(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1754065 B
(45)授权公告日 2013.05.08

(21)申请号 200480005454.2
(22)申请日 2004.01.02
(30)优先权数据
0300432 2003.01.16 FR
(85)PCT申请进入国家阶段日
2005.08.29
(86)PCT申请的申请数据
PCT/FR2004/050000 2004.01.02
(87)PCT申请的公布数据
WO2004/065847 FR 2004.08.05
(73)专利权人 阿尔斯托姆技术有限公司
地址 瑞士巴登
(72)发明人 科琳·比尔 让-泽维尔·莫林
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 王景刚 王冉
(51)Int.Cl.
F23C 10/00(2006.01)
F23G 5/30(2006.01)
F23C 10/16(2006.01)
审查员 池建军

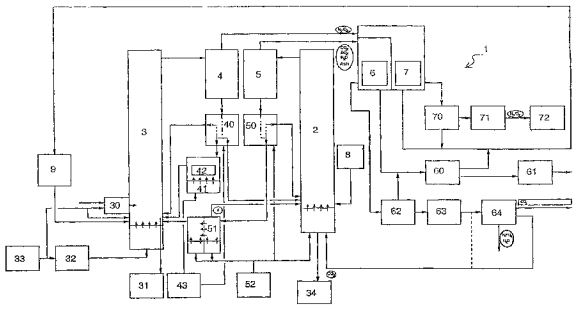
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

具有 CO_2 回收的燃烧装置

(57)摘要

本发明涉及到一种含碳固体的燃烧装置(1),包含一个氧化物还原反应器(2),第一个旋流器(5),一个回收装置(6),一个氧化反应器(3),第二个旋流器(4),在其中流动被还原然后在两个反应器(2,3)的每个中氧化的氧化物。本发明特征在于燃料在被引入还原反应器(3)之前被磨碎。还原的固体燃料颗粒尺寸使得燃烧更完全更快,并且使得几乎100%的产物是飞灰,它可以从循环的氧化物中被分离。



CN 1754065 B

1. 一种用于在大气压力下操作的燃烧含碳固体材料的燃烧装置，该装置包括：

一个还原反应器，接收含碳材料以还原氧化物，其中含碳固体材料在进入还原反应器之前是磨碎的，

一个氧化反应器，使氧化物氧化，

第一旋流器，接收来自还原反应器的固体氧化物颗粒、含碳残渣、飞灰以及包含 CO_2、SO_2 和蒸汽的烟气，并使固体氧化物颗粒、含碳残渣与飞灰、烟气分离，其中，固体氧化物颗粒和含碳残渣的一部分通过用于去除含碳残渣的装置分离出含碳残渣而将固体氧化物颗粒提供到氧化反应器，

第一交换器，接收来自第一旋流器的飞灰和烟气，

第二旋流器，接收来自氧化反应器的氧化物和用尽的空气，并使来自氧化反应器的主要由 N_2 和 O_2 构成的气体与固体氧化物颗粒分离，其中固体氧化物颗粒从第二旋流器的底部被提取，然后所提取的固体氧化物颗粒的一部分被提供到还原反应器的底部，

第二交换器，接收来自第二旋流器的氧化物和气体，

第一虹吸管，接收来自第一旋流器的固体氧化物颗粒和含碳残渣，并将固体氧化物颗粒和含碳残渣的一部分提供到还原反应器，固体氧化物颗粒和含碳残渣的另一部分通过用于去除含碳残渣的装置分离出含碳残渣而将固体氧化物颗粒提供到氧化反应器，和

第二虹吸管，接收从第二旋流器的底部提取的固体氧化物颗粒，并将固体氧化物颗粒提供到流化床热交换器、氧化反应器的底部和还原反应器的底部。

2. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，浓缩的 CO_2 离开第一旋流器到达第一交换器，并且离开第二旋流器的气体是助燃空气。

3. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，含碳固体材料是煤。

4. 一种根据权利要求 3 的燃烧装置，其特征在于，煤在磨碎后的平均颗粒直径小于 500μ。

5. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，还原反应器具有循环流化床，该循环流化床由蒸汽和回收的 CO_2 流化。

6. 一种根据权利要求 5 的燃烧装置，其特征在于，还原反应器具有循环流化床，该循环流化床由从还原反应器释放的回收的 CO_2 流化。

7. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，第一旋流器使固体氧化物颗粒和含碳残渣的混合物与飞灰、烟气分离，并且还包括专用的去除装置，该专用的去除装置具有流化床，以使含碳残渣与固体氧化物颗粒分离，其中，固体氧化物颗粒被提供到氧化反应器。

8. 一种根据权利要求 7 的燃烧装置，其特征在于，去除装置的流化床由蒸汽流化。

9. 一种根据权利要求 8 的燃烧装置，其特征在于，含碳残渣被蒸汽带走并供给到还原反应器。

10. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，还包括流化床热交换器，该流化床热交换器在氧化反应器的外部具有流化床，其中，该流化床热交换器由加压空气流化并接收来自第二旋流器的固体氧化物颗粒并将固体氧化物颗粒提供到氧化反应器。

11. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，还包括分离器，该分离器放置在第一交换器之后，并使从第一旋流器接收到的飞灰与固体氧化物颗粒分离。

12. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，氧化物是金属氧化物。

13. 一种根据权利要求 12 的燃烧装置，其特征在于，金属氧化物是基于铁的。

14. 一种根据权利要求 1 的燃烧装置，其特征在于，含碳固体材料被磨碎至防止还原反应器的底部积聚粗灰的颗粒尺寸。

具有 CO_2 回收的燃烧装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于燃烧含碳固体材料以产生电力和/或蒸汽的燃烧装置。固体材料可以是诸如煤的矿物燃料，以及废物或农业废弃物，它们被注入到一个燃烧仓中，例如流化床燃烧仓。

背景技术

[0002] 燃烧矿物燃料会产生少量的 CO_2 和 SO_2 气体排放。在燃烧仓中注入石灰石可以减少原位 SO_2 的排放，但是这种 SO_2 排放的减少伴随着除含碳材料燃烧产生的 CO_2 之外的间接 CO_2 产物。因为 CO_2 是一种温室气体，它的排放必须被限制，强制捕获全部或部分 CO_2。

[0003] 包含在燃烧废气中的 CO_2 可以利用多种方法捕获并存储在燃烧装置的下游。首先，它可以通过溶剂洗涤来捕获，例如单乙醇胺，它可以选择性地溶解包含在废气中的 CO_2，随后溶剂通过涉及将蒸汽注入到第二个反应器中的加热流程提取 CO_2 而再生，之后再生的溶剂被供给到废气洗涤反应器。然而，这种方法需要作为燃烧反应必需的惰性质并且包含在废气中的氮气处理，废气中的 CO_2 体积含量通常占 15％左右。这意味着 CO_2 捕获装置必须按现有氮气的比例评估。此外，加热再生的缺点是必须要有大量的蒸汽，这又妨碍了电力和/或蒸汽生产装置的能效。

[0004] 用回收的 CO_2 置换包含在废气中的氮气惰性质，然后可以想象利用 O_2/CO_2 氧化剂实现燃烧。然而，氧气不得不由空气分离装置从空气中产生，并且低温系统要消耗大量的能量。

[0005] 上述的方法是基于在大气压下燃烧和捕获 CO_2 的，但是也有可能产生一种整合到电力生产循环中的装置，在压力下气化固体燃料，例如煤。在压力下的气化产生一种包含 CO、H_2、CO_2 和 H_2O 的合成燃气。这些气化装置被连接到燃气涡轮，并且在这种情况下，压力下的 CO_2 通过用压力下的溶剂洗涤而被回收，这对随后的 CO_2 传输更有利，它必须在 150 巴的超临界液态下实现。气化反应使用由空气分离装置产生的加压氧气，这是昂贵的。除它的复杂性外，上述类型的装置有点不可靠，因为通常它的实用性仅仅为 80％。

[0006] 利用金属氧化物作为氧载体，实现完全 CO_2 回收的气体燃烧（但不是固体材料），在本领域也是熟知的。氧化物在两个反应器之间循环，在其中它可能在循环床反应器中与空气接触而被氧化也有可能与气体燃料接触而被还原。这种方法的优点是不需要分离空气，因为氧化物包含氧载体，但是它不能用于固体燃料。另外，这些装置必须在两个反应器之间完全密封，耗尽留在氧化反应器中的 O_2 和从还原反应器泄露的 CO_2 以不污染空气。然而，为了使用非常昂贵的气体燃料，它可以更经济地使用具有用来处理燃料气体的热回收装置的高效（60％）燃气涡轮，而不是使用低效的（45％）蒸汽涡轮锅炉。

[0007] 最后，CO_2 可以利用钙的碳酸盐循环捕获，在此处碳酸盐在循环流化床接触反应器中的循环流化床装置下游形成，在第二个反应器中通过热输入被分解，并重新循环到反应器，在反应器中它们与包含 CO_2 的燃料气体接触。以这种方式释放的 CO_2 可以被回收存储。

[0008] 不幸地，所有这些后燃烧 CO_2 捕获技术的缺点是增加了一种到两种传统火电站的

投资成本因素，且需要大的区域。

发明内容

[0009] 本发明提供了一种可在大气压力下操作的用于燃烧含碳固体材料的燃烧装置，该装置整合有 CO_2 捕获能力，不需要预先的空气分离，不需要重新循环 CO_2 以替代燃烧气体中的氮气。由于它的简单和紧凑，这种系统降低了 CO_2 捕获成本并产生了用于发电的蒸汽。

[0010] 根据本发明，一种用于燃烧含碳固体材料的燃烧装置 1 包括一个氧化物还原反应器，第一个旋流器，一个用于重新获得燃料气体的交换器，一个氧化物氧化反应器，第二个旋流器，和一个用于控制循环氧化物温度的交换器，在其中循环被还原然后在两个反应器的每一个中氧化的氧化物，该装置的特征在于固体燃料在进入氧化物还原反应器之前是磨碎的。氧化物在第一次与燃料接触时被还原，燃料与氧化物释放的氧气反应，随后氧化物与空气接触而被氧化，空气再生氧化物。小尺寸的固体氧化物颗粒使得燃烧更完全和更快并产生几乎 100％的飞灰。

[0011] 根据另一个特征，该装置在单独的回路中从还原反应器中释放浓缩的 CO_2 和从氧化反应器中释放燃气。燃烧的发生伴随产生的 CO_2 流的分离并且不需要空气分离。

[0012] 根据一个特定的特征，燃料是煤。煤包含易挥发的材料、水分、灰和固定碳。

[0013] 根据另一个特征，煤在磨碎后的平均颗粒直径小于 500μ。煤在被引入用于在高温（700℃到 1150℃）下还原氧化物的反应器之后被分成碎块。这种煤的颗粒尺寸范围避免了要被提取的粗灰在还原反应器底部的积累，并且产生几乎是100％的飞灰。煤中易挥发的材料在煤被加热后非常快地释放，并与氧化物放出的氧气反应从而产生部分燃烧，随后固定碳继续燃烧。

[0014] 根据另一个特征，还原反应器具有一个由蒸汽流化的循环流化床。固体燃料具有低的燃烧动力学，因此有必要使用一种循环流化床作为还原反应器以获得经由反应器内的固体内部重复循环和经由第一个旋流器的外部重复循环的较长处理时间的优势。

[0015] 根据一个补充特征，床由 CO_2 流化。除蒸汽之外，床由蒸汽和重复循环的 CO_2 混合物流化。

[0016] 根据一个特定的特征，从第一个旋流器提取的氧化物和含碳残渣混合物通过去除装置清洗含碳残渣。由氧化物和含碳残渣构成的固体床在还原反应器的底部被再次循环，床的一部分在循环床的虹吸管的底部被提取然后在一个专门用来去除含碳残渣的装置中清洗或清除。含碳残渣已经从中去除的氧化物被传输到氧化反应器利用高温用空气进行氧化。如果固体床被直接传输到氧化反应器，含碳残渣的燃烧将产生 CO_2，而且这将减少 CO_2 的总体捕获，使反应器中的热交换不平衡，并导致氧化反应器的热交换器的过载。耗尽氧气的空气在交换器中冷却并随后在排放到大气之前去除尘土。

[0017] 根据一个特定的特征，用于去除含碳残渣的装置仅由蒸汽流化。蒸汽在 CO_2 冷却系统中被凝结。在这个装置中，通过利用氧化物和含碳残渣之间的颗粒尺寸和密度的差异，流化将氧化物从含碳残渣中分离出来。氧化物的颗粒尺寸范围从 50μ 到 500μ，密度从 2000kg/m^3 到 7000kg/m^3，而含碳残渣的颗粒尺寸范围从 5μ 到 50μ，密度从 500kg/m^3 到 1500kg/m^3。

[0018] 根据一个特定的特征，含碳残渣被蒸汽带走并供给到氧化物还原第一反应器。由

于流化，最细的和最轻的颗粒，也就是那些含碳残渣，被流化蒸汽带走并供给到还原反应器。在气化煤的过程中，蒸汽还有其他优点，这在本领域是公知的，即把供给到还原反应器的含碳残渣转化为 CO。因此，流化蒸汽作为一种分离介质、传输介质和含碳残渣的转化器。

[0019] 根据一个特定的特征，热交换器被安置在氧化反应器虹吸管底部出口之下的外床上。床的一部分被再次循环到氧化反应器的底部并到达流化床交换器，通过控制用于再次循环固体的进料阀的打开从而控制部分荷载的操作温度，这就因此在进入交换器之后冷却了所述固体。

[0020] 根据一个特定的特征，氧化物和飞灰分离器被放置在用于富含 CO_2 的废气的热交换器之后。在旋流器下游，来自还原反应器的燃气（CO_2、H_2O、SO_2）和飞灰在热交换器中冷却之后通过灰尘提取器分离。通过颗粒之间的互相摩擦（磨损）和降级产生的细氧化物颗粒从飞灰中分离并被供给到氧化反应器。

[0021] 根据另一个特征，氧化剂是金属氧化物。金属氧化物可以是基于铁、镍、矾土或它们的混合物。

[0022] 根据另一个特征，金属氧化物是基于铁的。基于铁的金属氧化物是优选地，因为这是成本最小的金属氧化物。氧化剂可以采用 FeO、Fe_2O_3 或 Fe_3O_4 的形式。

附图说明

[0023] 在阅读下述描述后，本发明将会被更好地理解，这些描述仅作为实例给出并涉及附图，其中：

[0024] 图 1 是根据本发明的一种燃烧装置的总图，和

[0025] 图 2 是一种含碳残渣分离器的详图。

具体实施方式

[0026] 装置 1 包括一个氧化物还原反应器 2，一个氧化物氧化反应器 3，两个旋流器 4、5，每个旋流器都专供一个反应器使用，和两个热交换器 6 和 7，包含着用于废气的交换器和用于空气的交换器，每个都专供其中一个反应器使用。

[0027] 还原反应器 2 通过粉煤贮仓 8 供给燃料。煤是预先粗略磨碎的。

[0028] 反应器 2 通过蒸汽和反复利用的 CO_2 混合物被流化。当装置被开动时，床仅被蒸汽流化。

[0029] 当在反应器 2 中还原后，包含 CO_2、SO_2 和蒸汽的氧化物进入旋流器 5，在其中固体氧化物颗粒从飞灰、燃气中分离出来。

[0030] 然后飞灰和燃气进入热交换器 6。飞灰通过袋式过滤器 62 从燃气中分离。然后 CO_2、H_2O 和 SO_2 的混合物经由一个抽气通风扇 63 供给到冷却冷凝回路 64。该回路 64 从 CO_2 中提取出水和残余的 H_2SO_4，其中一些 CO_2 随后进入反应器 2。

[0031] 颗粒直径小于 50μm 且密度大约为 800kg/m^3 的飞灰在分离器 60 中从这些氧化物中分离并存储在一个灰烬贮仓 61 中，它们的颗粒尺寸范围从 50μm 到 500μm，密度从 2000kg/m^3 到 7000kg/m^3，同时氧化物进入贮仓 9。分离是通过以下方式实现的，在分离器（流化床反应器）60 中用低温空气流化，其中所选的流化速度使飞灰流化并经由一个气动传输装置将它传输到贮仓 61，并且氧化物沉淀出来在分离器（流化床反应器）60 的基底上被分

离出来供给到贮仓 9。

[0032] 旋流器 5 中留下的包含氧化物和含碳残渣的固体进入虹吸管 50，第一部分通过它被供给到反应器 2，第二部分被供给到用来去除含碳残渣的装置 51。虹吸管 50 由蒸汽 52 流化。

[0033] 去除装置 51 由蒸汽 52 流化，它可分离出细和轻的颗粒，例如供给到反应器 2 的含碳残渣，更重更大的氧化物颗粒被供给到反应器 3 进行氧化。如图 2 所示，装置 51 包括一个内部导流板 510，由于两个隔间 511 和 512 之间的流化固体 515 的深度，它在压力密闭的流化固体的通道上限定了两个隔间 511 和 512。每个隔间 511 和 512 的流化通过两个蒸汽入口 513 和 514 独立控制，以获得所需的速度范围从而在第一个隔间 511 中分离氧化物和含碳残渣并将氧化物传输到第二个隔间 512。第一个隔间 511 顶部的排气口将含碳残渣通过蒸汽传输到反应器 2。

[0034] 氧化反应器 3 装备有一个启动系统 30，它被馈送燃料例如汽油、来自氧化物贮仓 9 的氧化物和通过风扇 32 和 33 导入的流化和氧化气体。系统 30 将所有反应器和固体循环回路加热到 700℃以上的温度阈并启动全部的反应。加热的固体氧化物颗粒起反应并加热还原反应器 2。

[0035] 流化床由反应器 3 内的氧化物环流构成，反应器由外部的空气流化。在反应器 3 中氧化之后，氧化物和用尽的空气进入旋流器 4，在其中固体氧化物颗粒从主要由 N_2 和 O_2 构成的气体中分离出来。

[0036] 在反应器 3 中被加热的空气通过热交换器 7 冷却。带来的氧化物通过一个袋式过滤器 70 从空气中分离并供给到贮仓 9。抽气通风扇 71 随后经由烟道 72 将空气排放到大气中。

[0037] 从旋流器 4 底部提取的固体氧化物颗粒进入虹吸管 40，通过它第一部分被传输到反应器 2 的底部，第二部分被重复循环到反应器 3 的底部，第三部分被直接带到外床 41，那里是一个由加压空气 43 流化的热交换器 42，最后供给到反应器 3。交换器 42 控制反应器 3 底部的温度，特别是在部分荷载的情况下。虹吸管 40 由压缩空气流化，压缩空气也供给到外床 41。

[0038] 反应器 3 中的氧化物可以经由贮仓 9 注满，用尽的氧化物回收在一个氧化物回收贮仓 31 中。注满氧化物也被证明可以补偿反应器 2 和 3 中磨损引起的损失，以及为材料传输和固体循环提供充足的氧化物。

[0039] 回收贮仓 34 安置在反应器 2 之下用来周期性的提取粗灰颗粒和结块。

[0040] 接下来描述各个反应的完整循环。

[0041] 磨碎的燃料被注入反应器 2，它包含一个高温（700℃到 1150℃）氧化物循环床。在使用煤的情况下，平均颗粒直径小于 500μ。燃料引入到所述的反应器 2 之后被分成碎块。燃料的颗粒尺寸范围避免了粗灰在反应器 2 底部的积累，需要提取的和产生的几乎 100％是飞灰。因此，灰不会积累在通过旋流器 5 收集的更粗的氧化物的循环床中。

[0042] 因为煤是一种具有低燃烧动力学的固体燃料，易挥发的材料成分占 20％ -60％，所以有必要使用一种循环流化床还原反应器，以在反应器 2 中实现通过反应器内的固体内部重复循环和经由旋流器 5 的外部重复循环延长处理时间。

[0043] 易挥发的材料在接下来的燃料加热以及与氧化物放出的氧气的反应中非常快地

释放，从而实现部分燃烧，固定碳的燃烧继续下去。

[0044] 氧化物床的一部分从虹吸管 50 的底部提取以清洗没有转化成飞灰的含碳残渣，随后被供给到反应器 3 以被空气中的氧气氧化。用尽氧气的空气在交换器 7 中冷却，在它被排放到大气之前通过一个袋式过滤器 70 提取其中的灰尘。

[0045] 含碳残渣不能被传输到反应器 3，因为这会产生 CO_2 的放热产物，它随后会被排放到大气中，并将因而减少整个 CO_2 捕获且增加用于氧化反应器 3 的温度控制交换器的尺寸。

[0046] 进入反应器 3 之后再生的氧化物被部分供给到反应器 2 以开始从反应器 3 到反应器 2 氧气传输的一个新循环。供给到反应器 2 的氧化物量通过一个固体流量控制阀（未示出）控制。

[0047] 氧化物床的其他部分被供给到反应器 3 的底部并到达流化床交换器，通过控制固体进料阀（未示出）的打开来控制部分荷载的操作温度。

[0048] 燃烧系统包括用来代替用尽颗粒和在循环中损失颗粒的氧化物注满装置和用来更新氧化物的提取装置。

[0049] 由于用尽的高温空气的无腐蚀性特点，热交换器 7 可以优选地与超临界蒸汽循环（＞ 600℃）共同运作。交换器可以与超临界蒸汽的低温加热共同运作。

[0050] 该装置也可以是受压的。

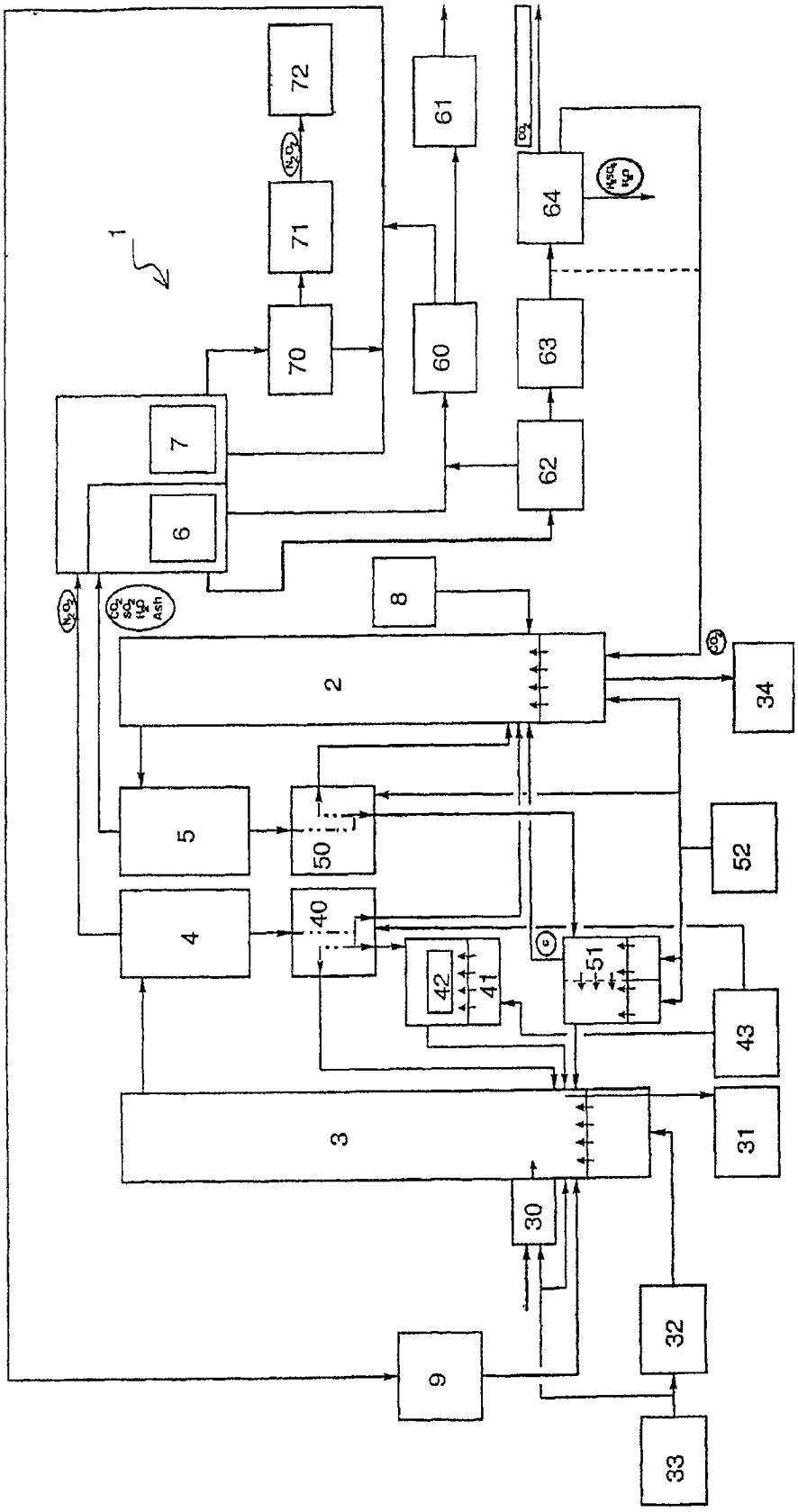


图 1

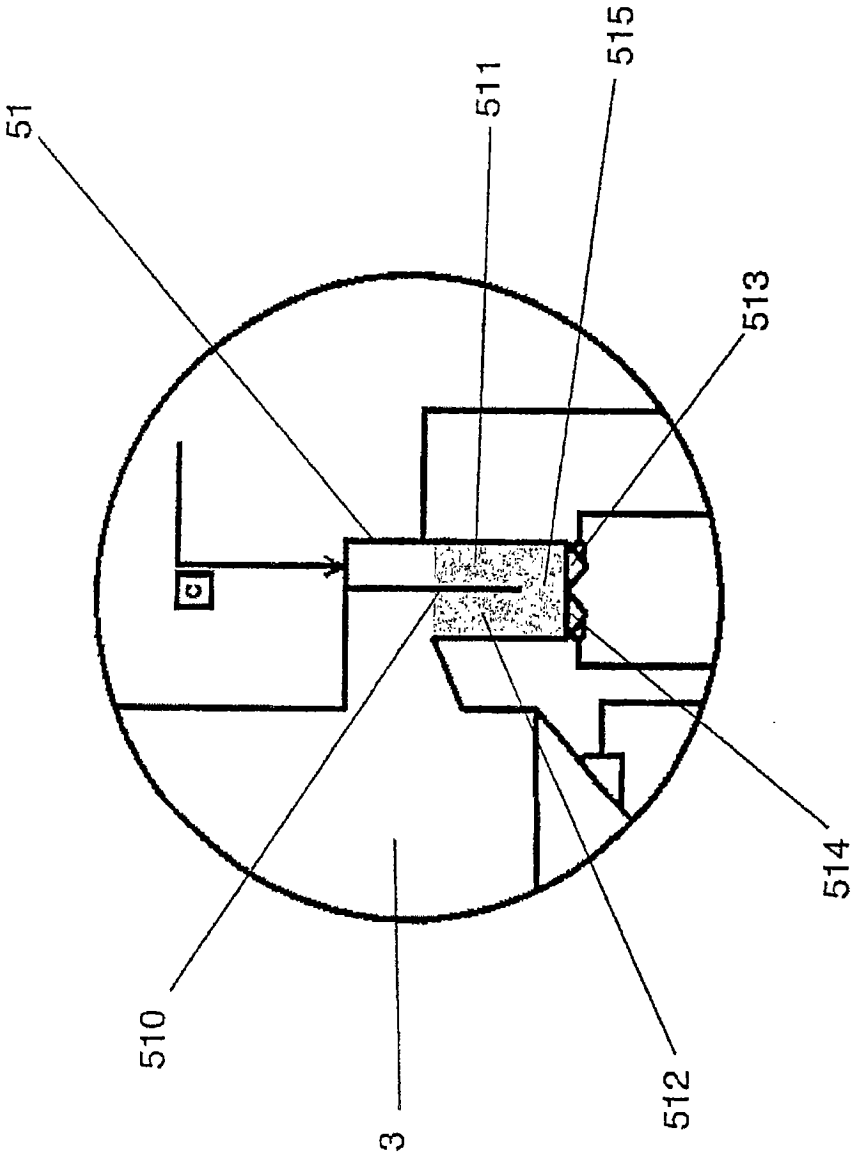


图 2