

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

F23C 10/04

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 93117520.8

[45]授权公告日 2000 年 4 月 12 日

[11]授权公告号 CN 1051364C

[22]申请日 1993.9.10 [24]颁证日 2000.1.22

[21]申请号 93117520.8

[30]优先权

[32]1992.9.11 [33]US[31]943,620

[73]专利权人 福斯特·惠勒能源公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 朱恩·A·加西亚-马罗尔

审查员 石 竞

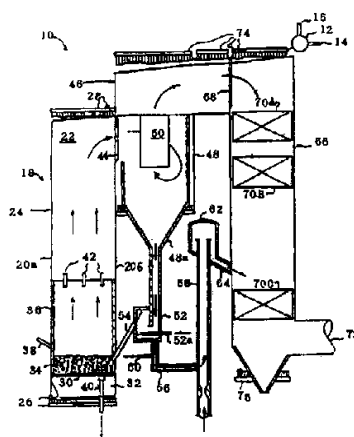
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所
代理人 张祖昌

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 1 页

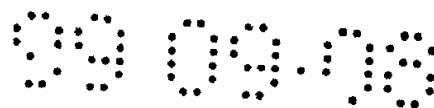
[54]发明名称 流化床反应器及其操作方法

[57]摘要

一种流化床反应器系统及其操作方法,其中,细颗粒的流化床在反应器中燃烧 形成烟气和由烟气所携带的较细颗粒的混合物。使混合物通过一分离器,使所携带的细颗粒与烟气分离。烟气被送至一热量回收区以除去热量,被分离的细颗粒收集在一浸管密封装置中。一部分被分离的细颗粒被送回反应器,其余部分则排向一热量回收区,在那里与烟气混合,并从混合物中回收热量。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

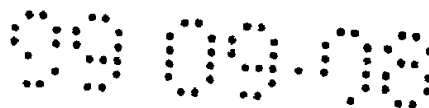
1. 操作流化床反应器的方法，包括以下步骤：将包括燃料的颗粒材料送入燃烧容器以便燃烧，将空气引入所述容器并通过所述颗粒使所述颗粒流化并助燃，所述空气与燃烧气体产物混合并携带一部分所述颗粒，从所述空气和燃烧气体产物的混合物中分离所述携带的颗粒，将所分离的颗粒分成两部分，将所分离的颗粒的一部分循环送回所述容器，将所述另一部分所分离的颗粒送至热量回收区域，在所述热量回收区域从所述分离的颗粒的所述的另一部分除去热量，其特征在于，将所分离的空气和燃烧气体产物的混合物送至热量回收区域，并且在热量回收区域从空气和燃烧气体产物的混合物除去热量。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：还包括在所述颗粒送至所述热量回收区域前使空气通过所述分离的颗粒的所述另一部分的步骤。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：在除去热量步骤前在所述热量回收区域里将所述分离的空气和燃烧气体的混合物与所述分离的颗粒所述的另一部分结合起来的步骤。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述颗粒材料包括较粗和较细的固体颗粒，以及还包括下述步骤：控制所述空气的速度，使其足以携带所述较细颗粒且不足以携带所述较粗颗粒，因此所述较粗颗粒在所述容器的下部构成一分离的流化床。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于：所述较细颗粒的一部分被所述混合物携带，与所述混合物分离并且被分为所述两



个部分。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：还包括下述步骤：改变被循环送回容器并送至所述热量回收区域的被分离的颗粒的相对比例，从而改变在所述床中较细颗粒和较粗颗粒的相对比例。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：引入的所述空气量低于所述燃料完全燃烧所需要的量，以及还包括下述步骤：在高于第一次引入所述空气区域的位置上向所述容器引入附加空气，所述附加空气的量足以使所述燃料完全燃烧。

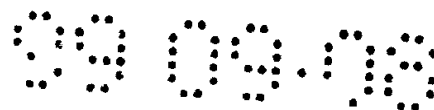
8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：还包括通过改变引入所述床的空气量来控制所述床的温度的步骤。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：还包括使水循环通过所述容器壁以吸收燃烧所产生的热量，使所述水变成蒸汽的步骤。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：还包括从所述床排出用过的较粗颗粒并改变排出率从而调节所述颗粒在所述容器中停留时间的步骤。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于：所述改变步骤改变所述床中较细颗粒与较粗颗粒的比率。

12. 一种流化床反应器系统，包括：一容器；一放置在所述容器中的可燃烧颗粒的流化床；一分离装置，用于接受来自所述容器中流化床的空气，燃烧气体产物和所携带的颗粒混合物，并将所述携带的颗粒与所述空气和燃烧气体产物的混合物相分离；热量回收装置；将所述分离的颗粒之一部分送回所述容器的装置；将所述分离的颗粒之另一部分送至所述热量回收装置的装置；其



特征在于还包括：用于将所述分离的空气和燃烧气体产物的混合物送至所述热量回收装置的装置，所述热量回收装置用于从所述分离的空气和燃烧气体产物的混合物和所述分离的颗粒的所述的另一部分除去热量。

13. 如权利要求 12 所述的系统，其特征在于：还包括一浸管密封装置，用于接受所述分离的颗粒并将所述颗粒分成所述一部分和所述另一部分。

14. 如权利要求 13 所述的系统，其特征在于：还包括配送空气通过在所述浸管密封装置中的所述被分离的颗粒使其流化的装置。

15. 如权利要求 12 所述的系统，其特征在于：还包括用于改变送回容器的被分离的颗粒与送至所述的热量回收装置的被分离的颗粒的相对比例的装置。

16. 如权利要求 12 所述的系统，其特征在于：还包括使水循环通过所述容器壁以吸收所述颗粒燃烧产生的热量并将所述水变为蒸汽的装置。

17. 如权利要求 12 所述的系统，其特征在于：还包括在热量回收装置中使分离的颗粒的另一部分和分离的空气和燃烧气体产物的混合物相结合的装置。

说明书

流化床反应器及其操作方法

本发明涉及一种流化床反应器系统及其操作方法，更具体来说，在这种系统和方法中，在流化床中燃烧燃料以产生热。

流化床反应器如燃烧器，气化器，蒸汽发生器等是众所周知的。在上述装置中，使空气通过一层包括矿物燃料如煤，以及燃烧煤产生的二氧化硫的吸收材料的颗粒材料，以形成流化床并促进燃料在较低温度下燃烧。当用流化床产生的热在（例如）蒸汽发生器中将水变成蒸汽时，流化床系统能提供一种释放热量高，二氧化硫吸收好，氮的氧化物排放少，适用多种燃料的令人满意的综合性能。

在某些情况下，使用一种循环流化床反应器，其中，在流化床上方形成气柱，气柱含有空气，流化床燃烧的气态产物以及空气和气态产物所携带的较细颗粒的混合物，所述混合物从反应器排出，而细颗粒从混合物中分离出来。一部分的分离器的颗粒被喷回流化床，其余部分则送至外部设备。

由于流化床内的化学反应是在较高温度下进行的，故分离出的细颗粒可在其循环和排至外部设备之前送入一热交换器以便从材料中回收热量。例如，转让给本申请的受让人的美国专利第 5, 069, 171 号公开了一种外部热交换器以便在被分离出的细颗粒被循环回流化床之前从被分离的细颗粒中回收热量。在外部热交换器中从被分离出的细颗粒回收热量一般是通过设置附加流化床而完成的，这



种附加流化床在低于反应器容器的温度下工作。但是在外部热交换器中使用流化床会导致较大颗粒的分离，结果会使较粗和较细的颗粒在反应器容器内积累。细颗粒在反应器容器内的积累会减少其它颗粒的滞留时间并大大降低循环式流化床反应器的工作效率。

因此，本发明的目的是提供一种带有外部热交换器的循环式流化床系统及其操作方法，其中的外部热交换器可限制细颗粒的积累。

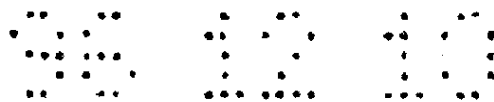
本发明的另一个目的是提供上述类型的系统和方法，其中，较粗颗粒和较细颗粒之比率可以调节。

本发明的另一个目的是提供一种上述类型的可提高工作效率的系统和方法。

本发明的另一个目的是提供一种上述类型的系统和方法，其中，从排出的细颗粒吸收热量。

按照本发明的一个方面，一种操作流化床反应器的方法包括以下步骤：将包括燃料的颗粒材料送入燃烧容器以便燃烧，将空气引入所述容器并通过所述颗粒使所述颗粒流化并助燃，所述空气与燃烧气体产物混合并携带一部分所述颗粒，从所述空气和燃烧气体产物的混合物中分离所述携带的颗粒，将所分离的空气和燃烧气体产物的混合物送至热量回收区域，将所分离的颗粒分成两部分，将所分离的颗粒的一部分循环送回所述容器，将所述另一部分所分离的颗粒送至所述热量回收区域，在所述热量回收区域从所述分离的颗粒的所述的另一部分除去热量，并且在热量回收区域从空气和燃烧气体产物的混合物除去热量。

按照本发明的另一个方面，一种流化床反应器系统，包括：一



容器；一放置在所述容器中的可燃烧颗粒的流化床；一分离装置，用于接受来自所述容器中流化床的空气，燃烧气体产物和所携带的颗粒混合物，并将所述携带的颗粒与所述空气和燃烧气体产物的混合物相分离；热量回收装置，用于将所述分离的空气和燃烧气体产物的混合物送至所述热量回收装置的装置；将所述分离的颗粒之一部分送回所述容器的装置；将所述分离的颗粒之另一部分送至所述热量回收装置的装置；所述热量回收装置用于从所述分离的空气和燃烧气体产物的混合物和所述分离的颗粒的所述的另一部分除去热量。

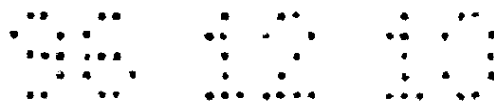
对照附图参阅对本发明推荐图示实施例的详细描述可对本发明的系统和方法的上面的简述以及进一步的目的，特征和优点有更充分的理解。

本申请的附图是本发明的循环式流化床反应器系统的示意图。

下面将针对附图所示天然水循环式蒸汽发生器描述本发明的系统和方法。如图所示，蒸汽发生器 10 包括一蒸汽鼓 12，蒸汽鼓从输送管 14 进水，通过许多蒸汽管 16 放出所生产的蒸汽。

蒸汽发生器 10 包括一流化床反应器 18，反应器 18 具有一前壁 20a，一间隔开的，平行的后壁 20b，以及两间隔开的侧壁，一画出的侧壁的标号为 22，它垂直于前、后臂延伸从而形成一个基本呈矩形的炉 24。

反应器 18 的壁 20a,20b 和 22 是由许多垂向设置的管构成的，这些管通过垂向设置的长棒或散热片相互连接起来构成一密接的，气密结构。由于上述结构是普通的，在图中未画出，也不做更详细的说明。壁 20a,20b 和 22 的每根管的两端部分别连接于水平设置的



上、下集流管，其原因将在下文详述。

一多孔的空气分配板 30 适当地支承于反应器 18 的燃烧室的下部，并形成一个在板下延伸的通风室 32。来自适当气源的加压空气通过普通的装置如压力送风机等送入通风室 32 并向上通过空气分配板 30。空气可经预热器（未画）预热并且如果需要通过空气控制风门适当调节。空气分配板 30 适于支承较细和粗颗粒的床 34，一般来说，颗粒包括破碎的煤和用于吸收煤燃烧过程中形成的二氧化硫的石灰石或白云石。

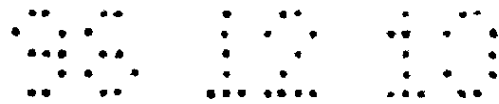
反应器 18 的壁 20a,20b 和 22 的下部的内表面衬有耐火材料 36 或其它适当的绝热材料，耐火材料 36 在空气分配板 30 上方延伸一预定的距离。

燃料分配器 38 穿过前壁 20a 以便将颗粒燃料引至床 34 的上表面，显然，壁 20a,20b 和 22 也可设有其它分配器以便将颗粒状的二氧化硫吸收材料和/或其它附加的颗粒燃料按需要送至床 34 上。

一卸出孔 40 与空气分配板的开口对准并穿过通风室 32，以便将由床 34 烧过的燃料和吸收材料的较粗颗粒卸至外部设备，并可以通过控制阀（未画）按需要适当调节。

在侧壁 22 上，在距床 34 预定的高度上设置许多气孔 42 以便引入二次空气，下文将描述这样做的原因。显然，根据需要可以在壁 20a,20b 和其它侧壁上的一个或多个高度上设置附加空气孔。

在后壁 20b 的上部形成开口 44，其形成方式是将形成后壁一些管向后弯曲，使炉 24 的上部与临近反应器 18 的分离部分 46 相连通。一旋流分离器 48 构成分离部分 46 的外部，并包括一共轴设置的内管 50，内管 50 与分离器的壁一起构成从反应器 18 进入分离器



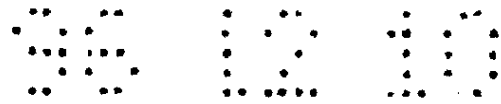
的气体的环形流动路径。上述气体绕环形室旋流借助离心力从中分离出所携带的细颗粒，然后气体才送至分离部分的上部。

被分离出的细颗粒落入分离器 48 下部的漏斗部分 48a，并被送至浸管密封装置 52，浸管密封装置 52 以普通的方式通气，并具有从那儿延伸的循环导管 54 和 L 形阀 56。导管 54 穿过后壁 20b 并进入反应器 18，一垂向延伸的气力提升器 58 连接于 L 形阀 56 的远端，以便对排出的细颗粒作气力输送。L 形阀设有一通气旋塞 60，用于将空气引入 L 形阀，从而改变在导管 54 和气力提升器 58 之间的细颗粒的比例流量。气力提升器 58 终止在回流容器 62 内，容器 62 连接于喷射管线 64，以便排出细颗粒，这将在下文进一步详述。

临近分离部分 46 设置热量回收壳 66，在其上壁部分形成一孔 68，用来接受来自分离部分 46 的清洁气体。在热量回收壳内设置过热器 70A 和 70B 以及一热交换器 70C，都由许多管构成，这些管接入一流路中，以便使蒸汽通过这些管以普通的方式进行热交换。来自分离部分 46 的气体向下穿过热量回收壳 66 的长度，因而穿过了过热器 70A 和 70B 以及热交换器 70C。

喷射管线 64 从回流容器穿过热量回收壳 66 的侧壁，使细颗粒卸至过热器 70A 和 70B 的下游及热交换器 70C 的上游，在那里与来自分离部分 46 的气体混合。因此，热交换器 70C 是放置在气体和卸出的细颗粒的混合物的路径中，使热量从混合物中进一步回收。

由于热交换器 70C 可是普通结构的，故在图中未仔细画出，例如，热交换器 70C 可由垂向放置的钢壳构成，钢壳借助两适当加固的钢隔板在顶面和底面相连以构成一矩形壳，内装许多垂向布置的直管，使气体和细颗粒的混合物可平行地流过直管。因此，来自喷



射管线 64 的气体 and 卸出的细颗粒的混合物进入热交换器 70C 的上隔板上的孔，穿过直管，与在矩形壳流过的空气进行热交换，并从下部隔板上的孔流出，然后才通过出口 72 排出热量回收壳 66。

形成分离部分 46 和热量回收壳 66 的上部的壁是由许多垂向设置的管构成的，这些管由垂向设置的棒或散热片相互连接构成密接的壁状结构，与构成反应器 18 的壁相同。上述壁的上端连接于许多水平延伸的上部集流管 74，而其下端则连接于许多水平延伸的下部集流管，其一由标号 76 示出。

虽然图中未画，但是显然设有包括下水管和上水管等的水的流路，以便将蒸汽鼓 12 和/或水鼓（未画）连接于集流管 26，28，74 和 76 以构成通过蒸汽鼓 12，水鼓及构成反应器 18 的壁，构成分离部分 46 的壁，过热器 70A 和 70B，热交换器 70C 以及热量回收壳 66 的水和蒸汽的流通回路。由于这些是普通技术，故不再详述。

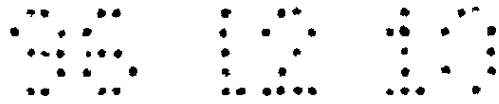
在蒸汽发生器 10 的工作中，一批燃料和吸收剂颗粒（如煤和石灰石）通过分配器 38（以及需要时通过其它分配器）送入并放置在板 30 的上表面以形成床 34。空气在较高的压力下引入通风室 32，由燃烧器（未画）点燃颗粒。或者也可由位于通风室 32 中的燃烧器加热颗粒。通过通风室 32 引入的一次空气占煤完全燃烧所需空气总量的一部分，因此，在炉 24 下部的燃烧是不完全的。炉下部是在还原条件下工作的，煤完全燃烧所需的其余空气是由空气孔 42 提供的。当在最大容量下工作时，通过通风室 32 所提供的空气可占完全燃烧所需量的 40 % 至 90 %，这一数量可按照所需床温而改变，而其余的空气（60 % 至 10 %）是通过空气孔 42 提供的，以便进行完

全燃烧。

从通风室 32 通过空气分配板 30 引入的高压，高速，助燃的空气使较细的煤和石灰石颗粒（包括煤灰和用过的石灰石）被裹携在燃气中，并被燃气的气力所输送。气体和所携带的细颗粒的混合物在炉 24 内上升，构成含细颗粒的气柱，并从反应器 18 穿过开口 44 进入分离部分 46。

由分配器 38 引入炉 24 中的较细和粗的煤和石灰石的颗粒的数量，使在炉 24 内床 34 上方形成的气柱饱和地含有细颗粒，也就是说，达到气体携带细颗粒的最大量。由于这种饱和状态，一部分细颗粒未被气体裹携，而与较粗颗粒一起构成床 34。

按本发明的一个特征，被携带的细颗粒向上穿过炉 24 内气柱的长度并从开口 44 排出反应器 18。细颗粒在分离器 48 中被分离并被送至浸管密封装置 52。细颗粒在浸管密封装置 52 中积累，浸管密封装置装置在它的接受端和循环导管 54 之间形成压力密封。因此，在炉 24 内的床 34 的工作压力不取决于分离器 48 的工作压力，从而避免影响两部件内的工作特性。在浸管密封装置 52 中的细颗粒压头也提供了连续向下的偏压，使材料趋向 L 形阀 56 的接受端。空气喷嘴 52a 向浸管密封装置 52 中的细颗粒提供流化空气以防止细颗粒的淤塞。通气旋塞 60 向 L 形阀的接受端提供流化空气，因此，通过 L 形阀排出的细颗粒流量与通气旋塞的供气量成正比。这样，L 形阀 56 提供了可调整的排出的细颗粒的流量控制，并进行调整以改变进入导管 54 和气力提升器 58 的细颗粒的相对比例，因此，改变了再次进入炉 24 或排至热交换器 70C 的细颗粒的相对量。因此，通过导管 54 再次返回反应器 18 的较细颗粒的量，因而在反应器 18 内的



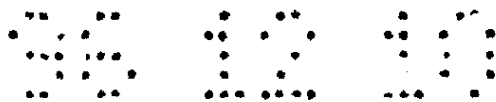
较细颗粒与较粗颗粒之比也可以进行精确的调整。

显然，通过分配器 38 送入的细、粗颗粒的混合物应维持在适当的水平上，以保证床 34 上方的气柱饱和地含有颗粒，尽管是在废料从排泄孔 40 排出和部分细颗粒从喷射管线 64 排出的情况下。例如，固体颗粒的颗粒密度可为 60 磅/英尺³至 160 磅/英尺³，粗颗粒的平均粒度大约为 750 至 1250 μm ，细颗粒的平均粒度大约为 75 至 250 μm 。

水是通过输送管 14 送入蒸汽鼓 12 的，与鼓 12 中的水相混合。如上所述，水从鼓 12 通过下水管或类似装置向下输送入下部集流管 26 和形成壁 20a, 20b 和 22 的管中。来自流化床，气柱和被输送固体的热量将一部分水变成蒸汽，水和蒸汽的混合物在管中上升，收集在上部集流管 74 中，并被送至蒸汽鼓 12。在蒸汽鼓 12 中，蒸汽和水被以普通的方式分离开，被分开的蒸汽从蒸汽鼓通过蒸汽管 16 送至过热器 70A 和 70B，热交换器 70C，然后再送至汽轮机或类似装置。被分开的水与从输送管 14 送来的新水相混合，通过流路以刚才描述的方式被循环。在炉 24 中可以利用其它的冷却表面，最好的形式是具有基本为垂向的管的隔壁。

热的清洁气体从分离部分 46 穿过过热器 70A 和 70B 以便从气体上除去热量并将热量传给流过过热器的较凉的蒸汽，然后气体才与来自喷射管线 64 的热的分离开的固体相混合。混合物经过热交换器 70C，与经过热交换器的较凉的流体进行热交换，从混合物除去热量，然后混合物才通过出口 72 从蒸汽发生器 10 排出。

由此可见，按照本发明的系统和方法，通过调节通气旋塞 60 的空气体积，可以容易地改变循环的细颗粒与排放的细颗粒之比。因



此，通过分别调节从排泄管 40 的颗粒卸出量及调节至通气旋塞 60 的空气容积，可以调节在反应器较粗颗粒与较细颗粒之比。因此，在反应器 18 中放置的及通过反应器 18 循环的较粗颗粒和较细颗粒的停留时间可被调节以适合其各自的反应特性，这提高了在低工作负荷下的工作效率。另外，热量从排出的细颗粒得到回收，进一步提高了工作效率。

虽然在附图中设有特地画出，但是显然可增设其它需要的设备和构件，所有这些构件以适当的方式布置和支承以构成一完整的工作系统。

另外，显然可对本发明的系统和方法作出种种变化而并不超出本发明的范围。例如，送至反应器的燃料可为液态或气态而非上述的固体颗粒形式。本专业技术人员也可作出其它变化而并不超出本发明的范围。

说明书附图

图 1

