

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C21B 13/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02809686. X

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1302123C

[22] 申请日 2002.2.28 [21] 申请号 02809686. X

[30] 优先权

[32] 2001. 3. 16 [33] US [31] 09/808,963

[86] 国际申请 PCT/US2002/006109 2002. 2. 28

[87] 国际公布 WO2002/075002 英 2002. 9. 26

[85] 进入国家阶段日期 2003. 11. 11

[73] 专利权人 鲍林·格林公司考尔德伦能源公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 A·卡尔德伦 T·J·劳比斯

[56] 参考文献

CN 1036075C 1997. 10. 8

WO 9827239A 1998. 6. 25

WO 0026420A 2000. 5. 11

WO 9911826A 1999. 3. 11

审查员 吴琛琛

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 周备麟

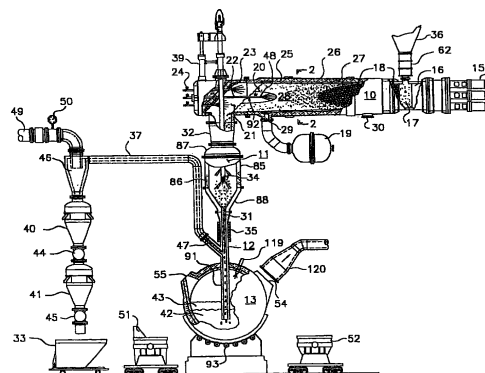
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

实现碳素基冶金的方法和设备

[57] 摘要

一种能量高效的以煤为基础的方法和设备，一台对环境无害的反应器(10)在压力下直接从丰富的煤或其它碳素物料和低成本细粉(或精矿)产生金属化/碳产品和助熔剂融金属，其中该助熔剂融金属没有脉石物料并具有保持显著的热量以供随后处理用的内在优点。



1. 一种在一个或多个室中用碳素物料热处理金属氧化物来产生一种热的金属化或碳产品的方法，其中该一个或多个室中的每一个室有一装料端和一卸料端，该产品随后在一熔炉中熔化而生成熔融金属和熔渣，该方法包括：

将金属氧化物和碳素物料送入所述一个或多个室的装料端并迫使该金属氧化物和碳素物料移向所述一个或多个室的卸料端；

注入一种氧化剂以便利用所述碳素物料中包含的至少一部分能量来释放热能并产生增压的还原气体，以还原该金属氧化物而生成一种热的金属化或碳产品；

从所述一个或多个室将所述热的金属化或碳产品排入熔炉；

加热熔炉中的金属化或碳产品而产生一种热的增压废气、一种熔融金属和熔渣；以及

分离该废气、熔渣和熔融金属。

2. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于：

将该金属氧化物和碳素物料送入所述一个或多个室的装料端，以形成一个芯部，以使该金属氧化物与该碳素物料有效地反应。

3. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该注入一种氧化剂的步骤包括将该氧化剂注入所述一个或多个室的卸料端。

4. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，多个室以组的形式组合在一起，每个室为一独立的组件，以便于按比例增加和维修。

5. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，金属化或碳产品在所述熔炉中的加热包括在所述熔炉中消耗至少一部分碳的步骤。

6. 权利要求 1 中所述的方法，还包括控制压力来将本方法的各步骤维持在平衡中。

7. 权利要求 1 中所述的方法，还包括提供感应加热作为对熔炉的补充加热。

8. 权利要求 7 中所述的方法，包括添加一种氧化剂来补充所述感应加热。

9. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该氧化剂为纯氧。

10. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该氧化剂包括空气。

11. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该氧化剂为富氧空

气。

12. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括在所述一个或多个室的卸料端的下游处提供一个辐射加热区来向被处理的物料反射热能，以便通过辐射传递热量来使所述金属氧化物加速转变为金属化或碳产品。

13. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括借助在所述室的壁中设置的烟道内流过热气体来加热所述室，以借助传导补充加热该室中物料。

14. 权利要求 12 中所述的方法，其特征在于，借助在所述辐射加热区中燃烧气体来在该辐射加热区中引入补充能量，以进一步加速所述金属氧化物的还原。

15. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，所述室中的物料从所述室前进和排放，使得在所述室的卸料端重复地提供新的被处理的物料。

16. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括将该熔融金属和熔渣导入一个容器。

17. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括以浸入方式将该熔融金属和熔渣导入一个容器，从而形成液体密封。

18. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该方法是按环保需要封闭的，以防止发生污染。

19. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，所述室包括一个锥形部分，后者分岔到所述室的卸料端。

20. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该金属氧化物为氧化铁。

21. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，该碳素物料为煤。

22. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括将熔融金属和熔渣与被燃烧而释放热能的气体流一起导入一容器。

23. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括在所述熔炉中使该熔融金属均化。

24. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括将该熔融金属均化扩散到铁中。

25. 权利要求 1 中所述的方法，其特征在于，还包括将该熔融金

属均化扩散到钢中。

26. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 包括利用一支喷枪注入该氧化剂。

27. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 包括利用多支喷枪注入该氧化剂。

28. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 还包括向该金属氧化物和碳素物料加入助熔剂物质。

29. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 还包括向该金属氧化物和碳素物料加入脱硫物质。

30. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 还包括在该金属氧化物中包含至少一部分所述碳素物料以形成一种混合物的步骤。

31. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于, 还包括将所述碳素物料装入所述室而形成一个燃料芯部的步骤。

32. 权利要求 31 中所述的方法, 其特征在于, 还包括将一种氧化剂从所述室的卸料端引向所述燃料芯部的步骤。

33. 权利要求 32 中所述的方法, 其特征在于, 所述氧化剂穿透所述燃料芯部。

34. 权利要求 1 中所述的方法, 其特征在于还包括:

在将该金属化或碳产品排入该熔炉前, 从所述一个或多个室中将所述热的金属化或碳产品排入一容器。

35. 权利要求 34 中所述的方法, 其特征在于, 所述容器有助于维持热量和防止金属化或碳产品的重新氧化。

36. 权利要求 35 中所述的方法, 其特征在于, 还包括先冷却所述容器中的金属化或碳产品, 再将该产品暴露于大气。

37. 权利要求 34 中所述的方法, 其特征在于, 该金属化或碳产品在将其排入所述容器之前先制成团块。

38. 权利要求 37 中所述的方法, 其特征在于, 先冷却该制成团块的金属化或碳产品, 再将该产品暴露于大气。

39. 在一个或多个室中热处理金属氧化物和碳素物料用的设备, 包括:

一个包括一加热室的反应器, 该加热室有一装料端和一卸料端;
一个输送装置, 用于将金属氧化物和碳素物料送入所述室的装料

端并迫使该金属氧化物和碳素物料移向所述室的卸料端；

氧化剂注入机构，适合于注入氧化剂以使碳素物料升高温度并与金属氧化物反应而生成金属化或碳产品；

一台与所述室的卸料端连通的熔炉，适合于接受从所述室来的金属化或碳产品，所述熔炉适合于加热该金属化或碳产品而产生热的增压废气、熔融金属和熔渣；以及

分离废气、熔渣和熔融金属用的机构。

40. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括一个用于接受从所述熔炉来的熔融金属和熔渣的容器。

41. 权利要求 40 中所述的设备，其特征在于，还包括一个用于以浸入方式接受从所述熔炉来的熔融金属和熔渣的容器。

42. 权利要求 40 中所述的设备，其特征在于，所述容器适合于与熔渣分开地放出熔融金属。

43. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，所述室包括一个辐射区，适合于向所述室的卸料端辐射热能。

44. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括适合于平衡系统压力的压力平衡机构。

45. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，所述氧化剂注入机构适合于选择性地前进或后退。

46. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括与所述熔炉按操作关系连接的氧化剂注入机构。

47. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括与所述熔炉按操作关系连接的感应加热机构。

48. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括用于向所述熔炉供给补充热量的机构。

49. 权利要求 48 中所述的设备，其特征在于，所述用于向所述熔炉供给补充热量的机构包括一个感应加热机构。

50. 权利要求 48 中所述的设备，其特征在于，所述用于向所述熔炉供给补充热量的机构包括一个氧化剂注入机构。

51. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，还包括一个适合于注入氧化剂以及燃料的组合氧化剂注入机构。

52. 权利要求 51 中所述的设备，其特征在于，所述燃料是天然

气。

53. 权利要求 51 中所述的设备，其特征在于，所述燃料为粉煤。

54. 权利要求 39 中所述的设备，其特征在于，该输送装置包括一个输送装置，用于将该金属氧化物和碳素物料作为一个芯部送入所述室的装料端。

55. 权利要求 54 中所述的设备，其特征在于，还包括用于由碳素物料形成所述芯部和围绕所述芯部的金属氧化物的机构。

56. 权利要求 54 中所述的设备，其特征在于，还包括适合于将氧化剂引入所述芯部中的氧化剂注入机构。

实现碳素基冶金的方法和设备

技术领域

本发明涉及利用碳素物料从金属氧化物生产金属，该发明受到申请人于1999年2月1日提出申请并转让给技术单位1742的序号为No. 09/241,649的未决申请中所含公开内容的推动。特别是本发明还包括对该参考申请中所公开的主题的进一步发展，尤其是关于原料的输送、原料的加热和这些原料彼此间的反应。此处也公开了关于熔融操作和排渣操作的补充开发，以便提供一种高效的一体化的工艺和设备来实现这些操作，这些操作在金属的生产中对环境无害而成本有竞争力。

背景技术

众所周知，将金属原料处理成铁族金属和非铁金属产品的已有方法在财政、操作和维护上是效率不高的、污染的和非常费钱的。其次，还有涉及危害健康的问题，这些问题由于暴露于极高温与吸入有害灰尘和污浊气体而影响这些领域中的工人。

本文公开的方法和设备对各种金属矿石如铁矿、铝矿、铜矿等包括这些金属物料的粉尘、废料和回炉物料的处理都能应用。因为铁矿在冶金学领域内是一种占优势的原料，所以，作为例子，本发明的公开内容将集中在铁矿石的称为“碳处理”的处理方法上，该法用一种碳素物料如煤来产生一种铁/碳产品，该产品用称为“氧化熔融”的氧化剂来熔融而制成熔铁。

发明内容

本研究的主要目的是提供一种减少温室气体的能量高效的方法和设备。

本发明的另一目的是提供一种环境密闭的方法和设备，它们易于被各种组织包括环保机构和公众所认可和接受。

本发明的又一目的是提供一种实施该发明的功能上高效的方法和设备，以便生产一种低成本的产品，使企业能够在竞争的全球市场上生存发展。

本发明的又一目的是提供一种只需低投资的方法和设备，使企业

能够供得起设施的资金和创造就业机会。

本发明的又一目的是提供一种从危险的工作条件的观点和对健康长期有害的影响两者来看均对工作人员无害的方法和设备。

本发明的其它目的将见于后随的描述和附属的权利要求书。需要参照的附图描述实施这种制造金属块体的方法的某些设备构造，这些设备涉及生产直接还原的铁、热的团块铁、铁/碳产品和熔铁形式的铁。熔铁可以随后在熔融时直接转换成钢或铸成生铁，然后冷却钢或生铁并将其作为固体运到加工厂。可以理解，本文公开的方法和设备不限于处理铁基物料。

本发明的第一方面提供一种在一个或多个室中用碳素物料热处理金属氧化物来产生一种热的金属化或碳产品的方法，其中该一个或多个室中的每一个室有一装料端和一卸料端，该产品随后在一熔炉中熔化而生成熔融金属和熔渣，该方法包括：将金属氧化物和碳素物料送入所述一个或多个室的装料端并迫使该金属氧化物和碳素物料移向所述一个或多个室的卸料端；注入一种氧化剂以便利用所述碳素物料中包含的至少一部分能量来释放热能并产生增压的还原气体，以还原该金属氧化物而生成一种热的金属化或碳产品；从所述一个或多个室将所述热的金属化或碳产品排入熔炉；加热熔炉中的金属化或碳产品而产生一种热的增压废气、一种熔融金属和熔渣；以及分离该废气、熔渣和熔融金属。

本发明的第二方面提供在一个或多个室中热处理金属氧化物和碳素物料用的设备，包括：一个包括一加热室的反应器，该加热室有一装料端和一卸料端；一个输送装置，用于将金属氧化物和碳素物料送入所述室的装料端并迫使该金属氧化物和碳素物料移向所述室的卸料端；氧化剂注入机构，适合于注入氧化剂以使碳素物料升高温度并与金属氧化物反应而生成金属化或碳产品；一台与所述室的卸料端连通的熔炉，适合于接受从所述室来的金属化或碳产品，所述熔炉适合于加热该金属化或碳产品而产生热的增压废气、熔融金属和熔渣；以及分离废气、熔渣和熔融金属用的机构。

附图说明

图1表示用于实施本方法的设备，该法制造一种金属化/碳产品，该产品而后熔化而成为熔融金属。

图 2 是图 1 中所示的反应器在线 2-2 处截取的截面图，反应器内进行碳处理。

图 3 是图 1 中所示的反应器室的改型。

图 4 是图 1 的端视图，表示排入单独一台熔炉/均化器的多个反应器。

图 5 是生产直接还原的铁块体和在其卸入大气环境中之前将其冷却的构型。

图 6 是生产在将其卸入大气环境中之前先制成团块的铁块体的另一构型。

图 7 表示将热的还原的金属块体卸入一个绝缘的且密封而保存能量和防止重新氧化的容器中。

图 8 用顺序的步骤 8-1 至 8-6 表示将物料送入该系统，这些步骤表示该设备实现输送的各个位置，其中产生一个燃料芯部和周围的待还原矿石。

图 9 是沿图 8 中线 9-9 处截取的截面图。

具体实施方式

在详细描述本发明之前，可以理解，本发明不限于附图中例示的细节或部件配置，因为本发明可以利用其它实施例来操作。也可以理解，本文所包含的术语只为了描述，并不起限制作用。

参照图 1，标号 10 表示一个反应器，其中用煤处理铁矿石而制成铁/碳产品；矿石的这种处理今后称作“碳处理”。标号 11 表示一台熔炉/均化器，其中用氧化剂熔化铁/碳产品而产生熔铁和矿渣，今后称作“氧化熔融”。用 12 表示的竖管连接在熔炉/均化器 11 上。用 13 表示的金属容器用于接受熔融金属和矿渣。参照图 4，一个包含原料的贮存系统用 14 表示；该系统包括分别贮存进给物料如矿石、煤和熔剂的料斗 58、59 和 60。当进给物料送向锁紧料斗 36 时，一个用 61 表示的原料混合器用于混合进给物料，锁紧料斗 36 顺序装有上阀 84 和下进给控制器 62。

回头参照图 1 来更详细地描述该能够实施本方法的结构，反应器 10 包括一个用 15 表示的推动装置，该装置在反应器 10 的装料端装有推杆 16，用于将从料斗 36 降落的混合装料推入空腔 17。由推动装置 15 驱动的推杆 16 压紧装料并将其推进到沿长度成锥形的处理室 28

中。处理室 28 连接在空腔 17 上并由压力壳 26、绝缘体 27 和壁加热部件 25 形成。燃料器 19 又通过入口 29 与加热元件 25 连通。加热元件 25 装有用图 2 中标号 53 表示的通道；这些通道用作引导热气从燃烧器 19 通过入口 29 沿处理室 28 的长度通过通道（烟道）53 流动并经过出口 30 流出的导管。室 28 的卸料端 20 附着在弯管 21 上。弯管 21 设计成具有绝缘衬里并被包含在压力外壳内的反射壁 23，以便形成一个对着在卸料端 20 处碳处理的物料反射强热能的辐射区。一个第一喷枪（或多个喷枪）22 安装在弯管 21 内；喷枪 22 适合于向着被处理物料推进或从其退出。控制器 24 用于控制空气/氧和冷却剂以使喷枪 22 操作。喷枪 22 也可以含有用于起动目的的燃料。

反应器 10 利用转换导管 32 与熔炉/均化器 11 连通，转换导管 32 引导被还原的物料（铁/碳产品）从室 28 流向包括壳 85、衬里 86、顶部 87 和底部 88 的熔炉/均化器 11。第二喷枪 34 用于提供空气或氧形式（或两者组合）的氧化剂，以便与铁/碳产品中的碳和过程中产生的气体反应而提供熔化铁/碳产品中的被还原的铁所需的热量，从而产生熔化的铁 42 和浮在熔化的铁 42 顶上的熔化的矿渣 43。保持冷却的喷枪 34 利用起重机 39 升降，以调整其对熔炉/均化器 11 内的工作高度的水平。安置在熔炉/均化器 11 底部的排出孔 31 连接在竖管 12 上。气体、助熔剂铁和助熔剂渣通过排出孔 31 流动。竖管 12 上设置废气排出管 47 以使该气体的侧流转向而控制，排出管 47 通过收集总管 37 引向旋风收尘器 46。熔铁和熔渣落入容器 13 而大量气体随铁和渣流动。与排出管 47 连通的收尘器 46 从废气中除去细粒物质。收尘器 46 的底部装有冲击料斗 40，后者通入锁紧料斗 41；控制阀 44 和 45 锁住和松开锁紧料斗 41 以便将收集的细料物质排入储存斗 33 而与装入反应器 10 的物料再循环。控制熔炉/均化器 11 和反应器 10 和竖管 12 的背压的压力控制器 50 安置在收尘器 46 的下游；侧流通过导管 49 离去，以便在未示出而在该技术中已知的气体处理设施中进一步处理。

熔炉/均化器 11 的底部 88 做成锥形，其排出孔 31 与竖管 12 连通，竖管 12 又以浸入方式与金属容器 13 连通。感应加热线圈机构 35 提供辅助热量以保证熔融金属和熔渣离开熔炉/均化器 11 时不会凝固。在凝固发生时（特别当熔炉/均化器 11 关闭时），感应加热机构

受激而熔化铁和渣。竖管 12 的衬里用与感应加热机构 35 耦合的材料制成。金属容器 13 包括一个衬里室，适于围绕滚柱区段床 93 转动而通过嘴孔 55 将熔铁 42 倒入钢水包 51 和通过喷口 54 将熔渣 43 倒入罐 52。

参照图 3，标号 10 为修改的构型，其中沿加热室 28 的长度的加热元件 25 已省去。在该构型中热量通过喷枪 22 输入，喷枪 22 适合于在点燃后利用氧化剂打孔进入加热室 28。喷枪 22 装有喷头 48，喷头 48 可以有沿多个方向注入氧化剂的多方向喷嘴。喷枪 22 设有辅助氧化剂孔 92 以燃烧混合物中煤和焦炭以及装料中煤产生的气体。加热室 28 可以做成复合结构，部分用金属 117 制成，部分用难熔材料 27 制成。

再参照图 4，其中多个反应器 10 并排安装而形成反应器组 104，反应器 10 将铁/碳产品排入共同的熔炉/均化器 11。安置在地面上的反应器 10 用作备品。起重机 63 可以加入而为反应器组 104 服务。

在图 5 中，本发明的构型做成能制造能够离位熔化的直接还原铁（DRI）或铁/碳产品。反应器 10 带有下游的冲击式料斗 64，后随冷却器 65。冷却器 65 可以采取若干已知途径之一，包括冷却螺旋进料器 38。冷却器将冷却的 DRI 或铁/碳产品送入冲击料斗 66。在冲击料斗 66 下面，锁紧料斗 67 能够以密闭方式将产品 DRI 或铁/碳产品利用阀 68 和 69 排入大气环境中并输送带 70 上。一台与图 6 中所示的旋风收尘器 95 相似并在下面描述的旋风收尘器可以用于分离夹带的细粒物质。

参照图 6，10 为反应器而 21 为弯管。弯管 21 下面设置一个转换导管 94，通过它经下水管 73 将碳处理过的物料排入热压块机 71，后者适合于从碳处理的物料制成团块。压块机 71 下游设置一个螺旋进料器 72 以控制送入压块机的进料。压块机 71 下面设有后随锁紧式料斗 75 的冲击式料斗 74，将成形的团块排入大气环境中并输送带 70 上。阀 76 和 77 用于锁住和脱开锁紧式料斗 75。

邻近转换导管 94，利用管子 78 安装旋风收尘器 95，使得热气体通过旋风收尘器 95，以便从气体中除去细粒物质。转换导管 94 装有冲击表面如级联挡板 89 以破碎该热处理过的物料来释放多余的细粒物质；此类物质仍然夹带在废气中，在旋风收尘器 95 中解脱。旋风

收尘器 95 装有压力控制机构 98, 而冲击式料斗 96 后面随有锁紧式料斗 97。收集罐 79 设置在锁紧式料斗 97 下面, 用于接收从气体除去的细粒物质, 后者被再循环 (未示出)。

参照图 7, 在锁紧式料斗 75 下面可以设置一个箱子 118 以包含铁/碳产品并用任一已知机构如起重卡车运送以供进一步处理。箱子 118 设计成绝缘的, 能接受热产品, 以便保持热能并防止产品重新氧化。

现在参照图 8 来描述输送被金属矿石围绕的碳素物料芯部的构造。物料贮存装置 80 包括包含碳素物料 (燃料) 的料斗 81 和包含矿石的料斗 82。进给器 101 和 102 分别控制从料斗 81 和 82 来的燃料流和矿石流。阀 103 和 105 用于锁紧式料斗 81 而阀 104 和 106 用于锁紧式料斗 82。在物料贮存室 80 的底部设有装料管 83, 其一侧是装料装置 90 而另一侧是反应器 10。装料装置 90 由推杆 99 和推动柱塞 100 组成, 推杆 99 由驱动机构如汽缸 107 推进和退回, 而柱塞 100 由驱动机构如汽缸 108 推进和退回, 从而对推杆 99 或柱塞 100 提供独立的运动, 柱塞 100 安置在环体形的推杆 99 内, 推杆又安置在装料管 83 内。推杆 99 通过一个装料孔 109 而允许燃料当柱塞 100 位于退回位置时落入空腔内。在详细描述后随的形成芯部的操作时, 将借助图 8-1~8-6 公开更多的说明。

操作详述

在此处公开的方法和设备的操作的说明中, 将描述如下:

(i) 送入矿石和煤的方式以及加热用于对矿石进行碳处理以产生金属化/碳产品的物料的方式; 以及

(ii) 通过氧化熔融来熔化金属化/碳产品以产生熔融金属。

关于在装料的金属氧化物 (矿石) 中形成燃料芯部的碳处理方面, 参照图 8 (其顺序的图 8-1~8-6) 和图 9。在图 8-1 中, 推杆 99 和柱塞 100 处在前进位置, 燃料芯部用 110 表示, 围绕芯部的氧化物用 111 表示。柱塞 100 利用汽缸 108 退至图 8-2 中的所示位置而推杆 99 保持在前进位置。一定计量的燃料 (煤) 112 通过装料孔 109 落入空腔 113 内。然后部分推进柱塞 100 以推动燃料 112 向着在上一周期期间已装料和压实的燃料芯部, 如图 8-3 所示。其次, 利用汽缸 107 的全冲程退回推杆 99 而柱塞 100 停在部分前进位置上。如图 8-4 所示, 一定计量的氧化物 114 落入围绕柱塞 100 的空腔 115。跟随该步

骤，推杆 99 和柱塞 100 两者同时前进；起初，松散的物料被压实，如图 8-5 中 116 所示，而当推杆 99 和柱塞 100 继续前进时，燃料和氧化物完全被压实，芯部在氧化物内形成而氧化物完全包围燃料芯部；推杆 99 和柱塞 100 两者的行程在压实后保持前进，而反应器 10 的全部内容物开始移动而形成从反应器 10 的卸料端排放的金属化/碳产品，如图 8 中所示；当推杆 99 和柱塞 100 完成全冲程到达前进位置时，此产品的排放停止。在推杆 99 和柱塞 100 的冲程结束时，推杆和柱塞的关系示于图 8-6 中，与图 8-1 中所示相同。在此时周期完成。燃料芯部 110 的形成是周期性进行的，形成提供被氧化物 111 围绕的芯部 110，如图 9 中截面图所示。因此这种重复的周期提供一个沿反应器 10 的室 28 的长度的被氧化物包围的燃料芯部。

参照图 1、3、4 的碳处理的操作如下：

假定本方法已处于稳定状态和在压力下，而物料输送系统 14 中所含的矿石（最好为细精矿形式）、煤和助熔剂成比例混和并作为混合物通过料斗 36 送入处理室 28 的空腔 17。然后通过推动装置 15 驱动推杆 16 将混合物压实到如反应器 10 的装料端处密实表示（标号 18）的基本上不渗水。当混合物推进到反应器 10 的室 28 中时，用下述加热方式中任何一种方式加热，即：辐射、导热、对流或这些系统的任意组合，来使气体从煤中放出，使混合物具有不渗水性，从而迫使气体在室 28 内向着卸料端 20 流动。这些气体的一部分在卸料端燃烧而提供一个高度辐射区来将强热能反射给混合物，从而将混合物加热到使矿石中的氧与煤中释放的高还原性气体和/或与煤中残留的碳反应而将矿石还原到金属铁。为了增加传送给混合物的热量，提供如喷枪 22 的多个喷枪，当物料混合物在室 28 中推进时，这些喷枪能将空气、氧气或两者的组合形式的氧化剂注入室 28 内的物料混合物。这些喷枪还能利用冷却剂保持冷却，也能前进和后退，以提供最佳的热能输送。氧化剂喷枪注入的变化形式也可以采取透入混合物本身的方式（如图 1 和图 3 所示），利用补充的供燃料后用的氧化剂流来进一步强加输入混合物的热量。在没有提供通过室 28 的壁的传导热的情况下，喷枪 22 可以取氧-燃料（煤、天然气或石油）燃烧器的形式来起动燃烧，并考虑到一旦煤气和煤中碳的点燃稳定那么从喷枪的燃料输入就关掉，而煤及其燃气提供持续反应所需的热能，从而产生排

入熔炉/均化器 11 的铁/碳产品。另一种配置可以是通过喷枪 22 提供燃料如向矿石注入粉煤或此处描述的和该技术中已知的其它配置的组合。

用本法制成的铁/碳产品与铁矿石的散装密度特别与熔融金属相比是相当轻的；其次，铁/碳产品的尺寸当从其从反应器 10 排放时是各种各样和不均匀的。当这样的产品排入含有熔融金属和矿渣的熔炉中时，铁/碳产品往往浮在矿渣和熔融金属的顶上，由于铁/碳产品不能容易地进入溶液而导致降低生产率和损失能量。因此提供一种没有熔融金属和熔渣池的也用作均化器的采取熔炉/均化器 11 形式的熔炉，当形成熔融金属和熔渣时该炉能将其排出。

现在参照图 1 描述金属化/碳产品的氧化熔融。在熔炉/均化器 11 中，喷枪 34 提供氧化剂来熔化从反应器 10 经下导管 32 送来的热的铁/碳产品。氧化剂与从碳处理步骤来的气体和碳反应而导致强烈的能量释放，该能量熔化铁/碳产品中的铁、原为氧化铁一部分的矿渣、煤灰以及用作添加剂的助熔剂/脱硫剂物质，导致形成熔铁和熔渣，该组合物质与产生的各种热的增压气体一起通过排泄孔 31 连续地离开熔炉/均化器 11。这些流过排泄孔 31 的气体保持熔铁和熔渣流出熔炉/均化器 11 并利用竖管 12 流入容器 13，竖管 12 的尖端浸入容器 13 内的熔融金属中；这种浸入提供一种保持系统中压力的液体密封。

当反应器 10 中碳处理期间产生的气体和熔炉/均化器 11 中氧化熔融期间产生的气体与熔融金属和熔渣一起被导入容器 13 时，利用控制阀 50 使反应器 10、熔炉/均化器 11 和竖管 12 中的背压力保持平衡，容器 13 中这些气体从浴中冒泡逸出且由于通过喷嘴 119 注入氧化剂而燃烧并释放补充热量。废气收集在罩 120 中用于未示出但在该技术中已知的处理。这些气体中夹带的金属粉尘、碳和灰由于用作湿洗涤器的浴而留在浴中，这提高了熔融金属的产率。流过总管 37 的这些气体的侧流利用阀 50 用于压力控制并通过排放管 47 导入旋风收尘器以供处理。旋风收尘器 46 中分离出的粒状物质与原料一起再循环，而如果需要，利用感应加热 35 在竖管 12 中保持辅助热量。反应器 10 和熔炉/均化器 11 中的操作有意保持还原性，以防铁的再氧化并尽可能减少 NO_x 和 CO_2 的生成，同时提供高效的脱硫条件以除去从煤中产生的硫。

至于本发明对非铁金属的应用，可以采用对本公开内容的变化方式；但是，这种意图并不偏离本公开的精神。总之，我们认为本发明对传统的实践/冶金学提供了主要的改进，本发明能够使用低成本的原料，而且是能量高效的、对环境无害的并只需低的投资。

