



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104053792 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201280067285. X

G21C 5/28(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 06

C22B 5/10(2006. 01)

C22B 5/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

2011905072 2011. 12. 06 AU

(56) 对比文件

CN 1288065 A, 2001. 03. 21, 全文.

CN 1323357 A, 2001. 11. 21, 全文.

CN 101189349 A, 2008. 05. 28, 全文.

CN 101624638 A, 2010. 01. 13, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2012/001481 2012. 12. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/082653 EN 2013. 06. 13

(73) 专利权人 技术信息有限公司

地址 澳大利亚昆士兰

审查员 李志鹏

(72) 发明人 J·皮罗特 R·J·德赖

H·K·A·梅耶

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李跃龙

(51) Int. Cl.

G21B 5/00(2006. 01)

G21C 5/00(2006. 01)

G21C 5/04(2006. 01)

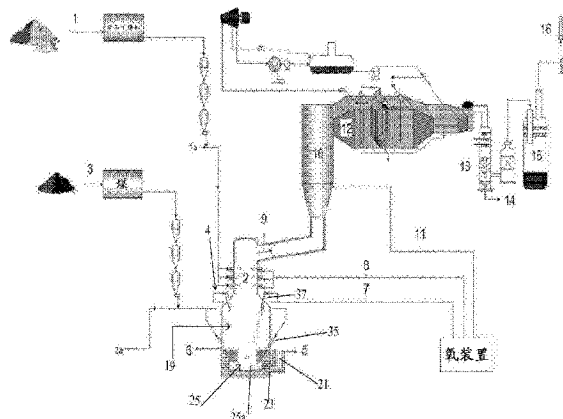
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

启动熔炼过程

(57) 摘要

本发明提供了启动基于熔浴的熔融过程的方法，其包括通过独立装置（即独立于将冷氧与煤供应到主室中并在将冷氧与煤供应到主室中之前）建立足够大和稳定的“热区”用于在熔炼容器的主室中点燃氧与煤。



1. 启动用于在熔炼设备中熔炼含金属进料材料以形成熔融金属的基于熔浴的过程的方法, 该设备包括熔炼容器, 所述熔炼容器包括含有熔融金属浴的主室, 并且该方法包括以下步骤:

- (a) 将外部点火源插入到熔炼容器的主室中以在该主室中形成热区;
- (b) 开始向该主室中供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料;
- (c) 开始向该主室中供应碳质材料并提高主室中的温度和熔融主室中凝结的材料; 和
- (d) 开始向该主室中供应含金属材料并在该主室中熔炼该含金属材料并制备熔融金属。

2. 权利要求 1 中所限定的方法, 包括在将外部点火源插入该主室中的步骤 (a) 之前向该主室供应可燃性材料。

3. 权利要求 2 中所限定的方法, 包括通过经主室中的开口手动插入该可燃性材料来向该主室中供应该可燃性材料。

4. 权利要求 1 中所限定的方法, 包括在将外部点火源插入主室中的步骤 (a) 之后和在开始向主室中供应冷的含氧气体并在该主室中点燃可燃性材料的步骤 (b) 之前向该主室供应可燃性材料。

5. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 包括在步骤 (c) 之后和在步骤 (d) 之前开始向主室中供应熔渣或造渣剂并在熔融金属上形成熔渣。

6. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 其中该点火源适于运行至少 3 分钟的持续时间。

7. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 其中在主室中其不需要气态氧以保持燃着的基础上选择该点火源。

8. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 其中用于步骤 (a) 的点火源携带其自身的“自带”氧使得其无论在空气、氧或氮中均燃烧。

9. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 其中用于步骤 (a) 的点火源是镁基火炬。

10. 前述权利要求 1-4 中任一项中所限定的方法, 包括在步骤 (a) 中在将外部点火源插入主室中之后验证该外部点火源在主室中燃着。

11. 权利要求 10 中所限定的方法, 其中验证点火源在主室中燃着的步骤经由直接观察或经由安装在熔炼容器中的开口内的摄影机。

12. 前述权利要求 1-4 和 11 中任一项中所限定的方法, 其中开始供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料的步骤 (b) 包括开始向主室中供应氧并在主室中点燃可燃性材料。

13. 权利要求 12 中所限定的方法, 其中开始供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料的步骤 (b) 包括在低于 800℃ 的进料温度下开始向主室供应工业级氧并在主室中点燃可燃性材料。

14. 权利要求 12 中所限定的方法, 其中冷的含氧气体的量是基于熔浴的熔炼过程的正常氧流的 10-30%。

15. 权利要求 14 中所限定的方法, 包括在主室中点燃可燃性材料的步骤 (b) 之后验证可燃性材料的点燃。

16. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中验证点燃的步骤经由直接观察或经由合适的摄影机;材料在主室中燃烧。

17. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中开始供应碳质材料的步骤(c)包括在低于 150℃的进料温度下向该主室中供应碳质材料。

18. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中步骤(c)包括经由在线气体分析系统验证在主室中的二氧化碳生成是持续的。

19. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中步骤(d)包括向主室中提升供应该方法的较早步骤中供应的含氧气体与碳质材料或供应增加量的其它含氧气体与碳质材料。

20. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中步骤(d)包括向该主室中提升供应该含金属材料。

21. 前述权利要求 1-4、11 和 13-15 中任一项中所限定的方法,其中该基于熔浴的熔炼过程包括以下步骤:

(a) 向熔浴中供应固体碳质材料与含金属材料并生成反应气体,并在该熔浴中熔炼该含金属材料 and 制备熔融金属;

(b) 向该主室中供应含氧气体用于反应气体在熔浴上方的燃烧,以便生成用于熔浴中的熔炼反应的热量;和

(c) 通过气体上升流产生熔融材料由该熔浴的显著向上运动,以便产生熔融材料的携带热量的液滴和溅沫,当投射到主室的顶部空间中的燃烧区域中时该液滴和溅沫被加热并随后下落返回该熔浴中,由此该液滴和溅沫携带热量向下进入该熔浴中,在该熔浴中其用于熔炼含金属材料。

22. 权利要求 21 的方法,其中含金属材料是固态或熔融的。

启动熔炼过程

技术领域

[0001] 本发明涉及启动用于熔炼含金属材料的过程的方法。

[0002] 术语“含金属材料”在本文中理解为包括固体进料材料和熔融进料材料。该术语在其范围内还包括部分还原的含金属材料。

背景技术

[0003] 本发明特别但并非排它地涉及启动基于熔浴的熔炼过程的方法,用于在具有由熔浴中的气体逸出所产生的强劲的熔浴/熔渣喷泉(fountain)的熔炼容器中由含金属进料材料制备熔融金属,该气体逸出至少部分是由熔浴中碳质材料的脱挥发份所致。

[0004] 特别但并非排它地,本发明涉及启动用于熔炼含铁材料例如铁矿石并制备铁的过程的方法。

[0005] 本发明特别但并非排它地涉及在包括用于熔炼含金属材料的主室的熔炼容器中启动熔炼过程的方法。

[0006] 已知的基于熔浴的熔炼过程,通常称为 HIs melt 工艺,在申请人名下的大量专利与专利申请中得到描述。

[0007] 另一种基于熔浴的熔炼过程,在下文中称为“HIsarna”工艺,在申请人名下的国际申请 PCT/AU99/00884(WO 00/022176)中得到描述。

[0008] 该 HIs melt 工艺和 HIsarna 工艺特别与由铁矿石或另一种含铁材料制备熔融铁相关。

[0009] 该 HIsarna 工艺在熔炼设备中进行,所述熔炼设备包括(a)熔炼容器,该容器包括主熔炼室和用于向主室中注入固体进料材料与含氧气体的喷枪并适于容纳熔融金属与熔渣的浴,和(b)位于熔炼容器上方并与熔炼容器直接连通的用于预处理含金属进料材料的熔炼旋流器(cyclone)。

[0010] 术语“熔炼旋流器”在本文中理解为是指一种容器,该容器通常限定竖直圆筒形室,并被构造以使得供应至该室的进料材料在围绕该室的竖直中心轴的路径中运动并可以承受足以至少部分熔融含金属进料材料的高操作温度。

[0011] 在一种形式的 HIsarna 工艺中,将碳质进料材料(通常为煤)和任选的熔剂(通常为煅烧石灰石)注入熔炼容器的主室中的熔浴中。提供该碳质材料作为还原剂来源与能量来源。将任选与熔剂掺混的含金属进料材料例如铁矿石注入该熔炼旋流器中并将其加热并部分熔融和部分还原。该熔融的部分还原的含金属材料由该熔炼旋流器向下流入熔炼容器中的熔浴中并在该浴中被熔融成熔融金属。熔浴中产生的热反应气体(通常为 CO、CO₂、H₂和 H₂O)被主室的上部中的含氧气体(通常为工业级氧)部分燃烧。将由二次燃烧产生的热传递到上段中的熔融液滴,该熔融液滴落回到熔浴中以保持熔浴温度。热的、部分燃烧的反应气体由主室向上流动并进入该熔炼旋流器的底部。将含氧气体(通常为工业级氧)经由风口注入该熔炼旋流器中,所述风口以在水平面中(即在熔炼旋流器的室的竖直中心轴附近)产生气旋旋涡图案的方式布置。含氧气体的该注入导致熔炼容器气体的进一步燃

烧,引起非常热的(气旋)火焰。将入射的细碎的含金属进料材料经由熔炼旋流器中的风口气动注入这些火焰中,导致快速加热和部分熔融,并伴随部分还原(大约10-20%还原)。该还原是由赤铁矿的热分解和来自主室的反应气体中CO/H₂的还原作用两者所致。该热的部分熔融的含金属进料材料通过气旋涡旋作用被抛至该熔炼旋流器的壁上,并如上所述向下流入下方的熔炼容器中用于在该容器的主室中熔炼。

[0012] 上述形式的HIsarna工艺的净效应是一种两步逆流法。通过由(form)熔炼容器输出的反应气体(并添加含氧气体)将含金属进料材料加热和部分还原并且其向下流入熔炼容器中,在该熔炼容器中将其熔炼为熔融铁。在一般意义上,这种逆流布置提高了生产率和能量效率。

[0013] 上面的描述不应理解为在澳大利亚或其它地方的公知常识的认可。

[0014] 申请人已经提出,HIs melt工艺的吹氧版本和HIsarna工艺可以通过以下方法在熔炼容器中启动:经由该容器的前炉向该容器的主室中进料热金属(来自外部来源),开始供应含氧气体(通常为工业级氧)和固体碳质材料(通常为煤)并在该主室中产生热。这种热启动方法经由主室中的可燃性材料的自燃产生热量。申请人已经提出,在该热启动方法中的初始步骤后向该主室中添加造渣剂并且随后添加含金属进料材料(例如含铁材料,如铁矿石)。在与本发明的主题国际申请同日以本申请人名义提交的题为“Starting a Smelting Process”的共同提交的国际申请中描述了该热启动法。

[0015] 在基于工业级氧作为含氧气体、煤作为固体碳质材料和铁矿石粉作为含金属材料的HIsarna工艺的中试试验中测试了上述热启动方法。申请人发现,在将热的金属浇注到该熔炼容器的主室中之后存在一个有限的时间窗口,在该时间窗口中可以安全地开始向主室中供给冷氧和煤并具有可燃性材料的自燃,在该主室中产生启动该过程所需的热量。发现该时间窗口在中试条件下通常持续大约1-2小时。发现(尤其)取决于熔炼容器几何形状、装料金属温度和装料金属化学,该时间窗口为可变的。还发现如果在必要的时间窗口中没有实施开始向主室中供应氧和煤的步骤,则变得不可能保证在主室内部煤与冷氧的自燃。这导致离开该主室的未燃烧的煤和氧的混合物,并在下游设备中存在煤粉爆炸(和相关破坏)的可能性。

[0016] 申请人已经发现,与该时间窗口相关的机理涉及在熔融金属上方熔渣层的形成。一旦充分形成该熔渣层,则其通过向熔炼容器、例如向主室的顶部空间中的水板的辐射来冷却,并变为硬壳的,有效地在熔融金属上生成表面层。该表面层充当热绝缘体,限制由表面层下方的熔融金属向表面层上方的主室的顶部空间的热传递,结果是顶部空间中的热条件太冷以至于不能支持顶部空间中可燃性材料的自燃。虽然不希望受以下注释的束缚,但是申请人相信在中试试验过程中形成的这种熔渣主要来自于(i)先前操作中遗留的残留熔渣覆盖层和(ii)氧与熔融金属中的成分反应(特别是硅,反应形成二氧化硅)。

[0017] 申请人在中试试验中还发现,如果设备正常运行并随后停止(包括停止向主室供应固体进料材料)长时期(例如为了在熔炼容器外部进行机械修理)则发生基本相同的问题。在这些条件下,熔渣层与该过程启动时的熔渣层相比通常明显更厚。热金属显著在熔渣表面下方,并因此不太能够通过传导使熔渣上表面保持为热的。表面熔渣热量通过辐射散失到熔炼容器,例如散失到主室的顶部空间中的水冷板,并比之前更快速地在熔渣上形成冷硬壳层。当该熔炼容器闲置超过大约15-30分钟时,再次不可能保证煤与冷氧的自燃

和因此支持熔炼容器的主室中过程启动所需的热量产生。

[0018] 在中试试验的过程中, 申请人开发了一种在这些条件下启动 HIsarna 工艺的安全实用的方法。该方法的重要基础在于认识到通过独立装置(即独立于将冷氧与煤供应到主室中并在将冷氧与煤供应到主室中之前)建立足够大和稳定的“热区”用于在熔炼容器的主室中点燃氧与煤的必要性(在可以引入冷氧与煤或其它合适的含氧气体与固体碳质材料之前)。

[0019] 启动本发明的熔炼过程的方法适用于当该熔炼容器的主室的顶部空间内部的热条件(温度)太冷以至于不能使任何新供应到该主室中的冷的含氧气体和固体碳质材料安全和自燃时启动(该术语包括“再启动”)任何基于熔浴的熔炼过程。如上所述, 当在主室中的熔浴表面上存在硬的冷凝熔渣层时通常会遭遇此类条件。

发明内容

[0020] 根据本发明, 提供了一种启动用于在熔炼设备中熔炼含金属进料材料以形成熔融金属的基于熔浴的过程的方法, 该设备包括熔炼容器, 所述熔炼容器包括含有熔融金属浴的主室, 并且在开始该方法时不将固体进料材料注入该熔炼设备中, 并且该方法包括以下步骤:

[0021] (a) 将外部点火源插入熔炼容器的主室中以在该主室中形成热区,

[0022] (b) 开始向该主室中供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料,

[0023] (c) 开始向该主室中供应碳质材料并提高主室中的温度和熔融主室中冷凝的材料, 和

[0024] (d) 开始向该主室中供应含金属材料并在该主室中熔炼该含金属材料并制备熔融金属。

[0025] 在含氧气体语境中的术语“冷”在本文中理解为是指该气体处在低于该碳质材料与该含氧气体混合物自燃所需的温度(即在煤-氧混合物的情况下低于大约 700-800°C)的温度下的意义上的冷。

[0026] 在上面步骤(c)中提到的术语“凝结材料”包括例如熔渣层, 如在中试试验中发现的硬壳熔渣层。

[0027] 该方法可以包括在上述步骤(a)之前向该主室供应可燃性材料。例如, 该方法可以包括通过经主室中的开口(例如出渣口)手动插入该可燃性材料来向该主室中供应固体可燃性材料(例如木材、木炭或其它合适的固体材料)。再例如, 该方法可以包括向该主室中供应气态可燃性材料或液态可燃性材料。气态可燃性材料可以是天然气。液态可燃性材料可以是油。

[0028] 在其中硬壳层薄和/或未充分形成和当在步骤(b)中开始含氧气体供应时在主室中可能已存在充足的可燃性材料以支持经由点火源的燃烧的情况下, 可能不需要在步骤(a)之前将可燃性材料进料到主室中的该任选步骤。在某些情况下, 例如当该方法在短暂中断后用于熔炼活动时, 该硬壳层可能尚未充分产生, 并且当在步骤(b)中开始含氧气体供应时在该容器中可存在充足的残余可燃性材料以支持点燃。在其它情况下, 该方法可以包括在将外部点火源插入主室中的步骤(a)之后和在开始向主室中供应冷的含氧气体并在该主室中点燃可燃性材料的步骤(b)之前向该主室供应可燃性材料。该可燃性材料可以是

如上所述的固态或气态或液态可燃性材料。

[0029] 通常,在将外部引火源插入主室中之前或之后向该容器供应可燃性材料的上述选项可以在不同时间使用。如果工厂停工相对短暂(但对于简单地开始供应煤与氧或其它合适的碳质材料与含氧气体而不提供点火源太长),那么在步骤(b)之前向该主室中加入可燃性材料可能不是必要的。对于较长的停工,可能需要涉及在步骤(a)之前或之后向主室中供应可燃性材料的其它选项。

[0030] 该方法可以包括(在启动条件下或当主室中的熔渣总量低时)在上述步骤(c)之后和在步骤(d)之前开始向主室供应熔渣或造渣剂以在熔融金属上形成熔渣。

[0031] 用于将外部点火源插入主室中的步骤(a)的该点火源可以适于运行至少3分钟、通常至少5分钟的持续时间。

[0032] 可以在主室中其不需要气态氧以保持燃着的基础上选择用于步骤(a)的点火源。

[0033] 用于步骤(a)的点火源可以携带其自身的“自带(on-board)”氧(例如以氧化铁形式)使得其无论在空气、氧或氮中均可燃烧。关于提到的氮,要注意的是通常会使用固体注入喷枪的氮(或一些其它惰性气体)吹扫,并且在该方法中的这个时刻,在该主室内存在很少的(如果有)可得的气态氧。

[0034] 用于步骤(a)的点火源可以是镁基火炬。

[0035] 该方法可以包括在步骤(a)中在将外部点火源插入主室中之后验证该外部点火源在主室中燃着。

[0036] 验证点火源在主室中燃着的步骤可以经由直接观察或经由安装在熔炼容器中的合适开口例如出渣口内的摄影机。

[0037] 开始供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料的步骤(b)可以包括开始向主室中供应氧并在主室中点燃可燃性材料。

[0038] 开始供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料的步骤(b)可以包括在低于800℃的进料温度下开始向主室中供应工业级氧并在主室中点燃可燃性材料。

[0039] 开始供应冷的含氧气体并在主室中点燃可燃性材料的步骤(b)可以包括开始向主室供应少量冷氧(通常为该过程的正常氧流的10-30%)。在此情况下,应点燃和燃烧存在于主室中的可燃性材料(例如来自较早操作的残余碳质材料和/或作为在步骤(a)之前供应到主室的任选可燃性材料的木材)。

[0040] 该方法可以包括在主室中点燃可燃性材料的步骤(b)之后验证可燃性材料的点燃。

[0041] 验证点燃的步骤可以经由直接观察或经由合适的摄影机:材料在主室中燃烧。使用木材作为在步骤(a)之前供应到主室的任选可燃性材料是特别有利的,因为其可以伴随明亮的、易于识别的火焰而燃烧数分钟。

[0042] 开始向主室中供应碳质材料的步骤(c)可以包括在低于150℃的进料温度下供应碳质材料。该碳质材料可以是固态材料(例如煤)或气态材料(例如天然气)或液态材料(例如油)。

[0043] 步骤(c)可以包括经由在线气体分析系统验证在主室中的二氧化碳生成是持续的。

[0044] 步骤(d)可以包括向主室中提升(ramp up)供应该方法的较早步骤中供应的含氧

气体与碳质材料或供应增加量的其它含氧气体与碳质材料。例如,可以优选使用该方法的步骤(c)中的气态碳质材料,并且当在步骤(d)中向该主室供应含金属材料时切换至供应固体碳质材料。

[0045] 步骤(d)可以包括向该主室中提升供应含金属材料。

[0046] 该设备可以包括(i)适于容纳熔融金属浴的上述熔炼容器,和(ii)位于熔炼容器上方并与熔炼容器连通的熔炼旋流器。在这种情况下,步骤(d)可以包括开始向该熔炼旋流器中供应含金属进料材料和含氧气体并在该旋流器中生成材料的水平旋转流并且燃烧的可燃性气体由该容器向上流入该旋流器中并部分还原和熔融该旋流器中的含金属进料材料,由此部分还原的熔融含金属进料材料由该旋流器向下流入熔炼容器的主室中的金属与熔渣的熔浴中,并在该熔浴中被熔炼为熔融金属。

[0047] 本发明的方法适用于基于熔浴的熔炼设备,所述熔炼设备包括(a)具有适于容纳熔融金属与熔渣的浴的主室的熔炼容器,(b)用于向该浴中供应碳质材料的喷枪或其它合适的装置,(c)用于向该浴中供应含氧气体的喷枪或其它合适的装置,(d)用于直接或经由熔炼旋流器向该浴中供应含金属材料的喷枪或其它合适的装置,(e)用于从主室中移除金属和熔渣的装置,例如前炉,和(f)在该浴上方该熔炼容器的壁区域的至少40%、通常至少50%被具有凝结熔渣层的水冷板覆盖。

[0048] 在正常运行条件下,基于熔浴的熔炼过程包括以下步骤:

[0049] (a)向熔浴中供应碳质材料与含金属材料(其可以是固态或熔融的)并生成反应气体,并在该熔浴中熔炼含金属材料并产生熔融金属,

[0050] (b)向该主室中供应含氧气体用于从该熔浴释放的可燃性气体在该熔浴上方的燃烧并生成用于熔浴中的熔炼反应的热量,该含氧气体通常是工业级氧,该工业级氧在其处于显著低于安全点燃煤-氧混合物所需的温度(即低于大约700-800℃)的温度下的意义上是“冷的”;和

[0051] (c)通过气体上升流产生熔融材料由该熔浴的显著向上运动,以便产生熔融材料的携带热量的液滴和溅沫,当投射到主室的顶部空间中的燃烧区域中时该液滴和溅沫被加热并随后下落返回该熔浴中,由此该液滴和溅沫携带热量向下进入该熔浴中,在该熔浴中其用于熔炼含金属材料。

[0052] 该含氧气体可以是空气、氧或富氧空气。

附图说明

[0053] 参照附图描述了根据本发明在熔炼容器中启动熔炼过程的方法的实施方案,其中:

[0054] 图1是根据HIsarna工艺的一个实施方案用于熔炼含金属材料并制备熔融金属的HIsarna设备的示意图;

[0055] 图2是图1中显示的熔炼容器的放大横截面图,其描述了在该过程的启动过程中或在中断该过程超过15-30分钟后再启动该过程的过程中当该容器已经“闲置”超过15-30分钟时所述熔炼容器的条件,并且在熔融金属上存在硬壳层,在容器中存在熔融熔渣层。

具体实施方式

[0056] HIsarna 工艺熔炼含金属进料材料并产生熔融金属、熔融熔渣和废气的工艺输出。HIsarna 工艺的下列描述在熔炼铁矿石形式的含金属材料的上下文中。本发明不限于这种类型的含金属材料。

[0057] 图 1 中显示的 HIsarna 设备包括熔炼旋流器 2 和具有直接位于该熔炼旋流器 2 下方的主室 19 的基于熔浴的熔炼容器 4, 熔炼旋流器 2 的室与该熔炼容器 4 之间直接连通。

[0058] 参照图 1, 在熔炼活动的稳态操作过程中, 经由矿石干燥机并使用气动输送气体 1a 将具有 6 毫米的上限尺寸的磁铁矿基矿石 (或其它铁矿石) 与熔剂例如石灰石 1 的混合物进料到熔炼旋流器 2 中。石灰石占矿石与石灰石的组合流的大约 8-10 重量%。经由风口将氧 8 注入该熔炼旋流器 2 中以预加热并部分熔融和部分还原该矿石。氧 8 还燃烧从熔炼容器 4 向上流入该熔炼旋流器 2 的可燃性气体。部分熔融和部分还原的矿石由熔炼旋流器 2 向下流入熔炼容器 4 中的主室 19 中的金属与熔渣的熔浴 25 内。该部分熔融和部分还原的矿石在熔浴 25 中被熔炼以形成熔融铁。经由单独的干燥机将煤 3 进料到该熔炼容器 4 的主室 19 中。经由喷枪 35 将煤 3 和输送气体 2a 注入主室 19 中的金属与熔渣的熔浴 25 中。煤提供了还原剂来源和能量来源。图 1 和 2 将熔浴 25 显示为包含两个层, 其中层 25a 是熔融金属层并且层 25b 是熔融熔渣层。该图显示该层具有均匀深度。这仅仅是为了描述目的, 而不是对 HIsarna 工艺的操作中高度搅动和充分混合的熔浴的精确表示。熔浴 25 的混合是由该浴中煤的脱挥发份所致, 这生成气体例如 CO 和 H_2 , 并导致气体与夹带材料由熔浴向上运动进入在该熔浴 25 上方的主室 19 的顶部空间中。经由喷枪 37 将氧 7 注入到该主室 19 中以二次燃烧在主室 19 的顶部空间中的熔浴 25 中生成并由其释放的一些这些气体 (通常为 CO 和 H_2), 并提供了用于该熔浴中的熔炼过程所需的热量。

[0059] 在熔炼活动过程中该 HIsarna 工艺的正常操作包括 (a) 向熔炼容器 4 的主室 19 中经由喷枪 35 的煤注入和经由喷枪 37 的冷氧注入; 和 (b) 向熔炼旋流器 2 中的矿石注入 7 和额外的氧注入 8。

[0060] 选择运行条件 (包括但不限于向熔炼容器 4 的主室 19 中的煤与氧进料速率和向熔炼旋流器 2 中的矿石与氧进料速率以及来自主室 19 的热量损失), 使得经由废气出口管 9 离开该熔炼旋流器 2 的废气具有至少 90% 的二次燃烧率。

[0061] 来自熔炼旋流器 2 的废气经由废气管 9 通过废气焚烧炉 10, 在那里注入额外的氧 11 以燃烧残余的 CO/ H_2 并在充分燃烧的烟道气中提供一定程度的游离氧 (通常为 1-2%)。

[0062] 充分燃烧的废气随后通过废热回收段 12, 在那里冷却气体并生成水蒸气。烟道气随后通过湿式涤气器 13, 在那里实现冷却和除尘。所得污泥 14 可经由矿石进料流 1 再循环到熔炼器中。

[0063] 将离开涤气器 13 的冷烟道气进料到烟道气脱硫单元 15 中。

[0064] 清洁的烟道气随后经由烟囱 16 排出。该气体主要由 CO_2 组成, 并且如果合适的话, 可以将其压缩并地理隔离 (geo-sequestered) (适当移除残留的不可冷凝的气体物质)。

[0065] 特别参照图 2 中显示的熔炼容器 4 的放大横截面图, 该容器 4 包括耐火衬里的炉缸 33 和主要由限定主室 19 的水冷板限定的侧壁 41。该熔炼容器 4 还包括经由前炉连接件 23 连接到主室 19 的前炉 21。在 HIsarna 工艺的熔炼活动过程中, 主室 19 中产生的熔融金属经由前炉连接件 23 和前炉 21 从主室 19 中排出。

[0066] 进一步参照图 2, 当该 HIsarna 工艺无论出于何种原因而中断并且该工艺不再运

行超过 15-30 分钟时（即不再向熔炼旋流器 2 和熔炼容器 4 中注入固体进料材料持续这样一段时期），基于上述中试试验，在主室 19 中的熔渣表面上形成硬壳层 29。硬壳层 29 的形成表明不可能保证供应到主室的煤与冷氧的安全自燃以启动该 HIsarna 工艺，并且此外，在这些条件下向主室中供应煤与冷氧可导致离开该主室的未燃烧的煤与氧的混合物，在下游设备中具有煤粉爆炸（及相关破坏）的可能性。

[0067] 根据本发明的方法的一个实施方案，为了安全地启动该“闲置”状态下的 HIsarna 工艺，进行下列步骤：

[0068] 1. 打开出渣口 6，并且将 10-20 片长的薄木板形式的可燃性材料（各自的长度大约为熔炼容器 4 的主室 19 的直径的三分之一至二分之一，并且尺寸适合容易地通过出渣口 6）手动推入到主室 19 中。

[0069] 2. 将 BOF 炼钢中常规类型的火炬（例如 Beko Vuurwerk BV, Hoogoven Fakkel Item No4490）经由出渣口 6 投入到主室 19 中，并采用直接目视观察以确认火炬在主室 19 内部燃烧。该火炬在主室 19 中形成热区。

[0070] 3. 经由喷枪 37 以正常工艺流（即 HIsarna 工艺以该熔炼设备中工艺的额定金属生产运行时的正常工艺流）的大约 10-30% 的速率向该主室 19 中供应冷氧。

[0071] 4. 一旦已经验证了（例如通过直接观察）由于热区的点燃而在主室 19 内部存在基于氧的火焰，就以正常工艺流的大约 5-20% 的流量经由喷枪 35 将煤供应到主室 19。

[0072] 5. 一旦例如通过直接观察验证了煤点燃，就将该出渣口 6 关闭，并经由正常在线气体分析系统监控来自主室 19 的废气组成以确保二氧化碳的持续生成。

[0073] 6. 按照正常启动做法增加煤和氧，并且进行一段时间的加热运行（仅煤和氧进料）以重新熔融主室中的熔渣并建立用于矿石进料的合适条件。加热运行的持续时间将根据设备关闭了多久而变化，并通常为 0.5-2 小时。

[0074] 7. 一旦加热运行完成，就向熔炼旋流器 2 中供应矿石和氧并将矿石熔融和部分还原，并且其向下流入主室 19 中，在主室中开始进行铁的生产 - 如上文关于图 1 所述的那样。

[0075] 上面的描述集中于在工艺中断至少 15-30 分钟并在此过程中在主室 19 中的熔渣上形成硬壳熔渣层 29 之后启动 HIsarna 工艺。在其中在该启动过程中形成硬壳层 29 的情况下在 HIsarna 工艺的初始启动过程中可以使用上文提出的用于启动 HIsarna 工艺的相同的方法步骤 1-7。

[0076] 可以对上述本发明的方法的实施方案进行许多修改而不背离本发明的精神与范围。

[0077] 例如，步骤 1 不限于使用固态可燃性材料，还可以使用气态或液态可燃性材料。

[0078] 再例如，本发明不限于在将点火源插入熔炼容器 4 之前添加可燃性材料。具体而言，可存在其中优选在将点火源插入容器之后和在开始供应冷氧（或其它合适的含氧气体）之前添加可燃性材料的情况。在一些情况下，可完全不需要添加可燃性材料，并且可以在熔炼容器 4 中的残余可燃性材料的基础上实现点燃。

[0079] 再例如，在其中点火源具有其自身的氧源的情况下，在步骤 2 中目视（或其它）观察点火源燃着可为不必要的。

[0080] 再例如，本发明不限于至少 15-30 分钟的持续时间，在此过程中不向熔炼旋流器 2 和熔炼容器 4 中供应固体进料材料。该时间段可以根据多个因素而变化，包括含金属材料

的类型和熔炼容器的特性,例如由熔渣向容器的热损耗速率。在任何给定的情况下,该时间段是硬壳熔渣在熔浴上形成至启动向熔炼容器 4 的主室 19 注入冷氧与煤是有问题的程度所需要的时间。

[0081] 上面的描述集中于煤作为碳质材料和工业级氧作为含氧气体。本发明并不局限于此并延伸至任何合适的含氧气体和任何合适的固体碳质材料。

[0082] 上述的实施方案集中于 HIsarna 工艺。本发明不限于 HIsarna 工艺并延伸至在熔炼容器中的任何基于熔浴的工艺。例如,本发明延伸至 HIs melt 工艺的吹氧版本。如上所述,在申请人名下的大量的专利和专利申请中描述了该 HIs melt 工艺。例如,在申请人名下的国际申请 PCT/AU96/00197 中描述了该 HIs melt 工艺。通过交叉引用将与该国际申请一起提交的专利说明书中的公开内容并入本文。

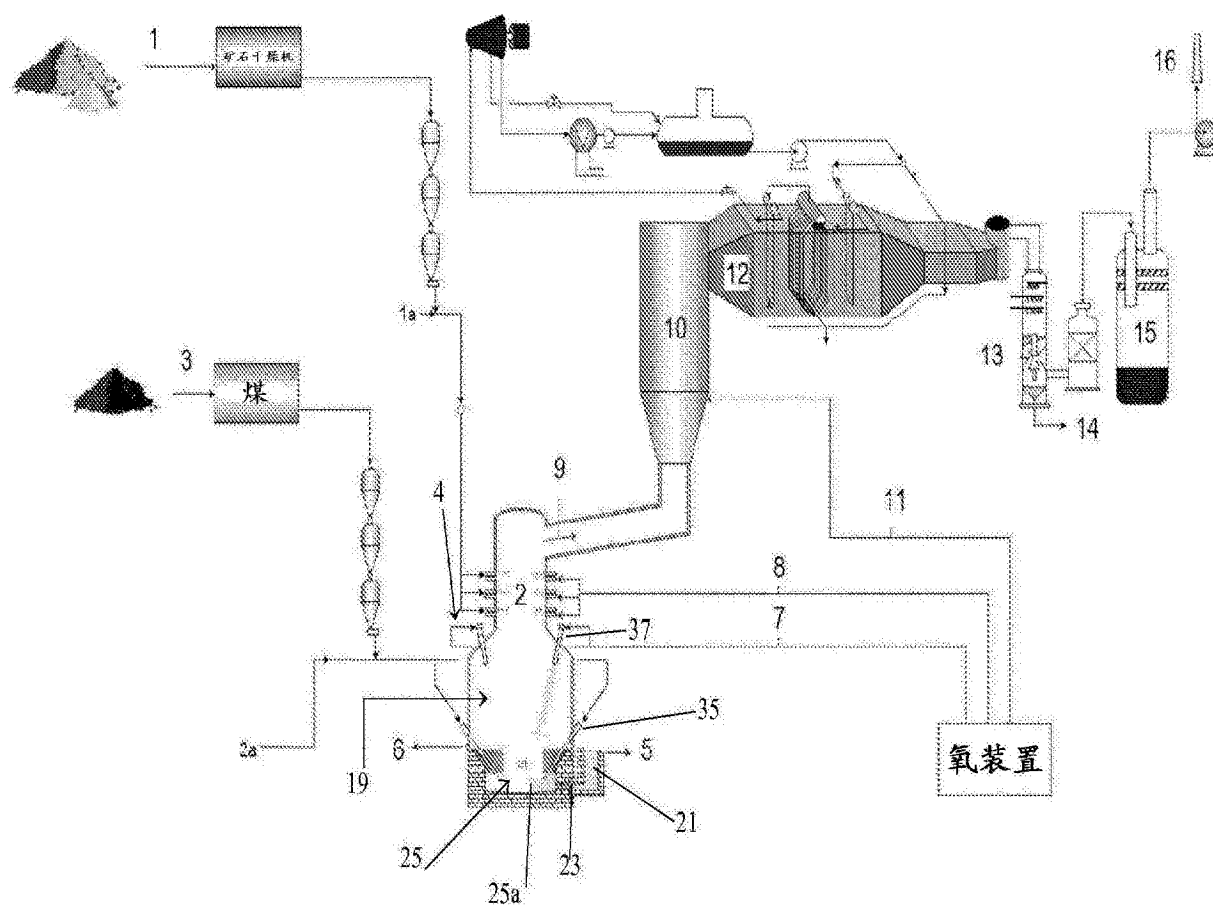


图 1

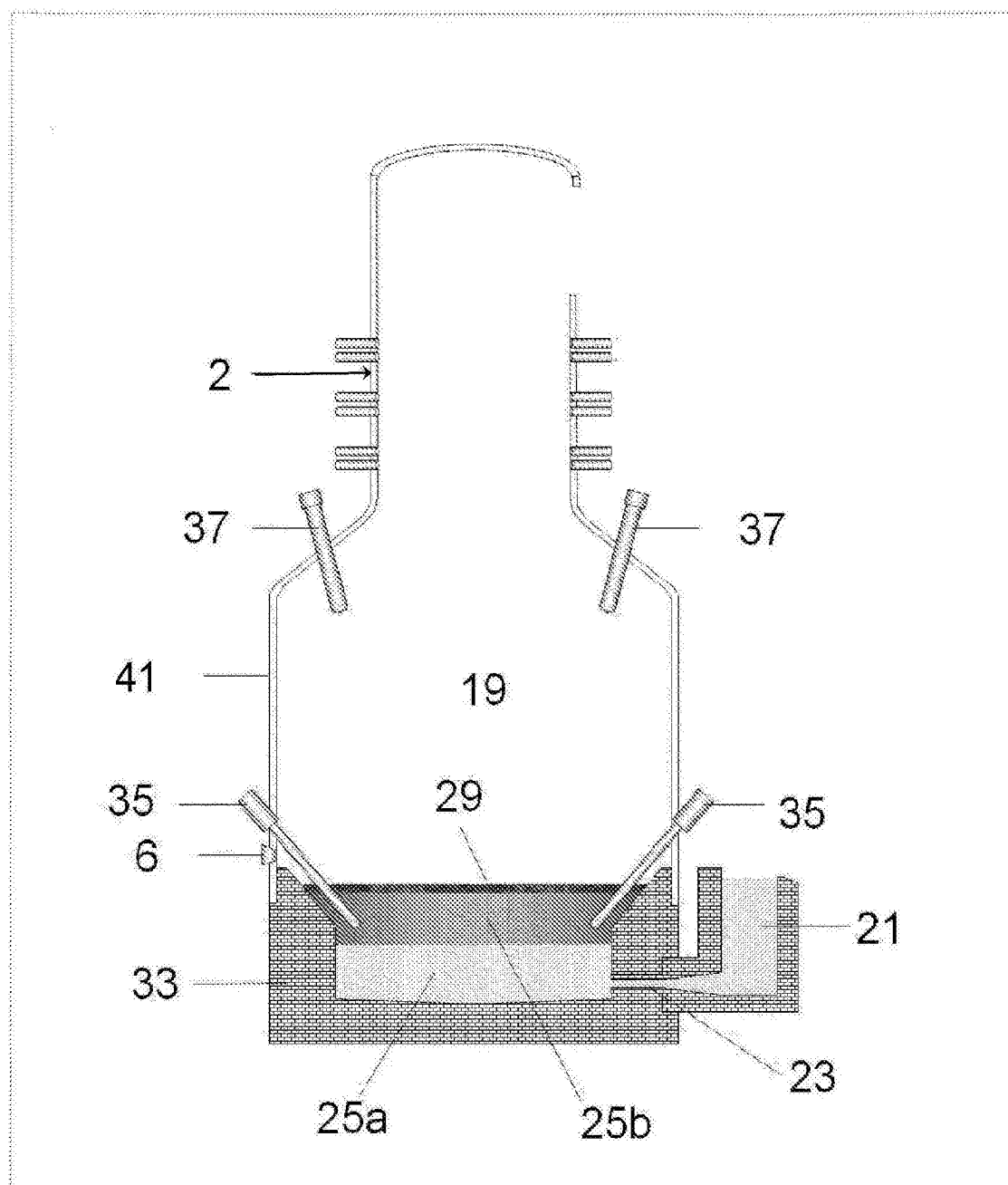


图 2