



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101558021 B

(45) 授权公告日 2013.06.19

(21) 申请号 200780039549.X

(22) 申请日 2007.10.30

(30) 优先权数据

06291766.1 2006.11.13 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.04.23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/004257 2007.10.30

(87) PCT申请的公布数据

W02008/059378 EN 2008.05.22

(73) 专利权人 拉法基公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 C·帕克斯顿 M·魏欣格

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限

公司 11314

代理人 程伟

(51) Int. Cl.

C04B 7/43 (2006.01)

C04B 7/36 (2006.01)

F27B 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4916742 A, 1990.04.03, 第1栏第6-26行, 第5栏第35-36行, 图1.

US 4066470 A, 1978.01.03, 第4栏第38-48行, 图1.

审查员 董凤强

权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

水泥的制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制备水泥的方法, 该方法包括在通过燃烧含碳燃料与含氧气和0至80体积%二氧化碳且基本不含氮气的气体而加热的煅烧炉中煅烧含碳酸钙的生料, 以及分离在煅烧炉中由燃烧和煅烧生成的气体。

1. 一种水泥的制备方法,该方法包括在通过燃烧含碳燃料与含氧气和0至80体积%二氧化碳且基本不含氮气的气体而加热的具有多个入口点的煅烧炉中煅烧含碳酸钙的生料,以及分离在煅烧炉中由燃烧和煅烧生成的气体。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,用含90%至100%氧气的气体进行燃烧。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中在多个点将所述生料引入煅烧炉中。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中在多个点将提供的气体引入煅烧炉中。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中将在提供的气体中的氧气和二氧化碳分别引入煅烧炉中。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中排放气体包含至少90%的二氧化碳。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中在煅烧炉中的煅烧程度被控制在80重量%或更高,在生料中剩下至多20%的残余二氧化碳。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中在相对于窑中的气体压力低1毫巴的减少的气体压力下操作煅烧炉。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的方法操作的水泥设备。

水泥的制备方法

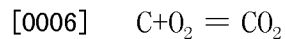
[0001] 本发明涉及水泥的制备方法,其中将生成的部分二氧化碳从在具有增强的二氧化碳含量的气体流中在制备过程涉及的其他气体中分离。

[0002] 水泥的制备产生大量的二氧化碳。以两种方法生成二氧化碳。在水泥制备中的材料之一为碳酸钙。加热碳酸钙以煅烧之并失去二氧化碳从而形成氧化钙。燃烧含碳燃料以产生制备水泥所需的高温也生成二氧化碳。由于环境的原因,需要降低向大气中释放二氧化碳的量。

[0003] 通常将用于制备水泥的原材料(其包括碳酸钙)混合、干燥和研磨以形成“生料”,然后处理所述生料以生成作为水泥主要成分的熟料。在预热步骤中,加热生料至刚低于煅烧的温度。接着其经过煅烧炉,在煅烧炉中进一步加热,且随着温度上升,碳酸钙煅烧为氧化钙并释放二氧化碳。煅烧的生料然后经过窑,在其中所述生料被加热至更高的温度以制备熟料,接着将熟料研磨以得到水泥粉末。

[0004] 通常将空气用作燃料燃烧的氧气的来源,从而为煅烧炉和窑提供热量。在空气中存在的主要气体是氮气(大约 80 体积%)和氧气(大约 20 体积%)。

[0005] 固体或液体碳基燃料的燃烧可总结在如下方程中:



[0007] 固体或液体燃料的体积相对于涉及的气体而言是可以忽略的。一体积的氧气生成一体积的二氧化碳。存在于用于燃烧的空气中的氮气不参与燃烧。燃烧之后,气体流包含大约 80 体积%的氮气和大约 20%的二氧化碳。气体的总体积由于生成的热量而增加。

[0008] 当固体或液体烃类燃料燃烧时,存在于燃料中的化合氢根据如下方程式与氧气结合:



[0010] 生成的水为气体状态,并且因此作为还生成的二氧化碳的气体稀释剂存在。一体积的氧气生成两体积的气态水,固体或液体烃类燃料的体积相对于所涉及的气体的体积可以忽略。因此,气态水导致通过燃烧形成的气体体积相对于所用氧气的体积增加。然而,易于在其后的操作阶段中通过简单的冷却将其从二氧化碳中分离。在燃烧阶段随着温度增加气体总体积增加。

[0011] 在由煅烧过程和燃料燃烧得到的结合的气体中,二氧化碳的存在量通常为 14 体积%至 33 体积%。气体的其他主要成分为氮气。虽然氮气和二氧化碳的混合物能够被分离,二氧化碳能够被存储以阻止其释放入大气中,但是完成分离所需的能量太高因此不值得这么做。如果去除了空气中的氮气,且所得基本纯净的氧气用于燃烧燃料,则氮气并不作为产生的二氧化碳的稀释剂存在。

[0012] 如果在燃烧所有所需燃料以制备水泥时用氧气替代空气,则可能需要另外的费用。此外,涉及未稀释的氧气的燃烧过程通常进行猛烈,并产生能够破坏或缩短制备设备工作寿命的非常高的温度。

[0013] 美国专利 4913742 在第 5 栏第 35、36 行记载了在煅烧区(而非主窑)中使用三次空气和/或任选预热的氧气的(完全)燃烧。主窑中的燃烧必须不完全从而产生二次燃烧

气体,所述二次燃烧气体随后引入分离煅烧区并在该处完全燃烧。出于安全原因,所述二次燃烧气体必须不含 O_2 (氧气)。因此氧气或富含氧气的空气不用于主窑中的燃烧,且所述二次燃烧气体必须一直包含氮气。

[0014] 本发明通过使用氧气燃烧在制备水泥过程中所需的仅部分燃料并通过从来自炼制熟料的窑中的气体中分离来自煅烧阶段的气体,寻求降低在水泥制备中排放的二氧化碳。所述方法可用在已知的干法和例如湿法的其他方法中。在煅烧炉中使用基本上纯净的氧气或使用与二氧化碳混合的氧气,并结合分离离开煅烧炉的气体,可以使得环境受益。

[0015] 由此本发明提供了一种制备水泥的方法,该方法包括在通过燃烧含碳燃料与含氧气和0至80体积%二氧化碳且基本不含氮气的气体而加热的煅烧炉中煅烧含碳酸钙的生料,以及分离在煅烧炉中由燃烧和煅烧生成的气体。

[0016] 生料的流动通常与制备水泥的已知方法中的类似。在这样的方法中,在预热器(例如旋风预热器)中加热生料,然后将生料引入煅烧炉(例如罐式煅烧炉)中。将煅烧炉中的生料送入窑中。预热器从窑中和从煅烧炉中接受热气。

[0017] 在本发明的方法中,来自煅烧炉的气体包含高比例的二氧化碳,在合适的处理(例如冷却和除尘)后,该气体适合用于存储或其他用途而不释放入大气中。

[0018] 离开煅烧炉的二氧化碳的温度通常为800至900°C。气体能够在例如蒸汽发生器中得以冷却从而产生电力。为了最小化气体的进入(其可能降低二氧化碳的百分比),优选避免在蒸气发生器中为负压。蒸气发生器优选在加压下操作。接着优选在存储(例如在地下的地质存储,例如在枯竭的油或气田中)前对气体进行除尘,或者不释放至大气的另外用途。

[0019] 用于支持燃料燃烧的气体优选包含至少50体积%的氧气,例如至少80%,优选至少90%,最优选至少95%。其基本上不含氮气。其可以包含二氧化碳,例如从离开煅烧炉的气体流中循环的二氧化碳。可以单独地从富氧气体中或与富氧气体混合将这样的二氧化碳引入煅烧炉中。可以引入氧气,例如与从煅烧炉循环的气体(通常在煅烧炉的底部)。也可以在与该燃烧炉或每个燃烧炉基本水平的一个或多个点引入氧气。也可以在一个或多个入口点各自引入二氧化碳和燃料。

[0020] 在煅烧炉中存在多个入口点有利于温度的调节,否则当用于燃料燃烧的气体包含高比例氧气时,该温度升得过高。碳酸钙煅烧至氧化钙和二氧化碳是一个吸热过程:因此在一个或多个入口引入生料能用于调节温度。

[0021] 控制氧气的量以确保燃料的基本完全燃烧,但最小化过量的氧气。

[0022] 煅烧的生料通常在预热步骤中干燥。将来自煅烧炉的煅烧的生料送入窑中以炼制熟料。通过在含氧气体中(通常在空气中)燃烧燃料而提供窑的热量。

[0023] 预热所需的热量通常由来自窑的气体提供。优选控制在预热过程中的最大温度以避免过早煅烧和二氧化碳的释放。离开预热器的生料的温度优选为大约800°C以下,通常为大约750°C以下。用于煅烧和用于窑的燃料可以是相同的或不同的,但通常是相同的。如果来自煅烧的气体将被存储或处理,例如在地下,则允许少量硫和/或氧化氮的存在,在这种情况下燃料可以包含硫和/或含氮材料。这样的燃料通常较便宜。燃料中的硫含量优选较低(6%以下)。燃料中的氮含量优选较低(1.5%以下)。如果煅烧需要高纯度二氧化碳,优选使用基本上不含氮和硫的燃料。生料也优选基本上不含这些元素。生料优选具有

低含量的硫酸钙和黄铁矿硫。

[0024] 所用燃料优选为煤或石油焦。可以使用废燃料,但是接着需要严密控制燃烧。

[0025] 根据本发明的方法能够由具有增强二氧化碳含量的煅烧炉制备气体流。本发明寻求提供这样的气体流,其包含至少 90 体积%,优选至少 95%,例如 92 至 93%的二氧化碳。

[0026] 通常,通过向气体流(通常为上升的气体流)中引入预热生料完成煅烧。通常通过燃烧燃料制备气体流。为了支撑在上升的气体流中的生料,如果需要,可以循环离开煅烧炉的部分含二氧化碳气体并将其再次引入上升的气体流中。

[0027] 所需支撑生料的气体流的速度取决于例如生料的纯度。在本发明的方法中所用的生料的纯度可以变化:可以使用已知的纯度。优选使用具有小粒子大小的生料以便于通过气体流传送生料。有利地使用在 75 微米(200 目)筛子上留有 10 重量%残留物的生料。通常,经过煅烧炉的一立方米气体(在标准温度和压力下的体积)将支撑 2 千克生料。当气体流被循环时,通过燃料燃烧生成的气体水也促成循环气体的体积。在煅烧炉中的二氧化碳的浓度因此相应地降低。

[0028] 生料在煅烧炉中的停留时间相对较短,例如 5-6 秒。在携带生料的气体流中存在的高浓度二氧化碳可以降低在给定温度下通过煅烧析出二氧化碳的速度。如果在气体流中的二氧化碳的浓度高,则需要升高温度以确保当生料存在于煅烧炉中时生料煅烧所需的水平。经过煅烧炉的气体流中的二氧化碳的浓度通常维持在尽可能低的与经过煅烧炉的生料的有效传送一致的水平以及煅烧所需的水平。

[0029] 离开煅烧炉的生料煅烧水平通常为至少 60%,例如 70 至 80%,优选至少 90%。期望控制煅烧水平为 80 重量%或更高,在生料中剩下至多 20%的残余二氧化碳,例如煅烧水平为 92 至 95%,在离开煅烧炉的生料中的剩下 5 至 8%的残余二氧化碳。

[0030] 在煅烧炉中的气体流中不存在诸如碱、硫酸盐和氯化物的材料有利于其操作。在已知的方法中,这样的材料最初存在于来自窑的气体中。

[0031] 在本发明的方法中所用的煅烧炉可以是已知的设计,例如罐式煅烧炉。优选避免空气泄漏进入煅烧炉中。控制在整个水泥制备过程中的压力条件对其有利。为了减少在该法操作过程中空气的进入,需要在煅烧炉中维持比窑入口的压力稍微低些的压力。该降低通常为 1 毫巴以下,例如大约 0.3 毫巴。

[0032] 根据本发明,用于操作的新的煅烧炉可以是制动配备的以与已有的煅烧炉并联操作。其后,由预热器提供生料在新的煅烧炉和已有的煅烧炉之间分配。所有生料或部分生料,例如 20%或更多,优选至多 50%,可以被转移至新的煅烧炉中。因此,由煅烧步骤向大气中释放的总二氧化碳可以大致按照向新的煅烧炉和已有的煅烧炉中送入生料的比例下降。以相似的方式,本发明可以被配备至现有的悬浮预热器窑过程中。

[0033] 在附图中进一步阐明了本发明,其中:

[0034] 图 1 以图解形式显示了本发明的方法;

[0035] 图 2 更详细地显示了用于完成根据本发明的方法的预热器;

[0036] 图 3 更详细地显示了用于进行本发明方法的煅烧炉的布置;以及

[0037] 图 4 显示了用于进行本发明方法的结合了在图 2 中显示的预热器和在图 3 中显示的煅烧炉的水泥熟料制备设备。

[0038] 参见图 1,将生料送入预热器(1)。将预热的生料从预热器(1)送入煅烧炉(3),如

它们之间的箭头所示。来自预热器 (1) 的热气体沿着线路 (2) 排出。将煅烧炉 (3) 中预先煅烧的生料如箭头所示送入窑 (4)。包含高比例二氧化碳的气体经由风扇 (5) 离开煅烧炉 (3)。来自线路 (2) 的气体经由风扇 (6) 排出至用于制备生料的磨机。

[0039] 参见图 2, 组件 (2)、(3)、(4)、(5) 和 (6) 与图 1 中一样。生料连续经过旋流器 (7)、(8)、(9)、(10) 和 (11), 然后进入煅烧炉 (3) 中。来自窑 (4) 的热气体通过上升管 (12) 流入旋流器 (11), 来自旋流器 (11) 的热气体通过上升管 (13) 流入旋流器 (10), 来自旋流器 (10) 的热气体通过上升管 (14) 流入旋流器 (9), 来自旋流器 (9) 的热气体通过上升管 (15) 流入旋流器 (7) 和 (8)。

[0040] 将新鲜生料送入上升管 (15) 中, 并将其升送至旋流器 (7) 和 (8) 中, 将来自旋流器 (7) 和 (8) 的生料送入上升管 (14) 中, 并通过热气体升送至旋流器 (9) 中, 将来自旋流器 (9) 的生料送入上升管 (13) 中, 升送至旋流器 (10) 中, 将来自旋流器 (10) 的生料送入上升管 (12) 中, 升送至旋流器 (11) 中, 生料从旋流器 (11) 进入煅烧炉 (3) 中。

[0041] 参见图 3, 组件 (1)、(2)、(3)、(4) 和 (6) 与图 1 和 2 中一样。煅烧炉燃料经由线路 (13) 进入煅烧炉 (3)。氧气经由线路 (14) 注入。将循环的含二氧化碳气体经由线路 (15) 送入煅烧炉 (3) 中。气体和预先煅烧的生料离开煅烧炉 (3), 进入旋流器 (16) 中。预先煅烧的生料经过旋流器 (16) 进入窑 (4)。分离的含二氧化碳气体经由线路 (17) 离开旋流器 (16)。在线路 (17) 中的气体被分成两股流。在线路 (17) 中的第一股流经过蒸气加热器 (18) 然后进入交换器风扇 (19) 中。离开交换器风扇 (19) 的气体被分成两股流。来自交换器风扇 (19) 的第一股流沿着线路 (20) 离开。沿着线路 (20) 离开的第一股流是本发明方法所需的二氧化碳富集的气体。来自交换器风扇 (19) 的第二股流经过线路 (21)。来自线路 (17) 的第二股气体流经过线路 (22) 至线路 (21)。由线路 (21) 和 (22) 合并的气体流经过循环风扇 (23) 和线路 (15) 至煅烧炉 (3)。

[0042] 参见图 4, 其显示了结合了图 1、2 和 3 中的组件的水泥设备。窑燃料沿着线路 (24) 传至窑 (4)。在窑 (4) 中产生的熟料传至熟料冷却器 (25)。排放气体沿着线路 (26) 和 (27) 离开熟料冷却器 (25)。在线路 (27) 中的气体流被分成两股流。第一股流用于冷却沿线路 (28) 离开窑 (4) 的气体。传至预热器 (3) 的热气体的温度通过调节沿线路 (27) 和 (28) 的气流加以控制。第二股流 (29) 传至线路 (2), 并用于干燥在磨机中制备生料的原材料。

[0043] 本发明还提供了根据本发明的方法操作的水泥制备设备。

[0044] 除非另有说明, 在该说明书和所附权利要求书中: 温度是在制备水泥过程中用已知方法, 例如通过热电偶或高温测定法测定的温度; 气体百分比以体积计。

[0045] 以下实施例阐述了本发明, 但并不限制本发明。

实施例

[0046] 研磨生料, 然后将研磨的生料送入预热器 (1) 的顶部。预热器包括一系列旋流器 (7) 至 (11) 和连接管 (12)、(13)、(14) 和 (15) (上升管)。预热器 (1) 接收来自窑的热气体。当气体在上升管中冷却时加热生料, 旋流器 (7 至 11) 捕获生料从而使其能够被送入下一个更低的阶段。

[0047] 经过预热器 (1) 的气体仅来自窑 (4)。来自煅烧炉 (3) 的气体被保留在单独的流中。

[0048] 当生料离开预热器 (1) 的最低阶段时,将其传送至温度为大约 750℃至 800℃的煅烧炉 (3) 中。在该阶段,当温度保持在 800℃以下时,预先煅烧的水平将为大约 10%以下。当气体在大约 1100℃下离开窑 (4) 时,在气体进入预热器 (1) 之前,可在该点加入大约 400℃至 500℃的较冷的排放气体 (来自熟料冷却器),从而降低温度并保持低水平的预先煅烧。离开预热器 (1) 的顶部的气体具有大约 300℃的温度,和大约 18 体积%的二氧化碳水平。如果需要,可将它们用于补充原材料干燥步骤。

[0049] 生料进入煅烧炉 (3),并被分散在入口气体和注入氧气中,所述入口气体已经在部分冷却后从煅烧炉出口被循环。当目标是在排放气体中具有高浓度的二氧化碳时,使用氧气替代包含大量氮气的空气进行煅烧炉燃料的燃烧。控制燃料至煅烧炉 (3) 的流动以提供恒定的出口气体温度从而维持用于窑稳定性所需的一致性的预先煅烧。

[0050] 将生料的预先煅烧水平控制在大约 92%以避免在煅烧炉 (3) 中的任何积累困难。在煅烧炉之后在旋流器 (16) 中收集预先煅烧的生料,然后将其传送至窑 (4) 中。有利的是使用具有低氮含量的标准煤以最小化出口气体的污染。在煅烧炉旋流器 (16) 之后,部分包含 90 体积%以上二氧化碳的气体经由线路 (15) 循环至煅烧炉入口,然后将剩余气体冷却用于下游处理。通过使用包括蒸气加热器 (18) 的热交换器完成冷却,从而有助于最小化错误气体进入工程中。在略微的负压下操作系统也有助于这方面。使用来自热交换器的蒸气能够生成电力。在热交换器之后,一些气体循环至预先煅烧炉入口中以控制循环风扇中的温度,其他的继续传送以进行下游处理。

[0051] 进入窑中的生料以正常方式形成水泥熟料。以已知的方式操作熟料冷却器,除了气体的量和温度略高于正常的没有来自窑 (4) 的三次空气用于煅烧炉 (3) 的情况。在传送至预热器之前,来自熟料冷却器 (25) 的一些气体可用于冷却窑气体,其余可用于原材料的干燥。

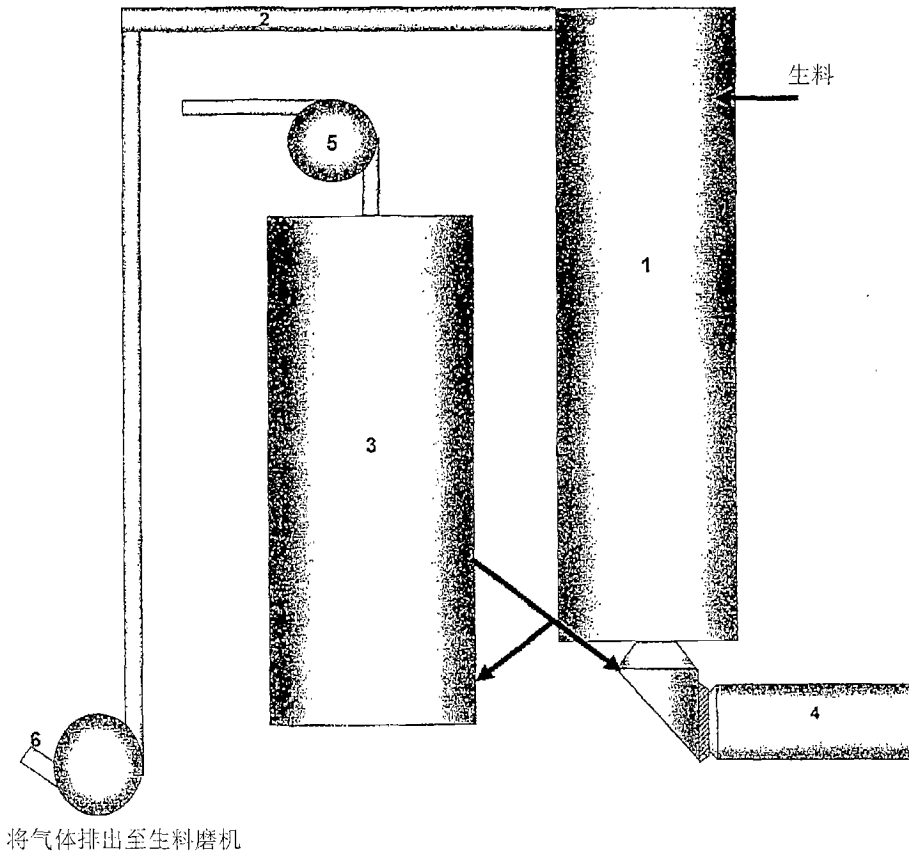


图 1

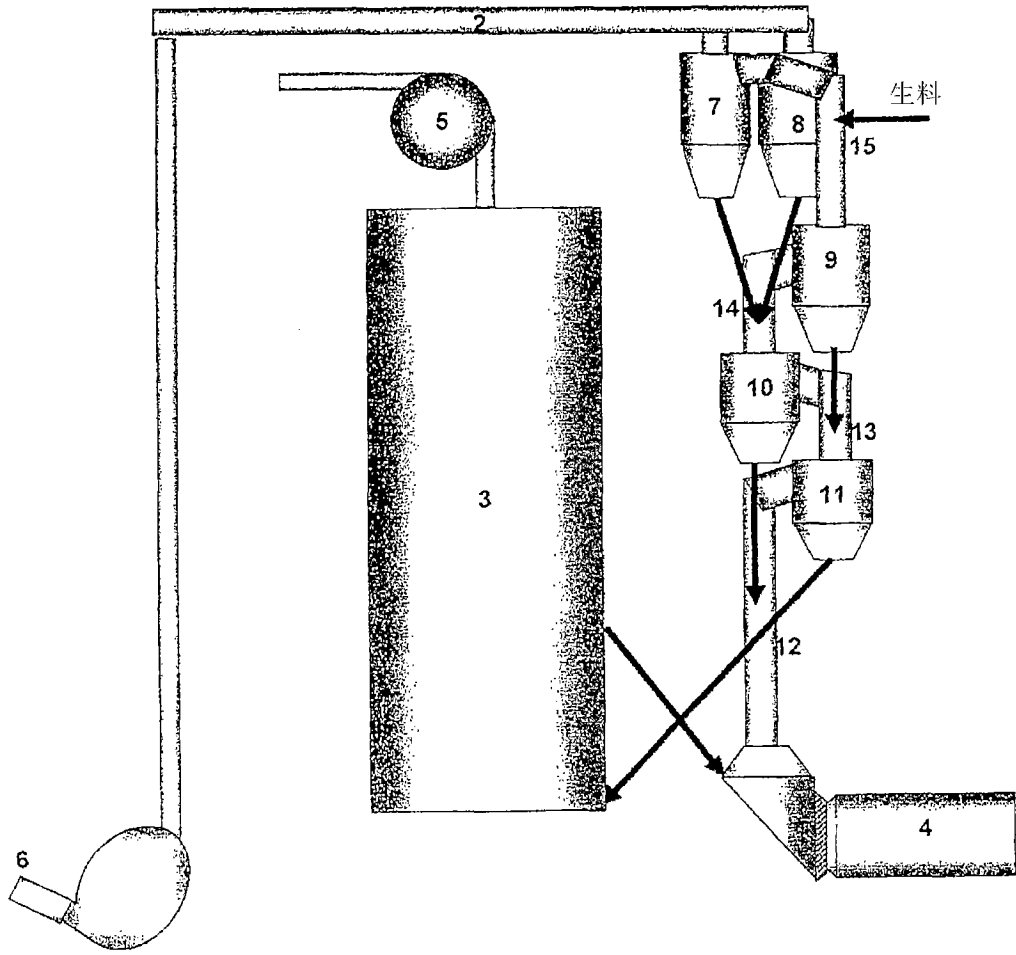


图 2

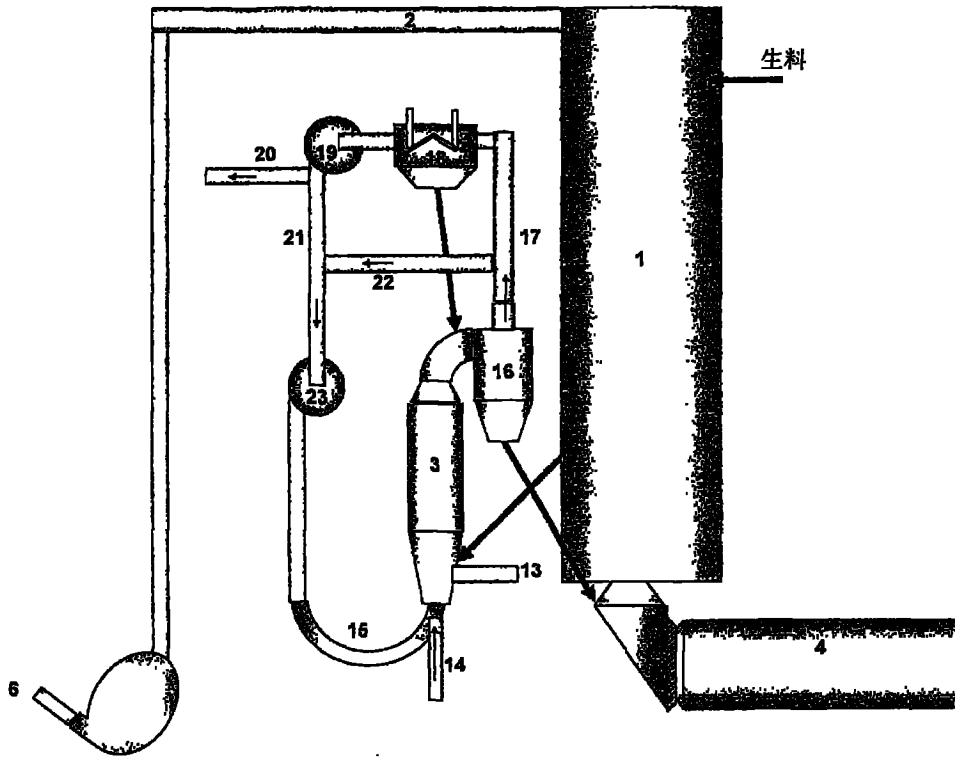


图 3

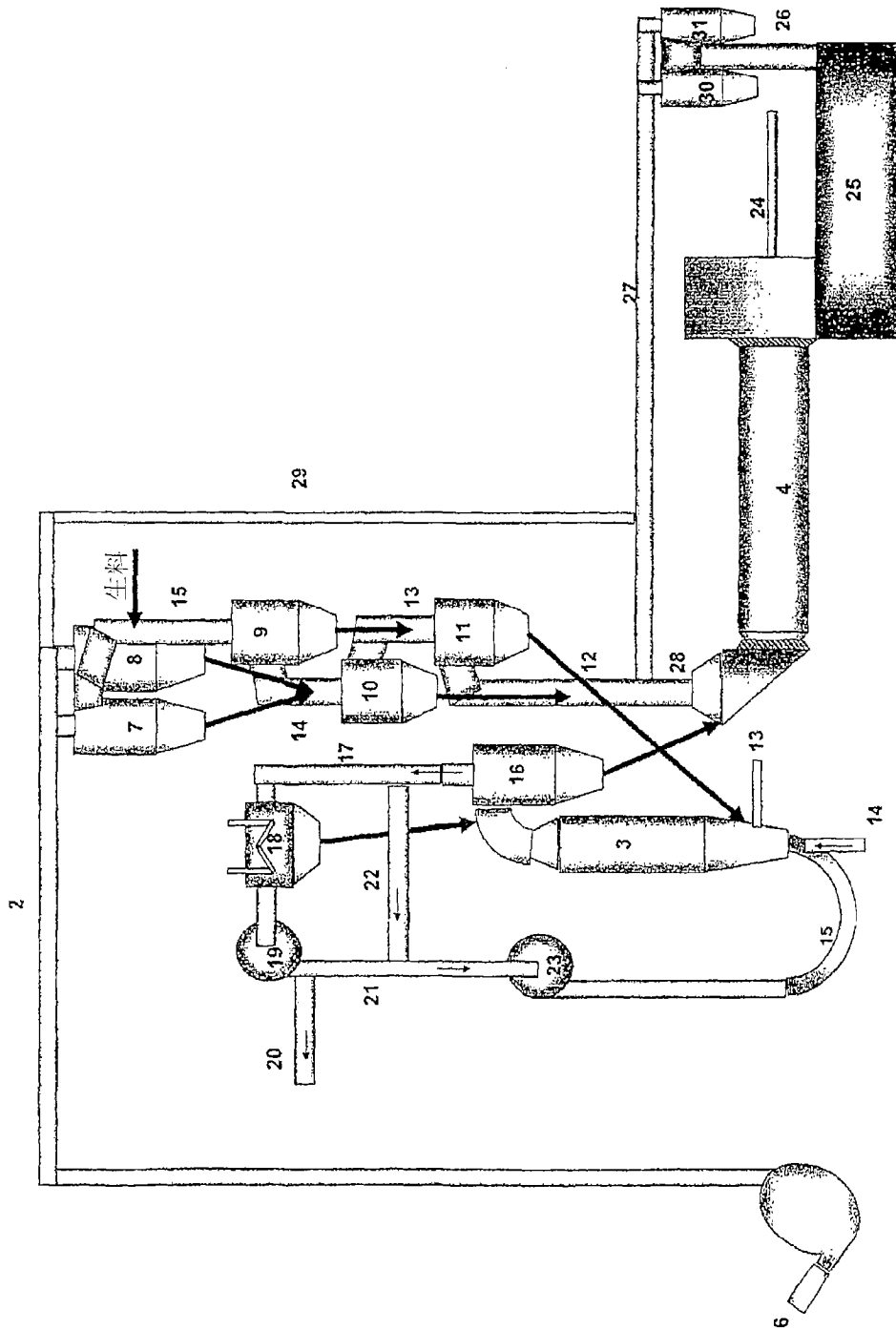


图 4