



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 88107051.3

[51] Int.Cl⁴
F01K 23/10

[43] 公开日 1989年10月11日

[22] 申请日 88.8.31

[30] 优先权

[32]87.8.31 [33]US [31]091427

[32]88.2.8 [33]US [31]153242

[32]88.8.22 [33]US [31]234914

[71] 申请人 北方州份电力公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 约翰·M·利托

雷蒙·L·史密夫

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司
代理人 杨松龄

C21B 13/02 C10B 57/02

说明书页数: 25 附图页数: 6

[54] 发明名称 生产能量和铁钢材料的联合方法

[57] 摘要

本发明提供一种由煤高效生产电能的方法和设备,而且同时提供一种在生产铁或钢以及从煤萃取有用物质例如油类时的较廉价步骤。在第一级中,煤的液化/热解工序用于除去挥发性物质以及形成极低挥发性的碎焦。煤的碎焦料最好制成球团,在铁还原和熔炼的第二级中作为还原剂使用。铁的还原和熔炼操作最好在一座增压冲天炉中进行,而高压的热产出气体直接和/或间接用于第三级中的电能生产,并产生用于推动第一和第二级中某些部分的蒸汽。

权 利 要 求 书

1. 一种具有比较高效燃料利用的生产电能的方法，所说的方法包括下列步骤：

(a) 提供一种煤燃料；

(b) 对上述煤燃料进行液化过程，以去除其中的油和挥发性物质，从而产生煤的碎焦产物；

(c) 在一个为还原和熔炼铁料以及产生热产出气体的过程中使用上述煤的碎焦产物，以及

(d) 由上述热产出气体生产电能。

2. 根据权利要求1的方法，其中：

(a) 上述液化步骤包括用一种溶剂萃取上述煤燃料，接着进行热解。

3. 根据权利要求2的方法，其中：

(a) 上述溶剂选自包括水和有机酚类的组；以及

(b) 上述热解包括在至少约 600°C 的温度下处理萃取过的煤燃料，以驱除其中的挥发性物质。

4. 根据权利要求1的方法，其中：

(a) 在还原和熔炼过程中使用上述煤的碎焦产物的上述步骤包括将至少一部分上述煤的碎焦产物与氧化铁材料混合而形成球团，这种混合是在有为还原上述材料中的铁的空气存在下进行的。

5. 根据权利要求4的方法，其中：

(a) 上述加热步骤包括在冲天炉中加热到至少 1370°C。

6. 根据权利要求5的方法，其中：

(a) 上述在冲天炉中的加热步骤包括在至少 345000 帕斯

卡压力下加热。

7. 根据权利要求4的方法，其中：

(a) 上述混合包括用上述碎焦产物与上述铁料和一种粘结剂混合，该粘结剂选自包括二氧化硅、烧制石灰、水及其混合物的组。

8. 根据权利要求1的方法，其中：

(a) 由上述产出气体生产电能的上述步骤包括使上述产出气体流过一台气体涡轮机以产生电能，然后流过一台锅炉以产生蒸汽；至少上述蒸汽的一部分用于驱动涡轮机而生产电能。

9. 根据权利要求8的方法，其中：

(a) 上述液化步骤包括用一种热溶剂萃取上述煤燃料，接着热解；以及

(b) 为加热上述热溶剂和推动上述热解的能量至少部分由在利用上述产出气体的上述锅炉中产生的上述蒸汽来提供。

10. 根据权利要求9的方法，其中：

(a) 在还原和熔炼过程中使用上述碎焦产物的上述步骤包括：

(I) 气化上述煤的碎焦产物；以及

(II) 使来自上述煤的碎焦产物的煤气通过氧化的铁料。

11. 根据权利要求10的方法，其中：

(a) 气化上述煤的碎焦产物包括在有石灰存在时加热该物质。

12. 根据权利要求11的方法，包括：

(a) 使上述铁料进入一个上述煤的碎焦产物在其中气化的室并在该室中熔炼上述铁料；以及

(b) 为生产钢而将矿物和气体引入上述铁料的步骤包括：在上述铁料通过上述熔炼而还处于熔融时，将上述气体和矿物引入该铁料。

13. 按照权利要求6的方法，其中所述压力是1700000—2100000帕斯卡。

14. 根据权利要求6的方法，包括一个将还原熔融铁料的顶部压力降至接近大气压的步骤。

15. 根据权利要求14的方法，其中降低熔融铁顶部压力的上述步骤包括在冲天炉内利用气体压力的步骤，以迫使上述熔融铁料沿一个垂直排放装置向上移动，结果由于该熔融料上升，熔融铁的顶部压力降低。

16. 根据权利要求15的方法，其中上述顶部压力降低的步骤还包括加热上述垂直排放装置，以使上述熔融铁料保持可流动的状态。

17. 根据权利要求1的方法，其中来自步骤(b)的上述煤的碎焦产物被作为活性炭使用，接着上述使用后，该碎焦在步骤(c)的还原中使用。

18. 根据权利要求1的方法，其中上述铁料包括废铁。

19. 一种包括用于较高效地从煤燃料生产铁产品的设备的动力厂，该厂包括：

(a) 一个煤液化设备，包括一个为从上述煤燃料中萃取出油类而设立和配置的蒸压器装置和一个为从上述煤燃料中去除挥发性物质，形成煤的碎焦产物而设立和配置的热解系统；

(b) 一个为利用上述煤的碎焦产物还原氧化铁料而设立和配置的熔炼炉装置，该熔炼炉装置包括用于形成热产出气体的装置；并且该熔炼炉包括从形成的熔融铁中生产钢的系统；

(c) 一个被上述热产出气体分别驱动以生产电能而设立和配置的涡轮机系统；

(d) 一台为从上述热产出气体产生热蒸汽而设立和配置的蒸汽锅炉；以及

(e) 一个与上述煤液化系统相结合而设立和配置的热交换器装置，结合的目的在于至少部分使用所述蒸汽锅炉产生的热蒸汽推动该液化系统。

20. 根据权利要求19的动力厂，包括使上述熔炼炉增压至大约1700000—2100000帕斯卡的装置。

21. 一种在金属还原过程中使用的设备，所说的设备包括：

(a) 一个可在大于大气压的压力下操作的冲天炉，所说的冲天炉包括一个用于还原上述金属的塔区和一个用于收集上述还原金属的底部区；以及

(b) 一个垂直排放装置，包括：

(I) 一个浸入在上述底部区所收集的上述熔融金属中的入口。

(II) 一根从上述底部区竖起的垂直导管；以及

(III) 一个安置在上述底部区中的所述垂直导管的排出口，利用上述操作压力迫使熔融金属沿上述垂直排出装置向上移动，结果由于上述熔融金属上升，该金属的重量抵销上述压力，因而随所述金属上升，上述压力下降，直到上述顶部压力等于大气压，使得上述金属可以利用常规方法进一步操作。

2.2. 根据权利要求21的设备，包括使上述熔炼炉增压至大约1700000—2100000帕斯卡的增压装置。

23. 根据权利要求21的设备，包括：

(a) 一个精炼单元，其中包括用于引导来自上述冲天炉底部区的熔融铁料流的装置；该精炼单元包括选择地输入矿物和气体料的装

置：以促进由其中的熔融铁料生产成钢。

24. 根据权利要求21所述的设备，其中所述的垂直排放装置包括使上述金属保持熔融流动状态的装置。

25. 根据权利要求24的装置，包括一个可垂直调节的顶部排出口，用于调节上述顶部排出口上升的高度，以使上述熔融金属在接近大气压的顶部压力下流出该顶部排出口。

26. 根据权利要求24的装置，其中上述可垂直调节的顶部排出口包括用于根据上述冲天炉的操作条件而进行调节的装置。

27. 一种用于金属还原过程的设备，该设备包括：

(a) 一个可在高于大气压的压力下操作的冲天炉，该冲天炉包括一个用于还原上述金属的塔区和一个用于收集上述还原金属的底部区；

(b) 一个多室精炼单元，包括第一和第二垂直布置的彼此隔开的反应室；

(I) 上述第一反应室是一个上室，并包括为选择性液流与上述冲天炉底部区联通而设置的内浇口装置；

(II) 上述第二反应室是一个通常紧靠所述上室下方安置的下室；

(III) 上述第一室和第二室的每一个包括与其相连的排渣装置；

以及

(IV) 上述第一室和第二室的每一个包括用于将精炼物料引入处于室中的熔融料中的装置；以及

(c) 其中所述的多室单元包括供在单元中精炼的金属料选择性地上述上室和下室之间流过的浇口装置。

28. 根据权利要求27的设备，其中：

(a)所述的多室精炼单元适合接收来自上述冲天炉底部区的基本上连续流动的料流；上述多室单元包括第一和第二横向彼此隔开的料流室；

(I)上述第一料流室适合于基本连续接收来自上述冲天炉的料流，并用于使料流基本上连续流到上述第二室；

(II)上述第二料流室适合于接收来自上述第一室的料流，以及适合于精炼过的金属产物从室中基本上连续向外流出；

(III)上述第一和第二室的每一个都包括使渣从室中排出的装置；以及

(IV)上述第一和第二室的每一个都包括用于选择性地将气体和矿料引入室中的装置。

29. 一种较高效地利用燃料生产电能的方法，该方法包括下列步骤：

(a)提供一种煤燃料；

(b)对上述煤燃料进行液化过程，以除去其中的油和挥发性物质，从而产生煤的碎焦产物；

(c)在高于大气压下，在一个为还原和熔炼铁料并形成热产出气体的过程中使用上述煤的碎焦产物，该热产出气体具有高于大气压的压力；

(d)利用上述具有高于大气压压力的热产出气体生产电能；

(e)降低来自步骤(c)的还原的熔融铁料的顶部压力至接近大气压，以便安全和方便地控制上述熔融铁料。

30. 根据权利要求29的方法，其中步骤(c)在大于345000帕斯卡的压力下进行。

3 1. 根据权利要求 2 9 的方法, 上述降低熔融铁顶部压力的步骤包括利用气体压力迫使上述铁料沿垂直排放装置向上移动的步骤, 结果随上述熔融铁料上升, 上述顶部压力降低, 因而当上升至上述垂直排放装置的顶部排出口时, 降低了上述铁料的顶部压力。

3 2. 根据权利要求 3 1 的方法, 其中上述顶部压力降低的步骤还包括加热上述垂直排放装置, 以使上述熔融铁料保持在自由流动状态。

生产能量和铁钢材料的联合方法

本发明涉及热电能生产。尤其本发明涉及由煤生产能量。一种联合方法包括，借助在液化过程或步骤中处理煤燃料，以除去其中有用的油类和类似的物质。结果产生的低挥发性碎焦然后用于铁的还原和熔炼过程。在高温下铁的精炼过程中产生气体产物。这些气体被直接和/或间接用于动力涡轮机而生产电能。尤其整个过程涉及一个系统，该系统的优点是利用各个单独步骤或级的特性，以促进整个能量的相对高效率的过程。在一个优先选择的应用中，由铁的还原和熔炼过程的产物生产钢。

在一种有利配置的方案中，铁在高于大气压下被还原，在压力下所产生的气体可更有效地用于动力涡轮并产生电能。本发明论述了在压力下处理熔融金属的有关问题。

在最近十年中，高效并较廉价地生产电能已成为一个较重要的问题。在各种类型的发电厂中，燃煤发电厂已经特别流行和广泛使用。其理由包括能较好地适应各种场地，以及可以较广泛地利用较廉价的燃料。

在常规的煤燃烧系统方面的问题涉及燃料利用的一般方法学。在一种典型系统中煤被简单地燃烧，而废物被扔掉。这导致了两个实际问题。第一，煤燃料中往往包含比较有用的有机成分，它能被分离和精炼出有用的油类制品，例如柴油机燃料或类似的物质。具有代表性的是，在一般工厂这些成分仅仅作为一种廉价燃料与煤的残余物一起被燃烧。显然，这是作为一种自然资源煤的不良利用。

第二，一般系统通常需要较高等级的燃料煤。例如，其中含有相

当数量钠的煤是不易利用的，因为它不能完全燃烧。如果煤中的上述物质先从其中分离出来，低等级的煤就可作为燃料源被有效地利用。

煤的液化方法，也就是从煤中除去挥发性物质的方法是众所周知的。但是，上述方法通常不被实际用于作为燃料产生电力的煤。对此一个较重要的原因是，作为结果产物的煤的碎焦已不是一种合乎需要的燃料。虽然上述碎焦有足够的能含量，但通常它在一般锅炉中却不能完全干净地燃烧掉。因而这种碎焦的应用已受到动力公司的低制。

煤一般以冶金焦炭的形式也在炼钢工业中应用，例如用于还原金属的，如铁的氧化物。在一个已知方法中，将煤制品与水、二氧化硅、烧过的石灰石和铁燧岩一起制团并在高温炉如冲天炉中进行处理。迄今这种生产金属铁的方法仅受到极少的注意。

已经需要有一种更有效地生产能量的方法，这种方法利用作为主要燃料源的煤和煤制品。更详细地说，已经需要有一种能量生产方法，在这种方法中，与煤燃料简单的天然燃料价值不同，煤燃料的价值得到更有效更实际的利用。例如用在铁的精炼和锅炉的运转中。一种特别有用的方法可能是在其中作为能量生产的付产品而生产钢的方法。

如果铁在高于大气压下被还原，由于输出的气体具有较高的，能取出用于发电的能量，因而提高了效率。而热效率也得到提高，并且获得高的气体浓度和较快的反应速率，因而导致更完全的还原。高压冲天炉只需要较小的用于输出气体净化的容器，从而为脱线观测（off—Sight）装置创造条件并且成本更低。由于熔融金属在压力下出现特殊的操作问题，所以过去避免应用加压还原。

因此本发明的任务是：提供一种由煤燃料生产电能的方法，其中在煤作为燃料使用之前除去其中的油成分；提供这样一种方法，其中

在液化过程后，作为反应产物的煤的碎焦制品用于氧化铁的还原和熔炼过程；提供这样一种方法，其中在铁精炼期形成高压热气体产物，当该气体通过一个涡轮设备时可用于生产电能；提供这样一种方法，其中涡轮设备最好包括（按顺序）一台利用来自铁精炼过程的气体驱动的燃气涡轮机，和一台利用在锅炉中产生的蒸汽推动的蒸汽动力发电机，该锅炉由来自燃气涡轮机的热废气加热；提供一种方法，其中由铁精炼过程使用的煤的碎焦产生的热废气加热的锅炉所产生的蒸汽，被部分地用作煤液化的热源。以便最初产生碎焦材料；提供一种综合方法，该方法用于生产油类制品，还原氧化铁以及生产电能，该方法利用煤作为最初的燃料源和还原剂来源；以及提供这样一种方法，该方法有较高的能量效率并比较容易实现，并且特别好地适于它所推荐的应用。本发明的其它任务是，提供一种综合的方法，该方法包括一个利用熔炼过程产物生产钢的步骤。按照一套有利的设备，本发明的进一步任务是，提供一种在高于大气压的压力下还原铁的方法，从而在压力下产生的热输出气体可以在电能生产的另一个步骤中使用。在压力下的该输出气体具有较高的能量，因而更有效地实现能量生产；以及提供这样一种方法，其中熔融金属在压力下利用自身的压力向上压向一个垂直排放装置，从而利用金属的重量来抵销压力并使金属在其压力接近大气压的高度排出。从下列描述并参考有关附图可看出本发明的其它任务的优点，而附图是按照所阐述的方法和本发明的各种实施和应用的例子提出的。

本发明涉及一种综合方法和为在一种高效方法中利用煤而设计的工厂，在该方法和工厂中生产能量并实现低成本的铁的精炼。另外，可从燃料源中提取有价值的油类制品，可以在各种工业，包括燃料工

业例如柴油燃料工业中加以应用。该综合方法可以分为多个单独步骤和级；但是，由详细的描述将会理解，一些优点来自将各个级构成一个高效的相互依赖的系统。其中来自不同级的能量以较有效的方式被利用，以帮助推动其它步骤和级。这由下面详细描述图解说明是很容易明了的。结果是用较低费用提供一个生产油，精炼铁和生产能量的综合利用工厂。在一个具体设备中，来自铁精炼步骤的产品用于炼钢工序。

可以理解，在高于 50 磅/平方英寸（绝对压力）的压力下精炼铁有一个附加的好处，即在压力下产生输出气体。由于这些增压气体比大气压下的气体有更多的能量，因此驱动涡轮机时能产生更多的能量，所以这些增压气体是合乎需要的。在增压精炼过程中，与控制增压熔融金属有关的问题已不受所采纳的这种设备的限制。在一种有利的设备中，气体的压力推动金属沿垂直排放设备上升。金属的重量抵销气体的压力，以便在某些高度上熔融金属的顶部压力减至接近大气压，从而解决操作问题。然后熔融金属可以安全排放并易于操作。

在本发明的第一级，在液化步骤中处理作为燃料源而提供的煤，以去除其中的挥发性成分。同时不需要的无机有用成分也被提取出来。对于上述后者来说，一个有利点是，这些无机有用成分在该方法中很容易被去除，否则它可能妨碍煤作为一种燃料源得到所希望的利用。因此，较低质量的煤可以在本发明的方法中应用。结果是提高了费用的经济性和效率。

在液化步骤中，可以使用各种液化方法。一种方法是在溶剂萃取之后接着进行热解。典型的是，最好使用一种酚溶剂，以进行萃取工序。在这个工序之后接着是使用蒸汽和氧气作相对轻度的热解，以驱

除挥发性物质和去除有用的液态成分，并产生一种低挥发性的碎焦制品，该碎焦制品用于铁的还原过程，也就是下一级。

可代替上述专门液化过程的方法包括：在热水处理后接着进行水／蒸汽萃取（而不是有机溶剂萃取），以及轻度的热解；仅仅蒸汽萃取以及仅仅热解。通常选用有机溶剂萃取和轻度热解相结合，这是为了其能效和能力，以达到基本去除所有的挥发性组分，从而导致适用于还原目的而特别期望的碎焦。

由液化步骤产生的碎焦通常是相当活性的并且一般是粉末状。如果该材料干燥，暴露于空气中能自燃。因此，如果要将它贮藏一个相当长的时期，通常最好将其放置在惰性气氛中和／或稍微弄湿，一般约30%水分（按重量）就足够抑制燃烧。

这种碎焦材料的活性质量使它在许多活性碳的用途中成为一种极好的代用品，例如用在水的净化中。活性碳的高成本使这种碎焦材料成为一种费用经济的来源。在净化步骤中使用这种碎焦材料对其在随后铁还原过程中的有效性没有多大影响，因为能量没有减少。

接在作为活性碳进行任何应用之后，这种碎焦材料将被制备用于铁的还原和熔炼步骤。在一个具体方案中，这最好通过制团工序来完成，其中这种碎焦材料与粘结剂，一般包括石灰和二氧化硅混合，并用蒸汽进行固结处理，即硬化成球团状。球团的形状一般能加强铁还原的化学反应，并使这种碎焦材料易于操作并不太可能被铁还原步骤中的气体吹乱。

在上述第一级中形成的碎焦材料可以用于各种铁料的还原和熔炼，包括铁矿石例如铁燧岩，以及金属废铁。如果使用金属废铁，则按上述制造的球团一般与该金属废铁混合并进行精炼过程。如果减少使用

废铁，该方法的成本仍是很低的，因为在该方案使用的熔炉装置中熔炼比在标准炉中熔炼有更低的成本。如果使用铁炉石例如铁燧岩，那末最好将这种碎焦材料中的某一些与铁燧岩本身制团，另外这种球团还含有粘结剂。

在第二级中，一般是在熔炉装置例如炉或冲天炉中，在有作为还原剂的碎焦材料存在时铁的氧化物被还原。典型的第二级的产品一般包括渣、液态金属和热气体。该热气体直接和/或间接在第三个通常的级中用于生产电能。在某些具体设备中，为了有利可以稍微改变第二级的条件。例如，可以将铬铁矿包含在球团中，以生产不锈铁。也可以使用窑的条件形成直接还原铁。在第二级的有利的辅助处理步骤中，被还原的氧化铁材料可以被精炼成钢，例如通过操作窑或窑的附加装置并借助喷入气体和矿物。

由于输出的气体是在压力下产生的，在压力下操作第二级的还原是有利的。用增压气体驱动涡轮机得到更高效的第三级电力生产。在本发明的一种有利的具体设备中，在压力下与增压熔融金属生产有关的问题通过一个用于降压的垂直排放装置得到解决。气体的压力迫使金属沿排放装置上升；由于金属上升，其自身重量抵销气体的压力，使得在某些高度上顶部压力降至大气压，熔融金属就可以排出，并供进一步操作。

在一种代替第二级的具体方案中，该煤的碎焦材料与石灰混合并进行气化。然后使这种煤气与含铁材料接触，以被还原和熔炼。在一种优选系统中，煤的碎焦在一个室中，例如在通常的熔融/气化器中进行气化。铁料例如矿石先被送进一个分开的室，在其中铁料暴露于来自熔融/气化器的热煤气中。然后将还原的矿石材料直接送进熔融

／气化器，在其中它们被熔炼并作为生铁排出。如上所述这种生铁可以被精炼成钢。

第三级包括利用来自冲天炉或还原和熔炼过程的热气流。在某些具体设备中，也可配置在很大压力下操作的冲天炉，以提高效率和减少滞留时间。在其它情况下，可以使用较低压力的工艺。在两种情况下，由还原和熔炼过程排出的热气体中一般含有约30—40%连同其它气体一道的一氧化碳。迅速冷却的气体与冲天炉操作温度相比较可以具有较低温度300—600°F，而冲天炉操作温度一般大大超过2000°F（典型的是约2500~2900°F），上述迅速冷却的气体通常含有颗粒物质，例如焦粉。对于一个典型过程来说，排出气体通过一个过滤器或类似装置，以除去固体颗粒。

在优选的第三级工序，废气被导入燃烧器，在其中有氧存在下燃烧，以氧化一氧化碳并大大提高该气体的温度，一般是超过2000°F。然后这些具有相当大能量的十分热的气体被压入燃气涡轮设备，在那里该气体的能量被直接用于生产电能。如果这些气体是来自冲天炉中的一个有利的被增压的装置，因而处于相当大的压力下，这是十分合乎需要的。高压燃气涡轮是引出由输出气体压力所提供能量的有效装置。然后由燃气涡轮装置所供给的较冷的，较低能的气体最好被引入一个锅炉，以产生蒸汽。由该锅炉产生的蒸汽可以被用于驱动一台蒸汽涡轮机而生产电能。另外，由该锅炉产生的热蒸汽可以被用于促进许多步骤，例如作为第一级的溶剂和／或蒸汽萃取／液化的热源。

当热气体离开锅炉时，它们仍含有相当多的热量，这些热量可以有效地用于促进本发明的过程。例如，这些热气体可以被推动通过一

台热交换器，以加热引入本方法各种步骤的空气，包括被引入第二级中的热鼓风冲天炉，或第二级中任一其它装置的空气。

在以下详述的示意图中，示出了利用锅炉所产生的蒸汽和利用熔炼阶段所产生热的特别有效率的系统。这些附图构成了本说明书的一部分，并包括本发明的一个示范性的具体实施结构，同时图示说明本发明的任务和特征。应当理解的是，示意性的附图仅仅表明一般的具体装置，并且按照本发明的原理可以使用多种特殊装置。

图 1 是实施本发明方法的设备系统的示意图。

图 2 是按照本发明的一个替代的具体实施结构的设备系统部分示意图。

图 3 是按照本发明的一个具体实施结构的设备系统部分示意图。其中从冲天炉排出的熔融金属被精炼成钢。

图 4 是按照一个替代的具体实施结构的设备系统部分示意图，在该具体实施结构中，将冲天炉排出的熔融物料精炼成钢。

图 5 是沿图 4 5—5 线的示意横向剖面视图。

图 6 是按照本发明在高压下铁还原过程的一个具体装置示意图。

图 7 是按照本发明，沿图 6 中 7—7 线的一个有利装置高压冲天炉底部剖面视图。

图 8 是按照本发明，沿图 6 中 8—8 线的垂直排放装置的剖面视图。

按照要求在此详述本发明的具体实施结构。但是，应当理解的是，所揭示的具体实施结构仅仅是本发明的示范，本发明可以用各种形式被体现。本文所描述的特殊结构和功能细节不应被理解为限制，而相反可作为权利要求的基础和作为典型根据，使所属技术领域的专业人

员以实际上任何适当的详述的系统多方使用本发明。

本发明的方法大体上以三个级的条目来描述：在第一级中将煤处理成碎焦并去除油含量；在第二级中碎焦制品被用于铁的精炼操作，以产生有用的高压热气体，并还原可精炼成钢的铁；以及在第三级中，来自第二级的高压热气体被用于生产电能。在一个如所述和所示的优选设备中，这三个级互相配合，以使在每级中产生的能量被有效地以优选的方式用于整个过程。从下面的详细说明可以明显地看出这一点。

第一级——煤形成碎焦和煤焦油产品的过程

参考图 1，参考数字 1 一般表示方法的第一级，其中煤被处理成碎焦，而油类物质从其中被萃取。图 1 可被理解为按照本发明的原理操作的动力设备的体现。以参考数字 5 表示所供给的煤。在本发明的方法中可以使用各种等级的煤，在某些情况下还可以包括这样一些等级的煤，它们含有太高的矿物含量，以致于通常不能有效地作为普通锅炉的原料。

在第一级中，萃取/液化步骤用于从供给的煤原料中除去物质。在本发明的方法中使用多种方法。通常需要的是，从煤中主要去除挥发性的成分并且也萃取无机成分，以留下具有较少挥发性物质含量的碎焦材料。

在本发明的一个优选的应用中，所供给的煤 5 被送进一个包括蒸压器 6 的液化系统，在那里利用溶剂，例如一种酚溶剂或水/蒸汽萃取煤。通常在大约 350~420℃和 450 磅/平方英寸（绝对压力）的压力下用酚溶剂进行萃取对于迅速萃取煤中的挥发性物质是有效的。所述的热溶剂通过管道 7 送进蒸压器并通过管道 8 从蒸压器排出。在图 1 中所示的溶剂通过下面进一步详述的热交换器 10 和 11

至少部分地被加热。设置一个热交换器 1 5 以冷却来自萃取步骤的溶剂，溶剂同样也经过冷却器 1 6 进入分离器 1 7，在此萃取出的油类物质与溶剂分离。分离器 1 7 可以是各种普通类型中的任一种形式，包括蒸馏系统，油类产物在管道 1 8 中被送走，而溶剂沿管道 1 9 流出并沿管道 7 重新被导入蒸压器 6。对于该具体实施结构中所示出的溶剂经过管道 1 9 被导过热交换器 1 5 以及热交换器 1 0 和 1 1，因此溶剂被充分加热，以通过连续的方法进行萃取。通过管道 1 8 去除的挥发性物质如图所示沿管道 2 0 和 2 1 分成两部分。在管道 2 0 中通常使用未详述的常规分离技术来分离更有用的煤焦油，例如作为柴油机燃料被使用的或具有类似用途的油类，而用途较少但易燃的物质通过管道 2 1 被引入下述第三级的一台锅炉中，以作为补充的燃料源。一般从一吨煤中至少能萃取约 6 5 加仑有用的油。

在一个优选的第一级液化系统的第二个步骤中，来自蒸压器 6 的部分萃取残留物被引进一个热解炉或燃烧室 3 0，进行轻度热解，以保证挥发性物质尽可能地减少为止。其原因是要求在第二级的铁还原步骤中使用几乎没有挥发性物质的碎焦。典型的是在约 6 0 0 °C 和一个大气压下、在有蒸汽和氧气存在时所进行的热解容易沿管道引抽出残余的挥发性物质，而留下粉末状的碎焦沉积物。这种相对轻度的热解是有利的，因为它消耗的能量较少，而这种能量消耗通过热交换器 1 0 供给的热至少可以部份被满足。可按需要利用常规装置收集通过管道 3 1 排出的挥发性物质。如有必要或需要，可以用常规方式提供一个为了通过来自热交换 1 0 的管道 3 2 连续供料而设置的蒸汽循环系统。

应当理解，例如所述的萃取和热解可以用于去除碎焦中的金属盐

以及有机挥发性物质。如图所示，碎焦材料通过管道35从热解炉30中排出。而且这种碎焦材料有较低的挥发性物质含量，因而很适合于在如下描述的第二级中使用。

可以利用各种替代的液化工序，包括二级液化，它具有热水予处理和代替有机溶剂的水/蒸汽萃取。通常这样一个系统要求一个随后的低温热解。煤料的热水预处理促进用蒸汽方法萃取。这样的方法一般包括，例如用水在约200℃进行短时间的，一般是15—25分钟的预处理，接着是在约375℃和约750磅/平方英寸（绝对压力）下的蒸汽萃取。这种随后的热解如上所述是在炉30中，例如在约600℃和大气压下进行。

尽管一般单步骤液化系统由于不那么容易产生具有很低挥发性物质含量的碎焦，因而可能是低效率的，但是，单步骤液化方法也可适于与本发明有关的应用；或者当上述系统运行时，只产生少量有用的液体产物。在一种类型的单步骤系统中，只进行热解过程。而取消蒸压器6中的萃取过程。在另一种类型的单步骤系统中，只在蒸压器6中完成萃取过程，而取消在30中的热解过程。当然，选用的液化方法一般取决于成本、煤料性质以及所需要的碎焦产品。

这种活性的碎焦材料适合作为活性炭使用，例如用于净化水。这种碎焦材料可在用于净化后再用于金属的还原。由于这种碎焦的能量不受到显著影响，所以在净化中使用不会明显降低这种碎焦材料的还原作用。活性炭或木炭是十分昂贵的。碎焦提供了一种廉价的上述活性材料源，还可在后步的炼钢生产中作为去活的碎焦产品使用。

不论如何选择液化方法，这种综合的方法都是为了提供低挥发性的碎焦材料，以便引进第二级。此外，这种方法是优选的，以尽可能

最低的成本和最高的能量效率实现碎焦的生产。容易理解的是，上面详述的溶剂萃取/轻度热解步骤通常是有利的，因为避免了极端的条件和长的反应时间。

第二级——铁料的还原；精炼成钢

按照本发明方法的第二级，铁料被还原和/或熔炼成用于炼钢或类似物的铁。这种被还原和/或熔炼的铁料可来自各种来源，包括铁矿石和废金属铁。通常，按照本发明，在制造较廉价的铁和钢制品中，避免使用较昂贵的焦炭材料而用较低价格的能量生产的副产品——碎焦所代替。这一点如下面所述那样实现。

通常来自输出管道3 5的碎焦是粉末状的，并且往往是高活性的。如果暴露于氧气中，干燥的碎焦可能或很可能自燃。通常，如有必要，碎焦材料与其制成粉末被贮存，不如优先选用制成球团，供在铁还原反应时使用。

所制成的球团性质部分地取决于被还原和/或被熔炼的铁料性质。通常，在本发明的方法中可以使用各种铁源。最典型的是，可使用几种主要来源：氧化物，例如以铁矿石的形式，如铁燧岩；废金属铁；以及废弃氧化物，例如在钢的生产和制造期间产生的废弃铁氧化物。可以理解，在废金属铁中一般含有大量的铁的氧化物。

在图1中，说明使用铁燧岩的一种方法。碎焦材料在碾磨机4 0中磨碎后通过管道4 1引入一个混合和制团系统4 2，在那里它与各种粘结材料，如有必要时还与铁矿石制成球团。各种常规的颗粒成形机，例如混合研磨机和制粒盘可作为系统4 2的部件而使用。通常需要的是，碎焦材料与所示通过管道4 5引入的矿石混合，以某种方式保证球团成形。为了实现球团的形成，把少量的粘结材料例如水、二

氧化硅和烧过的石灰石加入该球团。如图 1 所示，水、二氧化硅和石灰石分别通过管道 4 6、4 7 和 4 8 送入。这些材料在加热使用的条件下提高固结性。

典型的制团过程包括形成许多小颗粒，直径大约 $1/4 - 1 - 1/2$ 英寸，尽管可以使用变型，但每种（按重量）含有大约 10—18% 碎焦、大约 60—80% 铁燧岩、大约 8—15% 水以及大约 1—8% 烧制石灰。这样的颗粒一般容易固结并提供碳（碎焦）与铁的充分结合，以促进加热颗粒时的还原过程。

一般利用热量和蒸汽促进固结。参照图 1，通过球团制造机 4 2 成形的球团 5 0 如所示通过管道 5 1 引入固结用的蒸压器 5 2。在蒸压器 5 2 中，施加热和蒸汽，以提供稳定的和坚硬的球团材料。一般是蒸汽在约 $175 - 225^{\circ}\text{C}$ 和 $75 - 300$ 磅/平方英寸（绝对压力）下，可以有效地制造这种硬颗粒。但是，可以理解的是，可以使用各种压力和温度条件，这取决于所涉及的特定球团所包含的成分，以及所规定的球团用途。另外，以各种系统试验为基础可以达到温度和压力的最佳化，以增加能量节约和达到所希望的硬化时间。

球团，例如上述的这些球团，可以被引入一个还原铁的炉子例如冲天炉中。但是在某些情况下，宁可使用废金属铁而不使用铁燧岩或铁矿石。在上述情况下，通常应在不直接混合铁的情况下构成碎焦材料球团，而宁可只由含有足够二氧化硅、石灰石和/或水的碎焦材料构成球团，以提供有效的固结。对于这种方法的后一种改进，该碎焦球团通常以与废金属铁的混合物形式装入冲天炉。

参照图 1，由于在蒸压器 5 2 中的硬化是一种较低温度的过程，因此可以至少部分地利用由管道 5 5 供给而通过热交换器 5 6 加热的

蒸汽来实现这种硬化。如所示，优选的热交换器 5 6 至少部分地通过来自第三级的锅炉的蒸汽管道 5 7 和 5 8 加热。下面将详述这一点。这个优点的结果是使得整个过程的能耗较低。

如图 1 所示，来自蒸压器 5 2 的球团通过管道 6 1 引入冲天炉 6 0。在本发明的方法中可以使用各种常规冲天炉 6 0。产生铁和渣的冲天炉结构在 William B. Hauserman 和 Warrack G. Willson 于 1983 年 5 月 18—19 日在北达科他州 (North Dakota) 的 Grand Forks 召开的 1983 年褐煤讨论会 (Lignite Symposium) 上提交的 “Conclusions on Slagging, Fixed-Bed Gasification of Lignite” 中已有一般描述，在此作为参考。另外，可以预见的是，在某些应用中，可以使用在较高压力例如 100—300 磅/平方英寸 (绝对压力) 下运行的改型冲天炉，以促进还原过程。在上述应用中，通过使用产生能量的增压冲天炉提高能量生产。输出气体如所述经过加压而具有更高的能量并促进更有效的能量生产。照例在下面叙述。在某些方法中可以使用其它炉子系统，例如窑。

通常用于冲天炉 6 0 的炉料以固态块状输入。以使空气或类似物能在炉料中通过。如果是还原铁燧岩，一般是含有铁矿石的球团单一地进入冲天炉或炉子。通常有一半的碎焦材料不是以球团形式，而是与铁固结。相反，如果包括废金属铁，碎焦球团则与废金属一起在炉中混合成堆。用于促进还原过程的热空气如所示通过 6 7 被输进冲天炉 6 0。气体和矿物可以通过管道 6 7 a 被喷射进用于精炼钢的冲天炉。如所示通过管道 6 8 排出渣和熔融金属。容易理解的是，这种方法包括了一个在制造钢产品或类似物质时，具有较低成本和能量高效

的步骤。另外，由于高效率允许使用较小的冶炼炉或冲天炉，所以只包含较低的投资费用。通过第一级有用油的萃取以及第三级较高效地生产能量也降低了投资费用。

由冲天炉 60 产生的热气体如图示沿管道 75 排出。对于典型的冲天炉操作，这些热气体含有大约 30—40% 的一氧化碳，并且温度大约是 300—600°F，而在某些使用增压冲天炉的系统中，这些热气体可以处在 250—300 磅/平方英寸（绝对压力）的压力下。在一个典型的冲天炉操作中，最好在约 800—1200°F 将气体鼓入冲天炉 60，然后在冲天炉中该气体被加热至 2500—2900°F。因为气体在冲天炉 60 中将热能传递给物料，所以通常它们很迅速地被冷却。在本发明的某些有利系统中，如上所述，冲天炉可以在相当高的压力，大约 250—300 磅/平方英寸（绝对压力）下操作，以便能有效地生产能量。这一点将在下面叙述。在另一些情况下，可以使用接近大气压的压力。

通过管道 75 引出的气体以优选方式在第三级（参考数字 76）中用于生产电能。

第三级——电能生产

在第三级中如上所述，从冲天炉 60 排出的热气体被用于生产电能。另外，如上所述，这些气体的热能被用于促进本方法的其它级。在一种有利的配置中，来自冲天炉 60 的热气体仍处于压力下并可以以上述某种方式进一步用于生产电能。参照图 1，来自冲天炉 60 的热气体最好通过管道 75 被导过一个过滤器或除尘器 80，以除去其中夹带的来自冲天炉过程的颗粒物质。这些物质包括例如来自用热气体处理碎焦球团的产物。通常，这个滤网或过滤器装置用于防止下游

设备的损伤。用吸收剂，例如在气体过滤器中的吸收剂也可以在这里有效地除去硫。

如上所述，管道 7 5 中的气体含有相当数量的一氧化碳（通常 3 0—4 0 %）。可以利用这些一氧化碳。尤其是使该一氧化碳在燃烧器 8 1 中被空气氧化。这就使该气体的温度提高至接近 1 8 0 0—2 2 0 0 °F，并进一步导致潜伏危险的一氧化碳消除。用于氧化作用的空气如所示通过管道 8 2 输入燃烧器 8 1。被氧化的热气体如所示沿管道 8 3 流出。

来自燃烧器 8 1 的高温高压气体被用于生产电能。容易理解的是，由于涡轮机的运行达到了高效率，就具有了利用来自冲天炉 6 0 的压力相当高的气体的优点。这些气体在压力下具有较高的能量，这种能量可以被引出用于驱动高压气体涡轮机，因此更有效地实现电能生产。对于优选的工厂系统，气体涡轮机 8 5 由冲天炉气体提供电能生产。

在通过气体涡轮机 8 5 之后，由管道 8 6 所标出的热气体，在优选的方法中由于它还有较高的温度，一般是约 8 0 0—1 1 0 0 °F，因此它还是一个相当高的能源。这些废气和所示被引入用于产生蒸汽的锅炉 9 0。该蒸汽可以各种方式加以利用。例如，通过所示管道 9 1 的蒸汽被用来驱动涡轮机 9 2，用于生产更多的电能。由涡轮机 9 2 排出的蒸汽，如所示沿管道 9 5 提供热量以加热热交换器 1 1，热交换器 1 1 用来推动第一级中的最初萃取。所示出的排出管道 9 5 还通过管道 5 7 和 5 8 与热交换器 5 6 相连接，提供在第二级中用于球团硬化的能源。最后，蒸汽或水通过管道 9 6 返回锅炉 9 0 中。注意：涡轮机 8 5 可被用于驱动一台压缩机，例如为冲天炉 6 0 或管道 8 2 供给加压助燃空气的压缩机。

很热的大约 400℃ 或更高温度的蒸汽如所示通过管道 105 流出锅炉 90。这些蒸汽通过管道 105 引入热交换器 10，以促进最初的萃取过程并且也促进热解过程。这些蒸汽/水一旦被冷却，便通过管道 106 返回锅炉。

输进锅炉 90 的热可以来自各种系统。对于本发明的优选系统而言，大部分热动力是通过冲天炉排出的在管道 86 中的热气体提供的。其它热源包括由不太重要和不太有用的煤焦油产物获得的能，如所示通过管道 21 引入锅炉 90。

如所示，由锅炉 90 排出的热气体沿管道 110 排出。这种气体还含有较多的热并且能在为各种目的的热交换器 111 中使用。该热交换器的使用目的包括加热通过管道 112 进入锅炉 90 的空气，以及还帮助加热通过管道 67 输进冲天炉 60 的空气。最后，来自管道 110 的气体如所示沿管道 113 排入大气。一般这些气体首先通过一个未示出的涤气器装置或类似装置，该涤气器装置可具有常规结构并用于控制污染。虽然这些气体含有相当数量的二氧化碳，但总排出物可能低于常规系统，在常规系统中煤的有效利用率较低。

由以上叙述，容易理解本发明的一个优点是提供一个总体相互依赖的系统，在该系统中，煤被十分高效地用于生产电能和精炼铁的联合设备。煤中较有价值的组分，即煤焦油被最先萃取出来。上述的低价格碎焦材料不仅被用于还原铁，而且减少了铁和钢产品的成本，并且产生促进高效率生产电能的气体产物。

代替的第二级操作

在一种代替的第二级操作中，取消制团工序。参照图 2，来自第一级的煤的碎焦材料通过管道 201 输进加压供料箱 200，在供料

箱中，碎焦材料与通过管道202送进的石灰混合。这种混合料在压力下通过管道206被送进一个常规的熔融/气化器205。在熔融/气化器205中，提供足够的热量使煤的碎焦材料气化。放出的气体通过管道201输进一个还原炉，炉中容有通过管道211供入的氧化铁材料例如矿石。由还原过程放出的气体通过管道212排出并被利用，其利用方式类似于上述的从冲天炉排出的气体。对一种典型系统而言，已还原的铁料通过管道215直接进入熔融/气化器，在此进行熔化并通过管道216排出。

改型的生产钢的方法

在冲天炉中或在与冲天炉相结合中所进行的过程，与仅仅生产铁不同，可以用于生产钢产品。如上文中所提出的，图1中的67a通常表示将各种气体和矿物选择性引入产钢冲天炉的管道。在按照本发明的方法中，两种进行钢生产的优选方式和系统，通过参照图3、4和5是不难理解的。这些图示意地描述了多室精炼单元，该装置可以与冲天炉结合使用，以提供最佳的精炼。

参照图3，其中示出一台专门适用于生产钢的冲天炉360。对于在图3中所示的具体装置而言，通常通过管道361将球团送进冲天炉360，而排出的气体通过管道362逸出。通常经管道363将空气或氧气引进冲天炉360。在操作期间，被还原的铁366被集中在冲天炉360的底部或区域365。可预知的是，在冲天炉的操作压力下，铁366可以选择地流入一个多室精炼单元或装置，该单元具有由分界面370隔开的一个上（第一）室368和一个下（第二）室369。上室368经管道371与冲天炉360相通。

在一个典型的操作期，具有近似下表1所示标明“冲天炉排放料”

成分的铁从冲天炉中排出。上述金属中含有不合乎需要量的碳、硫、磷、氧和其它元素。该金属可在压力下，即在冲天炉 3 6 0 的操作压力下，通过 3 7 5，即内浇口装置排出，并进入上室 3 6 8。浇口 3 7 5 可以包括用于选择开放和关闭的常规装置（未示出）。

通常，室 3 6 8 和 3 6 9 包括将气体和矿物选择地引入其中的装置。在上室中，氧化钙（石灰）可以被加入，以便通过形成渣而去除硫和磷。这些物料应通过管道 3 7 6 进到室 3 6 8 中熔融料的上表面 3 7 7 之下。管道 3 7 6 一般用于输送氩、氮或其它气流，一般是以大约每吨钢 5 0 千克的比率。一般也将氧鼓进该室中，最好也是在熔融金属的表面之下。上述氧与存在的碳进行反应，以形成一氧化碳，一氧化碳作为气体通过管道 3 7 1 排入冲天炉 3 6 0。可以预测，对一般操作而言，离开上室的熔融金属成分通常是如表 1 中表明“上室排料”栏下所示的成分。在上室 3 6 8 中形成的钢表面上的渣 3 7 8 应借助装置排出，例如通过浇口 3 8 2 经管道 3 8 1 选择排出。

可以利用位于上室 3 6 8 底部的浇口或浇口装置将钢 3 8 3 选择排入下室 3 6 9 中。在浇口 3 8 5 重新关闭后，由于下室 3 6 9 通过管道 3 9 0 排气，该室内的压力可以降至大气压力。通过管道 3 9 0 的热排放气体可以引到整个工艺中的别处，例如在蒸汽发生炉中。

下室 3 6 9 中的压力有助于气体从液态钢中释放。也可以将铝通过管道 3 9 5 喷射进下室 3 6 9 中，最好伴随强烈的搅动。在典型过程中，铝以大约每吨钢 2 0—6 0 千克的比率喷入。铝能与氧反应生成氧化铝，氧化铝将与渣结合。通常也可以通过管道 3 9 5 输入氩，以使钢液 3 9 6 冒泡并去除氮和氢，一般氩气的喷射速率是接近每吨钢每分钟 5 0 升。氩气通过钢液起泡的附加好处是能携带夹杂物到表

面，在那里夹杂物与渣结合。一般上述夹杂物包括铝、铁、硅和其它元素的氧化物、硫化物、硫氧化物、氮化物和碳化物。在渣397中，这些物质的基本部分包括FeO、MnO和SiO。这些物质作为渣很容易通过装置例如管道398被除去。成品钢产物通过底部399排放。

在铝、氩气喷射工序之后，液态钢的近似成分示于下表1标有“喷射铝和氩”的栏下。

在喷射铝和氩之后，下室一般在部分真空下操作，以去除附加的气体。当氧势已降至低水平时，可以添加氧化钙—氟化钙，以去除这个阶段中附加的硫。一般每吨钢可以添加约1—3千克的CaO—CaF₂（90%CaO、10%CaF₂）。在一个周期过程中，在约3—5分钟时间内完成上述操作。这种操作有助于将残余杂质改变成为铝酸钙的形式，铝酸钙具有对钢产品是最佳的球形。

经氧化钙—氟化钙处理后，通过出口399排出的成品钢的成分示于下表1中标有“精炼钢”的栏下。可以预见，在变化的条件下可以获得比表1所列的更洁净的产品。

表 1

	冲天炉排料	上室排料	喷射铝和氩	精炼钢 (低于)
Fe	95.42 %			
C	3.0 %		0.1 %	0.04 %
S	0.03 %	0.02%		0.015%
P	0.006%			0.015%
N		70 ppm	30 ppm	15—40 ppm
O (溶解的)		150 ppm	60 ppm	6 ppm
O (总量)				17—35 ppm
H			5 ppm	2 ppm
Cu	0.01 %			
Ti	0.01 %			
Mn	0.08 %			0.40 %
Cr	0.02 %			
Ni	0.02 %		0.03 %	0.02 %
Si	1.45 %			

图 4 和 5 示出一种替代装置。这种装置适用于操作材料从冲天炉大体上连续流出。对图 4 所示的装置而言，熔融铁通过管道 4 0 0 从冲天炉连续流出而进入室式结构 4 0 1。当熔融金属流穿过第一室 4 0 2 流向横向配置的第二室 4 0 3 时，可借助装置例如管道 4 0 4 将石灰（即矿物材料）和氧喷射进底槽。渣可以借助装置例如排出口 4 1 0 从熔融铁的上表面 4 0 5 连续排出。

然后使熔融铁通过入口 4 1 5 流进第二个室 4 0 3。在这个室中铝（矿石）和氩（气态物质）很容易通过装置例如管道 4 2 0 被喷入。通常，可以看出，第二室 4 0 3 维持在减小的压力之下（部分真空）。以促进其中的过程。钙化合物也随附加的惰性气体通过管道 4 2 1 被喷射入第二室。如上所述，引入铝、氩、氧化钙、氟化钙的结果是产生钢。漂浮在钢产品 4 2 6 上部的渣 4 2 5 通过装置例如渣排放口排出，而在过程的结束端，钢很容易通过出口 4 2 8 排出。在示意的图 4 中，所示出的是为室 4 0 3 加入氩的管道 4 3 0 以及为室 4 0 2 加入氧的管道 4 3 1。排放气体很容易通过管道 4 3 5 和 4 3 6 由系统排出。这些排放的气体可以引向本过程的其它地方，例如引向蒸汽发生装置以有效利用。以 4 4 0 表示加热线圈。凸块 4 4 2 中的口 4 4 1 供渣通过。凸块 4 4 2 本身在第一室 4 0 2 中产生某种搅拌，以加速精炼。在图 5 中，示出表示装置 4 0 1 槽状外形的横截面。

可以理解的是，虽然图 3 和图 4 所示的多室精炼单元各自包括两个室，但根据本发明的许多原理，可以提供包括两个以上室的结构。

从下面所推荐的实施例可以理解本发明的典型过程。

在压力下进行第二级的有利装置

在一种有利装置中，在大于大气压下进行铁的还原。气体的压力

代表实际的能量。这种能量可以被引出驱动第三级中的高压气体涡轮机，从而更有效地促进电能生产。在一种有利的装置中，在相当高的压力下进行还原，以加强还原和加强获得增压输出气体的好处。该装置也降低熔融金属的压力，如上所述在某种意义上克服了操作问题。

如图6所示，供料通过管道661输入一个增压冲天炉660中。操作压力至少是50磅/平方英寸（绝对压力），在某些应用中，操作压力范围最好是250—300磅/平方英寸（绝对压力），这取决于供料的特性、温度和流量。供料在流出位于冲天炉660底部的排出孔662之前熔化。来自压缩机696的加压的用于还原的空气借助管道692，经过位于排出孔662上方的风口666鼓入冲天炉660。然后熔融的铁料被收集在下室670的熔池中而仍处于压力之下。可以进一步在下室670中精炼铁料。在进口673输入气体和/或矿物，以促进精炼。在表面上形成的渣流离熔融金属并通过管道668排出。

留下的铁料通过垂直排放装置672的入口671向上移动，排放装置672有一根向下伸进熔融铁中的导管，以使入口671浸入熔融金属的表面之下。冲天炉660的高压迫使熔融铁沿垂直排放装置672向上移动。由于压力迫使熔融金属沿垂直排放装置672向上移动，金属的重量就抵销气体的压力，结果当熔融金属上升时，顶部压力降低。在一个有利高度上，金属的重量已抵销顶部压力，以致熔融金属可以流出并能较安全地进行操作，因而克服了与操作增压熔融金属有关的问题。对在250—300磅/平方英寸（绝对压力）下的冲天炉操作而言，出口674的高度是在冲天炉下室670中熔融铁平面以上大约50英尺。但是，垂直排放装置672在任何大于

大气压的压力下都执行相同的功能。排放装置 6 7 2 的不同高度使该装置适应于其它压力，但是如果在恒压下操作，排放装置 6 7 2 不是需要可调节的。在一种具体实施结构中，为了在整个压力范围内进行操作，出口 6 7 4 是可垂直调节的，但也可以使用变化高度的其它方法，例如使用可移动的导管截面。

在一个优选的具体实施结构中，如图 8 所示的垂直排放装置有一耐火材料衬 8 1 0。耐火材料衬 8 1 0 被断续配置的加热线圈或其它加热装置有利地包围。该排放装置 6 7 2 最好包括一个绝热层 8 1 4，以保持温度在 2500°F 以上而防止熔融金属凝固。当熔融铁达到垂直排放装置 6 7 2 的顶部排放口 6 7 4 时，熔融铁就处在近似于大气压之下，因而可以进一步进行如图 3、4 和 5 的精炼。

图 7 示出图 6 中的冲天炉 6 6 0 底部 6 7 0 的横剖面视图。排出口 6 6 2 的下托圈 7 1 0 被室 7 1 4 中的冷却水所包围。熔融铁经过下托圈 7 1 0 进入下室 7 1 6。来自环绕下室 7 1 6 的室 7 1 8 的氧和室 7 2 0 的甲烷，分别流过管道 7 2 2 和 7 2 4，以促进精炼过程。铁可以从下室 7 1 6 进入各种其它进一步精炼的装置。

再参照图 6，在大于大气压下从冲天炉 6 6 0 排出的气体通过管道 6 7 5 排进一个过滤器 6 8 0 和一个除硫器 6 8 2。然后将纯净气体引向一台高压气体涡轮机 6 8 5，以生产电能。然后该气体可以通过一台第二级涡轮机（未示出）和/或进一步在锅炉 6 9 0 中利用，以产生进一步生产电能的蒸汽。涡轮机 6 8 5 也可以用于驱动向冲天炉 6 6 0 输送加压气体的压缩机 6 9 6。在锅炉 6 9 0 中产生的废气沿 6 9 8 排出锅炉 6 9 0。

实施例 1

按照本发明，下面提供了一个具有代表性的工艺设备操作说明，其规模通常是实用的。可以理解的是，按照前述原理可以使用各种设备尺寸和操作条件。对于所述的实施例而言，可以预计，输进该系统中的煤大约是每小时约90吨。对一般的煤供料而言，由萃取和热解过程可释放出大约每小时31吨油类和每小时21吨挥发性气体。结果形成每小时27吨碎焦。

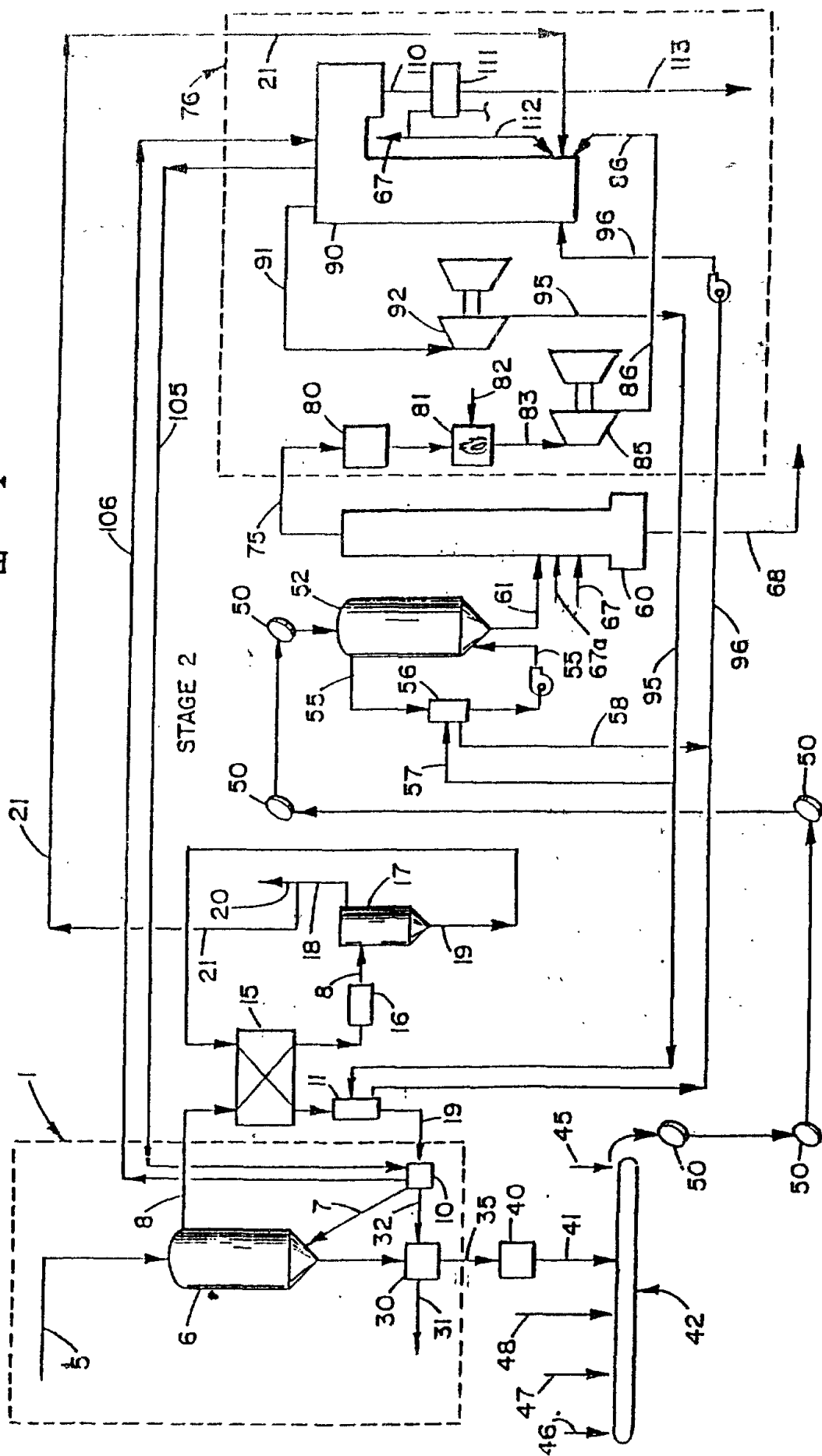
制团取决于铁的还原性质。如果含有铁矿石例如铁燧岩，则每小时27吨碎焦中的大约每小时13吨应固结成不含铁燧岩的球团，这种固结是通过如上所述的蒸汽固结，并提供足够的水和石灰以促进制团。大约每小时14吨碎焦应与大约每小时70吨铁矿石，每小时4.5吨石灰和每小时11.5吨水混合，以形成大约每小时100吨球团。一般与蒸汽固结过程的同时，可使用一个干燥步骤，以驱除球团中的水分，结果大约每小时90吨含矿石的球团被送进冲天炉中，同时每小时13吨不含矿石而制团的碎焦也被送进冲天炉。

如上所述，冲天炉可以在各种条件下操作。对典型的过程而言，大约每小时116吨助燃空气被鼓进冲天炉，以形成大约每小时161吨的输出气体，每小时18吨渣和每小时40吨还原铁，即生铁，如上所述，这种生铁能容易地被转化成钢。

由于冲天炉中的气体通过炉中的物料，因此它们很快被冷却。但是，这些气体在燃烧过程期间被再加热至较高的温度。这就允许通过气体涡轮机和随后的锅炉/蒸汽系统有效地生产能量。通常可使用常规设备完成这一步骤。

可以理解的是，虽然图示和描述了本发明的一些具体实施结构，但除了按下列权利要求规定的之外，本发明不应被限制在本文所述的特殊设备中。

图 1



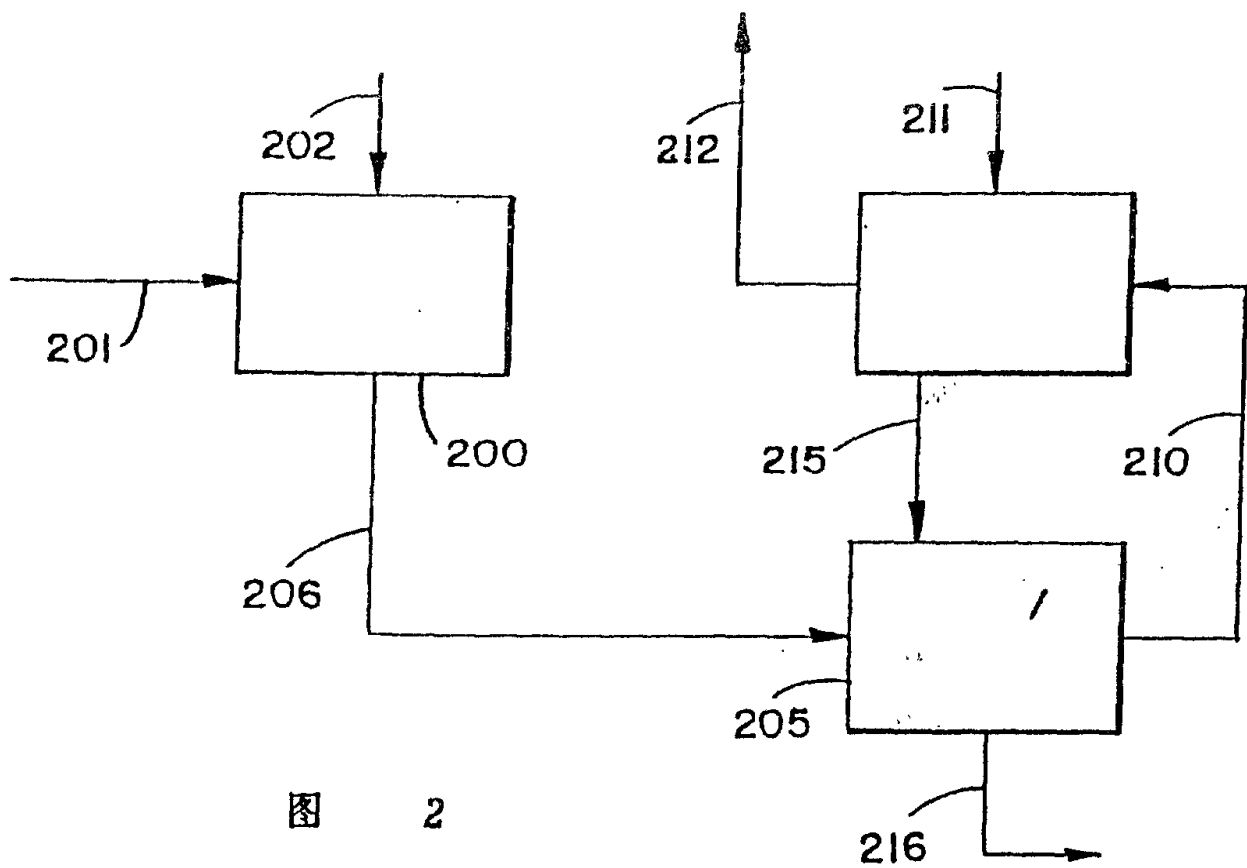


图 2

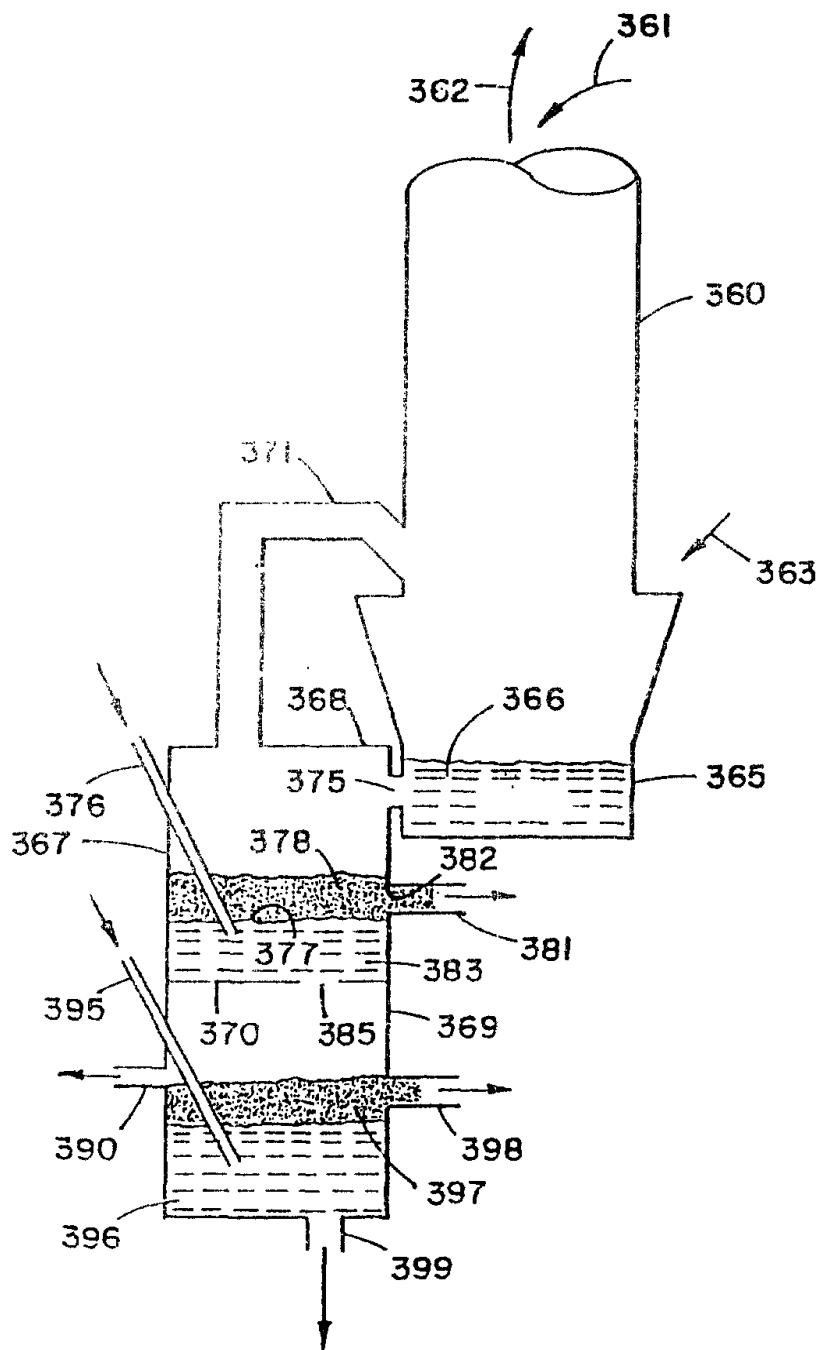


图 3

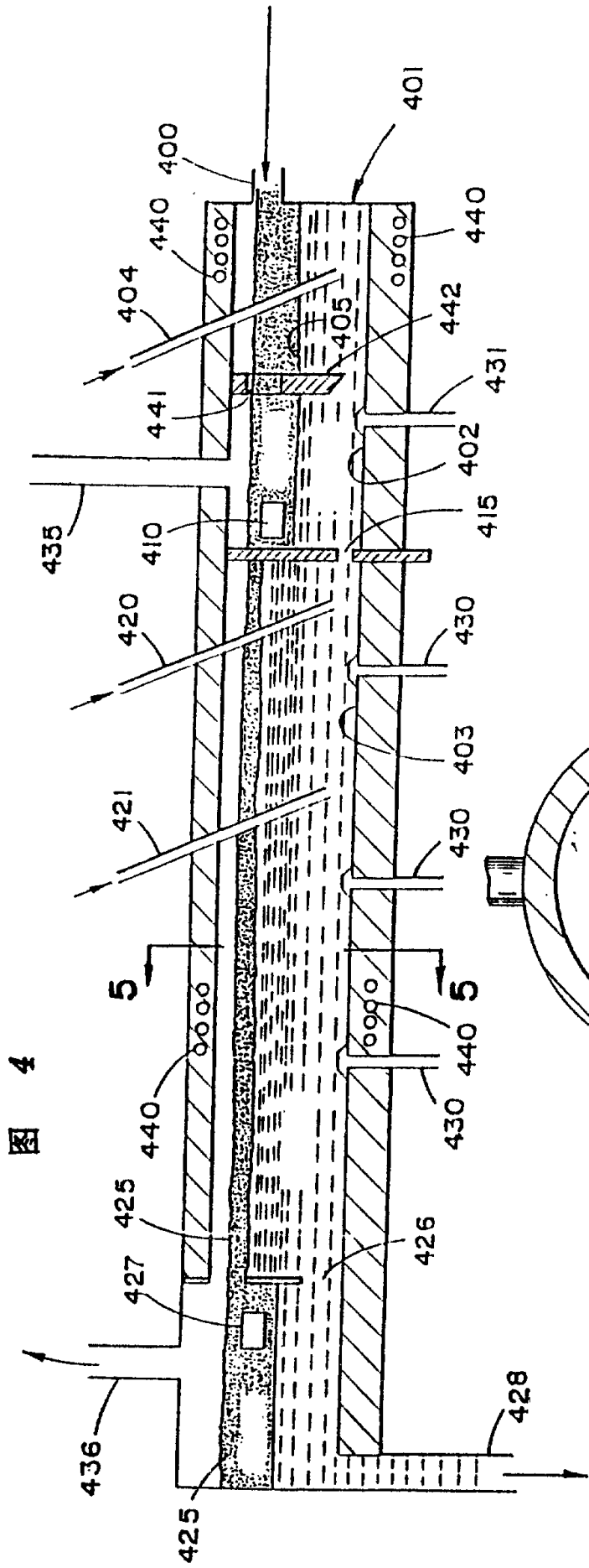


图 4

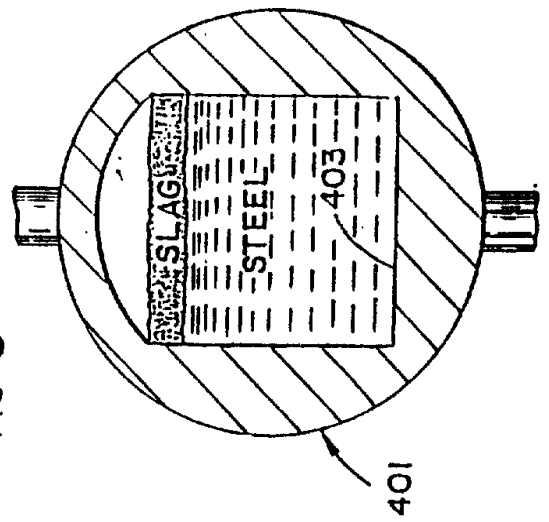


图 5

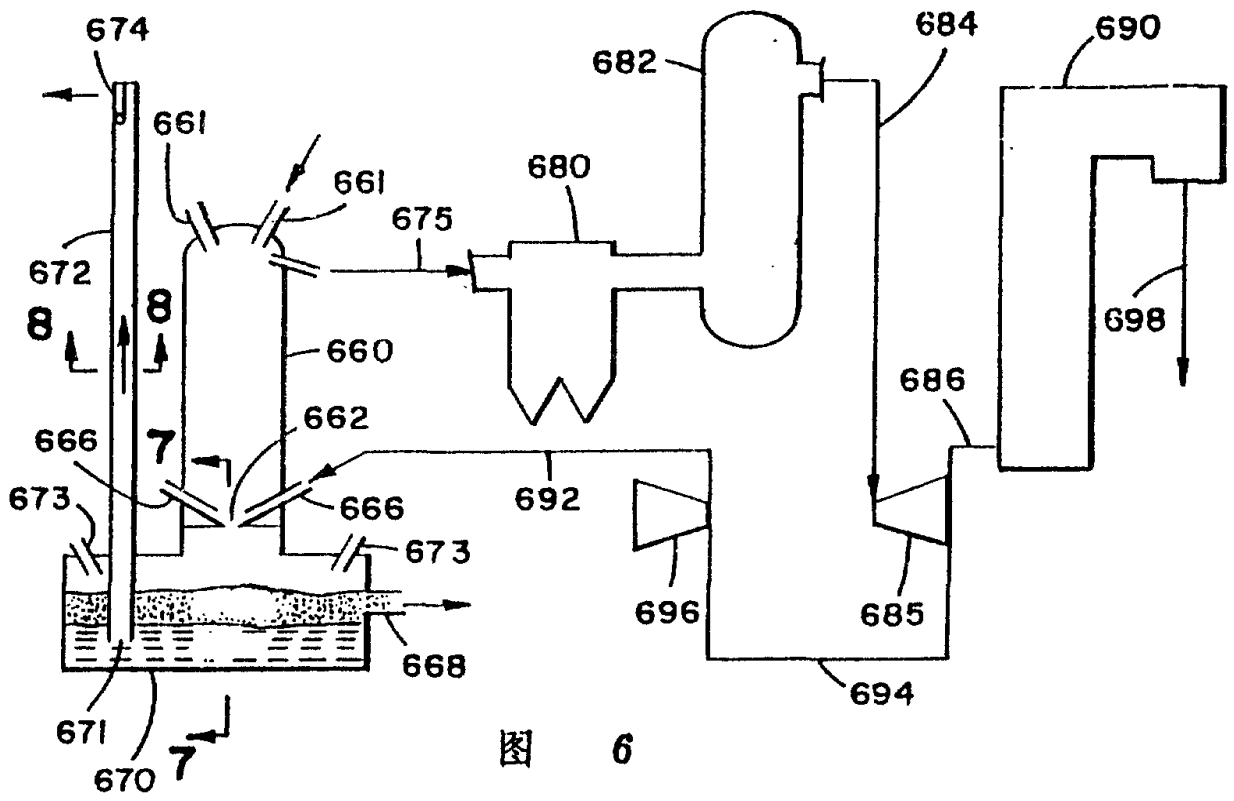


图 6

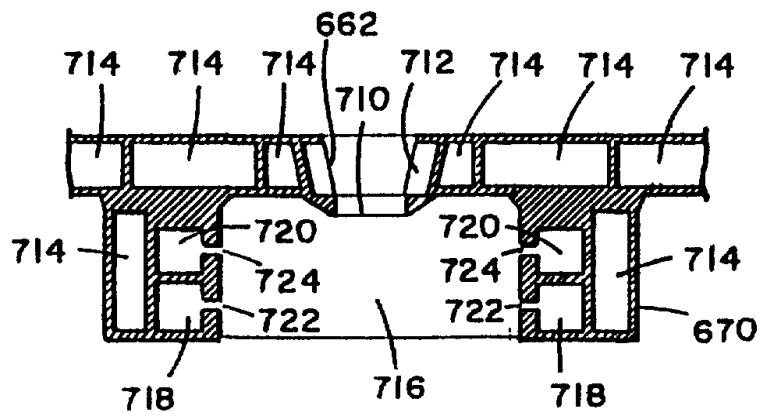


图 7

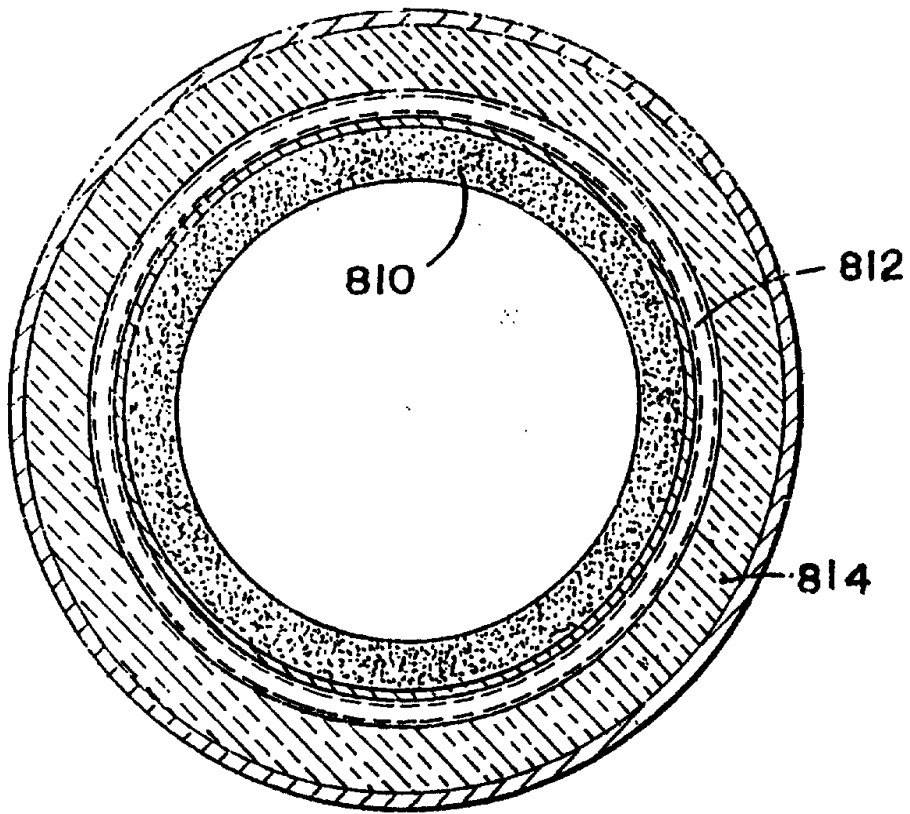


图 8