

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C21B 11/08

C21B 13/10



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01815758.0

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1221668C

[22] 申请日 2001.9.13 [21] 申请号 01815758.0

[30] 优先权

[32] 2000.9.19 [33] AU [31] PR0231

[86] 国际申请 PCT/AU2001/001149 2001.9.13

[87] 国际公布 WO2002/024963 英 2002.3.28

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.17

[71] 专利权人 技术资源有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

[72] 发明人 罗德尼·J·德赖

塞西尔·P·贝茨

审查员 曹赞华

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

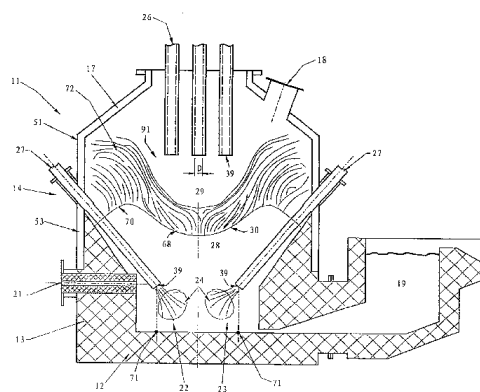
代理人 马高平 杨 梧

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 1 页

[54] 发明名称 直接熔炼方法和设备

[57] 摘要

一种用于在冶炼容器中生产铁和/或铁合金的直接熔炼方法，该冶炼容器具有炉膛、侧壁及一炉顶，炉膛内部的最小宽度尺寸为至少 4 米。该方法包括下列步骤：形成包含熔融金属和熔渣的熔池；将作为供给材料的含铁材料、含碳材料和助熔剂供给到容器中；在熔池中，将含铁供给材料熔炼成熔融金属并在熔池中产生气体；通过三个或多个喷管将空气或含高达 50% 氧的空气流喷射到熔池的静态表面上方的空间中并使在该过程中产生的气体燃烧；及使熔融材料从熔池向上移动到顶部空间中以有助于熔池的热交换以使容器的热损害达到最少。引入到被喷射到容器中的含氧气流中的顶部空间气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍。



1. 一种用于在一种冶炼容器中生产铁和/或铁合金的直接熔炼方法，所述冶炼容器具有炉膛、侧壁以及一个炉顶，所述炉膛内部的最小宽度尺寸
- 5 寸为至少 4 米，该方法包括下列步骤：
- a: 形成包含熔融金属和熔渣的熔池；
 - b: 将作为供给材料的含铁材料、含碳材料和助熔剂供给到容器中；
 - c: 在熔池中将含铁供给材料熔炼成熔融金属并且在熔池中产生气体；
 - d: 通过至少三个喷管将作为含氧气体的空气或者含有高达 50% 的氧的
- 10 空气流喷射到熔池的静态表面上方的顶部空间中并且使在该过程中产生的气体燃烧；以及
- e: 使熔融材料从熔池向上移动到顶部空间中以有助于熔池的热交换以及使容器的热损害达到最少；以及
- 该方法的特征在于，引入到被喷射到容器中的含氧气流中的顶部空间
- 15 气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍。
2. 如权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该方法包括，利用出口端内径为 0.8 米或者更小的喷管并且利用所述喷管以至少 150 米/秒的速度喷射含氧气体流使引入到被喷射的含氧气流中的顶部空间气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍。
- 20 3. 如权利要求 2 中所述的方法，其特征在于，利用所述喷管以至少 200 米/秒的速度喷射含氧气体流。
4. 如权利要求 2 或者 3 中所述的方法，其特征在于，包括使含氧气体喷射喷管的出口端处于熔池的静态表面上方不大于 7 米的位置处。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法包括将含氧气体
- 25 预热到 800 - 1400℃ 温度。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该方法包括使含氧气体以一种漩涡运动的方式喷射到容器中。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 b 中包括利用 3 个或者更多的向下延伸的固体喷射喷管将供给材料喷射到熔池中来提供所述供
- 30 给材料，从而产生气流，所述气流能够：
- i: 形成扩展的熔池区；以及

ii: 熔融材料的液滴或者飞溅物质或者物质流从扩展的熔池区被向上投射。

8. 如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过固体喷射喷管喷射实施该方法所需的固体材料总重量的至少 80% 的固体材料。

5 9. 如权利要求 7 或者 8 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过固体喷射喷管以至少 40m/s 的速度将供给材料喷射到熔池中。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过固体喷射喷管以在 80-100m/s 的范围内的速度将供给材料喷射到熔池中。

11. 如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过固体喷射喷管以高达 $2.0\text{t}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ 的质量流率将供给材料喷射到熔池中, 其中 m^2 涉及的是喷管输送部分的横截面积。

12. 如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过固体喷射喷管以 $10-18\text{kg}/\text{Nm}^3$ 的固体/气体比将供给材料喷射到熔池中。

13. 如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 在熔池中产生的气流至少为 $0.35\text{Nm}^3/\text{s}/\text{m}^2$, 其中 m^2 涉及的是在炉膛的最小宽度处通过炉膛的水平截面的面积。

14. 一种利用直接熔炼方法生产铁和/和或铁合金的设备, 所述设备包括:

a: 一个固定的不可倾斜的容器, 所述容器具有炉膛、侧壁以及一个炉顶, 所述炉膛内部的最小宽度尺寸为至少 4 米以盛装铁和熔渣的熔池, 所述熔池包括一个富含金属的区域和一个在所述富含金属的区域上方的扩展的熔池区;

b: 向下延伸到容器中的三个或者更多的喷管, 所述喷管用于将作为含氧气体的空气或者含氧量达到 50% 的空气喷射到容器中位于熔池上方的一个区域中;

c: 用于将包括含铁材料和/或含碳材料以及载体气体的供给材料喷射到熔池中的装置; 以及

d: 用于将熔融金属和熔池从容器中排出的装置。

15. 如权利要求 14 所述的设备, 其特征在于, 每一个含氧气体喷射喷管具有内径为 0.8 米或者更小的出口端, 延伸到容器中的距离至少等于其内径, 并且可以至少 150 米/秒的速度喷射含氧气体。

16. 如权利要求 14 或者 15 所述的设备, 其特征在于, 每一个含氧气体喷射喷管包括用于在气体中产生涡流的装置。

17. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 含氧气体喷射喷管的出口端在使用时处于熔池的静态表面上方不大于 7 米的位置处。

直接熔炼方法和设备

5 技术领域

本发明涉及一种利用含铁材料生产铁和/或铁合金的方法和设备,所述含铁材料包括铁矿石、其它诸如铬铁矿石、部分还原的矿石的含铁矿石以及诸如回炉钢料的含铁废料流。

10 本发明特别涉及一种基于熔融金属熔池的直接熔炼方法和一种生产熔化的铁和/或铁合金的设备。

背景技术

一种已知的用于生产铁水的基于熔融金属熔池的直接熔炼方法是 DIOS 方法。DIOS 方法包括一个预生产阶段和一个熔炼还原阶段。在 DIOS 方法中, 15 利用来自于熔炼还原容器的排出气体使矿石(-8mm)在起泡流化床中被预热(750℃)和预还原(10至30%),该熔炼还原容器装有一个铁和熔渣的熔池,并且熔渣在铁上形成了一个深层。矿石的细小部分(-0.3mm)和粗大部分(-8mm)在该方法的预还原阶段中被分离,-0.3mm的部分被收集在一个旋风分离器中并且随着氮气被喷入到熔炼还原容器中,而粗大的矿石 20 在重力作用下被装填。预干燥的煤直接从熔炼还原容器的顶部被装填到熔炼还原容器中。煤分解成碎焦和熔渣层中的挥发物质,并且矿石溶解在熔渣中并且形成 FeO。FeO 在熔渣/铁和熔渣/碎焦界面处还原以生产铁。在熔渣/铁和熔渣/碎焦界面处产生的一氧化碳产生了一种泡沫渣。通过一种特别设计的喷管吹入氧,喷管将氧引入到泡沫渣内并且改善二次燃烧。氧气 25 流使随着熔炼还原反应所产生的一氧化碳燃烧,从而产生热量,这些热量在底部吹入的气体的强烈搅动作用下首先被传递到熔渣,接着被传递到熔渣/铁界面。从熔炼还原容器的底部或者侧面被引入到热铁水熔池中的搅动气体能够提高热交换效率并且增大用于还原的熔渣/铁界面,因此提高容器生产率和热效率。但是,由于氧气流和熔渣中的铁熔滴之间的相互反应增 30 强会降低生产率以及增大耐火材料的磨损,因此当强烈的搅动减弱二次燃烧时,喷射速度必须被限制。周期性地排出熔渣和铁。

另一种已知的生产铁水的直接熔炼方法是 Romelt 方法。Romelt 方法基于大容积的充分搅动的熔渣熔池用作在熔炼还原容器中将含金属的供给材料熔炼成铁以及使气态反应产物二次燃烧和传递连续熔炼含金属的供给材料所需的热量的介质。含金属的供给材料、煤和助熔剂在重力作用下通过
5 在容器顶部中的开口被供给到熔渣熔池中。Romelt 方法包括通过下排风口将富含氧的空气喷射到熔渣中以形成必需的熔渣搅动以及通过上排风口将富含氧的空气或者氧气喷射到熔渣中以改善二次燃烧。在熔渣中产生的铁水向下移动并且形成一个铁层，通过前炉排出。在 Romelt 方法中，铁层不是一种重要的反应介质。

10 另一种已知的生产铁水的直接熔炼方法是 AISI 方法。AISI 方法包括一个预还原阶段和一个熔炼还原阶段。在 AISI 方法中，预热的和部分预还原的铁矿石团粒、煤或者焦粉从顶部被装填到一个加压的熔炼反应器中，加压的熔炼反应器中装有铁和熔渣的熔池。煤除去熔渣层中的挥发性物质，铁矿石团粒溶解在熔渣中，接着被熔渣中的碳（碎焦）还原。该方法操作
15 条件导致熔渣起泡。在该方法中产生的一氧化碳和氢在熔渣层中或者正上方二次燃烧以提供吸热还原反应所需的能量。通过一个中心的水冷喷管从顶部吹入氧气并且通过在反应器底部的风口喷入氮气以确保充分的搅动，从而有助于二次燃烧能量与熔池之间的热交换。该方法的排出气体在被供给到一个竖炉以对团粒预热并且将团粒预还原成 FeO 或者方铁体之前在一个热旋风分离器中除尘。
20

在以本申请人的名义申请的国际专利申请 PCT/AU96/00197 (WO 96/31627) 中描述了另一种已知的直接熔炼方法，该直接熔炼方法依赖于一种作为反应介质的铁水层，通常被称为 Hismelt 方法。

在该国际申请中所描述的 Hismelt 方法包括：

- 25 (a) 在一个容器中形成铁水和熔渣的熔池；
(b) 将 (i) 一种含金属的供给材料，通常为铁的氧化物；(ii) 一种固体含碳材料，通常为煤，该固体含碳材料用作铁的氧化物的还原剂以及能量源喷射到熔池中；以及
(c) 在铁层中将含金属的供给材料熔炼成金属。

30 该 Hismelt 方法还包括使从熔池中释放的反应气体（诸如一氧化碳和氢气）在熔池上方的空间中与含氧气体二次燃烧并且将由二次燃烧所产生

的热量传递到熔池以提供熔炼含金属的供给材料所需的热能。

- 该 Hismelt 方法还包括在熔池的标称静态表面上方形形成一个过渡区域，其中具有适量的熔融金属和/或渣的上升的接着下降的液滴或者飞溅物质或者物质流，从而为将在熔池上方的反应气体的二次燃烧所产生的热能传递到熔池提供一种有效的介质。

本申请人对于直接熔炼方法进行了大量的研究和开发工作，包括对于商业操作方法的需求的大量的研究和开发工作，并且已经取得了关于这样的方法的一系列重大的发现。

本发明的焦点是反应气体的二次燃烧。

- 如果反应气体没有进行适当的二次燃烧并且接着将热量送还到熔池，这样的基于熔池的直接熔炼方法，特别是那些没有预还原阶段的基于熔池的直接熔炼方法会变得不经济，并且在许多情况下是不能实施的，这是由于含铁材料还原的吸热性。

- 另一个问题是，良好的二次燃烧必须不以使大量材料（诸如熔池中的熔融材料和焦炭）氧化为代价，否则会使该方法变得低效率，并且防止这样的氧化需要大量的固体含碳材料。

另外，熔池中的液体 FeO 含量过高对于熔融金属的标称静态表面区域周围的耐火材料消耗是不利的。

发明内容

概括地讲，本发明涉及一种可在商业上操作的用于在一种冶炼容器中生产铁和/或铁合金的直接熔炼方法，所述冶炼容器具有炉膛、侧壁以及一个炉顶，所述炉膛内部的最小宽度尺寸为至少 4 米，最好至少为 6 米。

具体地讲，该方法包括下列步骤：

- (a) 形成包含熔融金属和熔渣的熔池；
- (b) 将作为供给材料的含铁材料、含碳材料和助熔剂供给到容器中；
- (c) 在熔池中将含铁供给材料熔炼成熔融金属并且在熔池中产生气体；
- (d) 通过至少三个喷管将作为含氧气体的空气或者含有高达 50% 的氧的空气流喷射到熔池的静态表面上方的顶部空间中并且使在该过程中产生的气体燃烧；以及

(e)使熔融材料从熔池向上移动到顶部空间中以有助于熔池的热交换以及使容器的热损害达到最少; 以及

该方法的特征在于, 引入到被喷射到容器中的含氧气流中的顶部空间气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍。

- 5 本发明基于这样的认识, 即, 引入到被喷射的含氧气流中的顶部空间气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍能够实现顶部空间气体的良好的二次燃烧以及与熔池之间的良好的热交换, 并且熔池中的熔融材料的氧化不会达到不能接受的程度。

- 10 本发明还基于这样的认识, 即, 通过利用出口端内径为 0.8 米或者更小(最好为 0.6 米或者更小)的喷管以至少 150 米/秒的速度喷射含氧气体能够使引入到被喷射的含氧气流中的顶部空间气体量达到上述范围。

因此, 最好, 该方法的特征在于, 利用出口端内径为 0.6 米或者更小的喷管以至少 150 米/秒的速度喷射含氧气体流。

最好, 所述速度至少为 200 米/秒。

- 15 最好, 含氧气体喷射喷管的出口端在熔池的静态表面上方不大于 7 米。
最好, 所述方法包括将含氧气体预热到 800-1400℃温度。

- 20 利用 3 个或者更多的用于喷射液化气体流的喷管使熔炼容器的顶部比在利用一个具有与多个喷管相同的总内横截面积的喷管的情况下熔炼容器的顶部低。这是由于从较小的多个喷管的端部喷射的气流的表面-体积比增大而导致的。引入气体所需的自由空间较小, 因此冶炼容器中的垂直高度也降低。因此提供了一种容器的热损耗较低的结构更紧凑、节省成本的直接熔炼方法。

最好, 该方法包括使含氧气体以一种漩涡运动的方式喷射到容器中。

- 25 涡流增大进入到喷射气流中的顶部空间气体的吸收速度。因此, 利用涡流能够使含氧气体喷射喷管的出口端在熔池上方的高度小于非涡流喷管的高度。这样, 具有已知内径的数量已知的涡流喷管的容器的高度可低于具有相同内径数量相同的非涡流喷管的容器的高度。这是关于使容器高度达到最小以及使容器热量损耗的表面达到最小的重要考虑。

- 30 另外, 对于高度一定的容器, 使用涡流意味着用于喷射含氧气体流的喷管数量低于非涡流的喷管数量。但是, 在需要减少涡流喷管数量方面存在一定的限制。特别是, 由于在尺寸已知的容器中减少喷管数量, 喷管的

内径必须大幅度地增大。随着内径的增大，这样的喷管内的涡流装置冷却越来越难，因此烧掉的可能性增大，特别是当使用富含氧的预热空气时。可以预测，内径大于 0.8 米的喷管不可能使这样的涡流装置支持到所需的使用寿命，即最少 6 个月，最好为 12 个月。用于涡流装置的诸如铜高导热材料的使用被认为是不行的，这是因为存在预热空气带有小研磨颗粒的可能性，从而使诸如铜的软材料被快速侵蚀。

最好，在使用涡流装置时，所用的喷管数量为 3 至 6，在不使用涡流装置时，喷管数量最好为 6 个或者更多。

最好步骤 (b) 包括利用 3 个或者更多的向下以使得的固体喷射喷管将供给材料喷射到熔池中来提供所述供给材料，从而产生气流，所述气流能够：

(i) 形成扩展的熔池区；以及

(ii) 熔融材料的液滴或者飞溅物质或者物质流从扩展的熔池区被向上投射。

供给材料喷射和由于供给材料的喷射所产生的气流以及供给材料在熔池中的反应使材料在扩展的熔池区中充分移动并且从扩展的熔池区充分移动。

最好，该方法包括周期性或者连续地将熔渣从容器中排出。

最好，该方法还包括周期性或者连续地将铁水和/或熔融铁合金从容器中排出。

含铁材料包括铁矿石、其它诸如铬铁矿石、部分还原的矿石的含铁矿石以及诸如回炉钢料的含铁废料流。应该注意的是，尽管铁质材料，即其中铁是主要成分的材料，是优选的含铁材料，但是本发明不限于铁质材料的使用。

最好，该方法包括通过固体喷射喷管喷射实施该方法所需的固体材料总重量的至少 80% 的固体材料。

最好，该方法包括通过固体喷射喷管以至少 40m/s 的速度将供给材料喷射到熔池中。

最好，该速度在 80-100m/s 的范围内。

最好，该方法包括通过固体喷射喷管以高达 $2.0\text{t/m}^2/\text{s}$ 的质量流率将供给材料喷射到熔池中，其中 m^2 涉及的是喷管输送部分的横截面积。

最好，该方法包括通过固体喷射喷管以 $10-18\text{kg/Nm}^3$ 的固体/气体比将

供给材料喷射到熔池中。

在本发明中，术语“熔炼”的含义这里被理解为其中发生使供给材料还原的化学反应以生产铁水和/或熔融铁合金的热处理。

在本发明中，术语“喷管”的含义这里被理解为在一定程度上伸入到
5 容器内部中的气体/材料喷射装置。

最好，在熔池中产生的气流至少为 $0.35\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ （其中 m^2 涉及的是在炉膛的最小宽度处通过炉膛的水平截面的面积）。

最好，在熔池中产生的气流至少为 $0.5\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 。

最好，在熔池中产生的气流小于为 $2\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 。

10 在熔池中产生的气流中的一部分可由气体从底部和/或侧壁喷射到熔池中而产生的。

熔融材料可形成在侧壁上形成一个“湿润”层或者“干燥”层。“湿润”层包括附着在侧壁上的凝固层、半固体（糊状物）层和外液态膜。“干燥”层是其中基本上所有熔渣凝固的层。

15 可通过改变被供给到容器中的含金属的供给材料、含碳材料和助熔剂的供给率和控制诸如含氧气体喷射率的参数来控制在容器中的熔渣的产生。

在该方法用于生产铁的情况下，该方法最好包括将碳在铁水中的溶解度控制在至少 3wt % 并且使熔渣保持在剧烈还原状态下，使铁的氧化物含量
20 小于 6wt %，最好小于 5wt %（被测量为在从容器排出的熔渣中的铁的氧化物中的铁的量）。

可通过相同的或者独立的喷管喷射含铁材料和含碳材料。

最好，二次燃烧的水平（level）至少为 40%，其中二次燃烧被限定为：

$$\frac{[\text{CO}_2] + [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] + [\text{H}_2\text{O}] + [\text{CO}] + [\text{H}_2]}$$

25

其中：

$[\text{CO}_2]$ = 排出气体中的 CO_2 的体积百分比

$[\text{H}_2\text{O}]$ = 排出气体中的 H_2O 的体积百分比

$[\text{CO}]$ = 排出气体中的 CO 的体积百分比

30 $[\text{H}_2]$ = 排出气体中的 H_2 的体积百分比

概括地，本发明还提供一种利用直接熔炼方法生产铁和/和或铁合金的

设备, 所述设备包括一个固定的不可倾斜的容器, 所述容器具有炉膛、侧壁以及一个炉顶, 所述炉膛内部的最小宽度尺寸为至少 4 米, 最好至少为 6 米以盛装铁和熔渣的熔池, 所述熔池包括一个富含金属的区域和一个在所述富含金属的区域上方的扩展的熔池区。

5 具体地,

(a) 炉膛是由耐火材料制成的并且具有一个底部和侧部;

(b) 侧壁从炉膛侧部向上延伸并且与扩展的熔池区和气体连续空间接触, 其中接触气体连续空间的侧壁包括水冷镶板和在镶板上的一层熔融材料。

10 具体地, 本发明还包括:

(a) 向下延伸到容器中的三个或者更多的喷管, 所述喷管用于将作为含氧气体的空气或者含氧量达到 50% 的空气喷射到容器中位于熔池上方的一个区域中;

(b) 用于将包括含铁材料和/或含碳材料以及载体气体的供给材料喷射到熔池中的装置; 以及

(c) 用于将熔融金属和熔池从容器中排出的装置。

具体地, 每一个含氧气体喷射喷管具有内径为 0.6 米或者更小的出口端, 延伸到容器中的距离等于其内径, 并且可以至少 150 米/秒的速度喷射含氧气体。

20 最好, 速度至少为 200 米/秒。

最好, 每一个含氧气体喷射喷管包括用于在气体在产生涡流的装置。

最好, 含氧气体喷射区域是容器的中心区域。

最好, 含氧气体喷射喷管的出口端在熔池的静态表面上方不大于 7 米。

最好, 以这样的方式选择喷管的移动和伸入到容器中的长度, 即, 能够防止由二次燃烧产生的火焰沿着容器的侧壁和炉顶前进。

最好, 用于供给材料的装置包括至少三个固体喷射喷管。

最好, 选择固体喷射和氧气喷管的数量和这些喷管的相对位置以使:

(i) 扩展的熔池区包括在氧气喷射区域和侧壁之间的包围容器的氧气喷射区域的升高区域;

30 (ii) 熔融材料的液滴或者飞溅物质或者物质流从所述升高区域向上投射并且形成在氧气喷射区域和侧壁之间的包围容器的氧气喷射区域的幕

并且使侧壁湿润；以及

(iii) 在氧气喷管下端周围形成一个“自由”空间，该自由空间中的熔融材料浓度低于扩展的熔池区中的熔融材料浓度。

最好，固体喷射喷管是细长的并且贯穿容器的侧壁中的水冷镶板并且
5 向下且向内延伸到容器的炉膛区域。

附图说明

下面将参照附图利用示例对本发明进行描述。

图1是表示本发明的方法和设备的一个优选实施例的垂直截面的附图。

10

具体实施方式

在下面的描述中，通过熔炼铁矿石来生产铁水，应该理解的是，本发明不限于这种应用，并且适用于熔炼任何适合的供给材料。

附图中所示的直接熔炼设备是一种用附图标记11表示的冶炼容器。容
15 器11具有：一个炉膛，所述炉膛包括由耐火材料砖制成的底部12和侧部13；侧壁14，侧壁14形成从炉膛的侧部13向上延伸的基本上为圆柱形筒体并且包括由水冷镶板制成的上筒体部分51和由水冷镶板以及耐火材料砖的内衬制成的下筒体部分53；炉顶17；用于废气出口18；用于连续排出熔融铁的前炉19；以及用于排出熔渣的出渣口21。

20 炉膛和上筒体部分51在容器内限定了一个圆柱形区域。下筒体部分53在容器内限定了一个截锥形区域，截锥形区域在直径较窄的炉膛和直径较宽的上筒体部分51之间提供了一个过渡部分。在商业规模的工厂中，即每年生产至少500,000吨铁水的工厂，炉膛的直径至少为4米，最好至少为6米。

25 应该注意的是，本发明不限于这种容器的几何形状并且可扩展至任何适合的形状和尺寸的用于在商业规模上生产熔融金属的容器。

在使用中，所述容器盛装铁水和渣的熔池。

该容器装有3个向下延伸的热空气喷管26以将热空气流输送到容器的中心的上部区域91中并且与从熔池中释放出来的反应气体二次燃烧。喷管
30 26的出口端39的内径D为0.6米或者更小。在商业规模的工厂中，出口端39处于熔池的静态表面（未示出）上方至少7米的位置处。

术语“静表面”的含义在这里应该被理解为当没有将气体和固体物质喷射到容器中时的表面。

该容器还装有四个固体喷射喷管 27 (图中示出了两个), 所述固体喷射喷管 27 向下和向内穿过侧壁 14 并且以相对于水平呈 20-70 度的角度伸入到熔池中以将包括铁矿石、含碳的固体材料以及夹杂在缺氧载体气体中的助熔剂的供给材料喷射到熔池中。

喷管 27 的位置是这样设置的, 即, 使喷管 27 的出口端 39 围绕容器的中心轴线是等间隔分布的。另外, 喷管 27 是这样设置的, 即, 使从出口端 39 垂直向下所划的线与炉膛的底部 12 相交的位置为在一个圆上的多个位置, 该圆的直径等于炉膛的直径的 2/3。

应该注意的是, 根据氧气喷管 26 的位置以及基于能够基本上在喷管 26 周围以及在容器的侧壁 14 和喷管 26 之间形成的熔融材料幕 72 的目的, 选择喷管 27 的位置, 最好采用不同的喷管 27 的布置形式以在不同的容器/喷管 26 的结构中达到该目的。特别应该注意的是, 本发明不限于喷管 26 采用中心设置的布置形式。

在使用中, 铁矿石、含碳的固体材料 (通常为煤) 以及夹杂在一种载体气体 (通常为氮气) 中的助熔剂 (通常为氧化钙和氧化镁) 通过喷管 27 以至少 40m/s 的速度, 最好以至少 80-100m/s 的速度被注射到熔池中。固体材料/载体气体的动量将固体材料和气体带向炉膛的底部 12 进入围绕容器的中心轴线间隔的区域中 (由附图标记 24 表示的圆形区域)。这些区域在下面的描述中被称为固体/气体喷射高浓度区域 24。煤被去除液体成分并且因此产生气体。碳部分地溶解在金属中并且部分地保持为固体碳。铁矿石被熔炼成金属并且熔炼反应产生一氧化碳气体。被输送到熔池中的气体和通过去除液体成分和熔炼产生的气体使熔融材料 (包括金属和熔渣) 和固体碳从熔池中上浮。

熔融金属和固体碳的上浮在熔池中产生剧烈的搅动, 特别是在固体/气体喷射高浓度区域 24 的正上方和向外间隔的区域中, 从而形成一个扩展的熔池区 28, 扩展的熔池区 28 具有一个由箭头 30 表示的表面。特别是, 扩展的熔池区 28 的表面在中心区域 91 和容器侧壁 14 之间形成一个环形升高区域 70。搅动使得扩展的熔池区 28 内的熔融材料充分移动, 并且熔融材料在该区域内剧烈搅动以使该区域内的温度基本上是均匀的, 通常为 1450-

1550℃，并且整个区域的温度差约为 30℃。

尽管熔融材料在扩展的熔池区 28 内剧烈搅动，但是铁水逐渐向着炉膛的下部沉淀并且形成富含金属的区域 23 并且连续地通过前炉 19 排出。

5 扩展的熔池区 28 和富含金属的区域 23 之间的界面主要是由固体/气体喷射高浓度区域 24 限定的。来自于这些区域的熔融材料基本上向上移动被通过喷管 27 连续供给的其他供给材料和已经熔化的参考的向下移动补偿。

另外，来自于固体/气体喷射高浓度区域 24 的向上气流以液滴或者飞溅物质或者物质流的形式将一些熔融材料投射到扩展的熔池区 28 的升高区域 70 上方并且形成上述幕 72。在幕 72 中的熔融材料接触位于扩展的熔池
10 区 28 上方的侧壁 14 的上筒体部分 51 和炉顶 17。

概括地，扩展的熔池区 28 是其中具有气体空隙的液态连续空间。

熔融材料的上述移动可被认为是从固体/气体喷射高浓度区域 24 产生的一系列喷泉，固体/气体喷射高浓度区域 24 形成了扩展的熔池区 28 的升高区域 70 和熔融材料幕 72。

15 除了上述内容以外，在使用中，通过喷管 26 以 800 - 1400℃的温度和至少 150m/s 的速度将热空气喷射到容器的中心区域 91 中并且热空气使在该区域中被向上投射的熔融材料偏转并且形成基本上围绕喷管 26 端部的金属/熔渣的自由空间 29。热空气的向下吹送有助于使被投射的熔融材料形成上述幕 72。

20 热空气流通过喷管 26 与在喷管 26 端部周围的自由空间 29 中和在周围的熔融材料中的反应气体一氧化碳和氢气二次燃烧并且产生大约 2000℃或更高的高温。热量被传递到气体喷射区中的熔融材料中，接着热量通过熔融材料部分地被传递到富含金属的区域 23。

自由空间 29 对于达到高水平的二次燃烧是重要的，这是因为它能够将
25 该空间中在扩展的熔池区 28 上方的气体带到喷管 26 的端部区域中，从而有利于有效的反应气体的二次燃烧。

上述设备和方法操作条件能够使引入到被喷射的含氧气流中的顶部空间气体量是被喷射的气体量的 2 至 6 倍能够实现顶部空间气体的良好的二次燃烧以及与熔池之间的良好的热交换，并且熔池中的熔融材料的氧化不会达到不能接受的程度。
30

幕 72 对于提供一个用于阻挡来自于二次燃烧喷射的辐射能量到达侧壁

14 的局部阻挡层也是重要的。

另外，在幕 72 内的上升和下降的熔融材料的液滴或者飞溅物质或者物质流是用于将由二次燃烧所产生的热量传递到熔池的有效装置。

应该理解的是，本发明不限于以上对所示结构的描述，并且许多改进
5 和变型落在本发明的保护范围内。

