根电极沿圆形容器中心线，靠近容器壁一侧一根布置；当电极为一根阴极，2 ~ 4 根阳极时，阴极电极布置在容器中心，阳极电极沿容器周边，靠近容器壁等距离布置。

[0025] 所述的盛装金属液的容器采用矩形截面容器，插入的电极为一根阴极，1 ~ 2 根阳极，布置方式为：当电极为一根阴极、一根阳极时，两根电极沿矩形容器中心线，靠近容器壁一边一根布置；当电极为一根阴极，两根阳极时，阴极电极布置在容器中心，两根阳极沿容器中心线，靠近容器壁一侧一根布置。

[0026] 本发明提供一种外加电场对金属液脱硫、脱氧的方法与现有方法相比，其显著的有益效果体现在：

[0027] 1. 本发明方法的本质是采用外加电功来破坏或控制体系中化合物稳定性的方法来达到脱硫、脱氧，进而去除夹杂物的目的。这种方法可用于所有金属及合金材料冶炼过程的脱硫、脱氧，并且能够去除其它有害杂质元素，进而达到夹杂物的去除或控制，尤其适用于洁净钢的生产。

[0028] 2. 由于本发明是将电极插入待处理的金属液中，而不是插入炉渣中，因此对炉渣没有要求，即采用本方法不受炉渣的影响。

[0029] 3. 本发明方法简单易行，效率高，成本低廉，无污染，容易实现工业化生产，而且适合任何金属及合金材料的生产。

## 具体实施方式

[0030] 下面用实施例具体描述本发明。

[0031] 实施例 1

[0032] 待处理的金属及合金熔融后，形成金属液，盛装在圆形截面的容器中，将阳、阴电极插入金属液中，阳、阴两极与电源连接，在两极之间施加 1 ~ 100V 的电压，电源采用直流电源或脉冲电源，电极采用石墨电极，电极的形状为圆柱形电极。插入的电极为一根阴极，三根阳极，布置方式为：阴极电极布置在容器中心，阳极电极沿容器周边，靠近容器壁等距离布置。

[0033] 实施例 2

[0034] 待处理的金属及合金熔融后，形成金属液，盛装在矩形截面的容器中，将阳、阴电极插入金属液中，阳、阴两极与电源连接，在两极之间施加 1 ~ 100V 的电压，电源采用直流电源或脉冲电源，电极采用在冶炼的高温条件下稳定的金属陶瓷电极，电极的形状为矩形截面的电极。插入的电极为一根阴极，一根阳极，布置方式为：两根电极沿矩形容器中心线，靠近容器壁一边一根布置。