



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101379167 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200780004786. 2

F26B 9/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 01. 08

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

1030864 2006. 01. 06 NL

DE 3211590 A1, 1983. 10. 13,

DE 3041627 A1, 1982. 06. 09,

FR 2624876 A1, 1989. 06. 23,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 08. 07

CN 85101990 A, 1986. 04. 10,

CN 1044333 A, 1990. 08. 01,

CN 1035884 A, 1989. 09. 27,

(86) PCT申请的申请数据

PCT/NL2007/050003 2007. 01. 08

审查员 杨水晶

(87) PCT申请的公布数据

W02007/078199 EN 2007. 07. 12

(73) 专利权人 荷兰能源建设基金中心

地址 荷兰佩滕

(72) 发明人 P·C·A·伯格曼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 程大军

(51) Int. Cl.

F26B 3/00 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

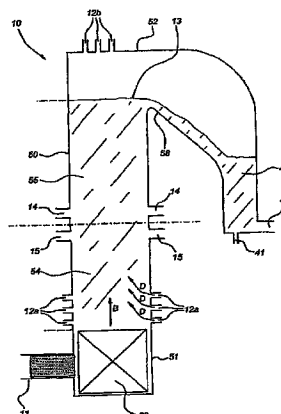
(54) 发明名称

处理生物质的方法和装置

(57) 摘要

一种用于处理生物质的方法,包含含有一定量的残留水分的材料的供给。材料在焙干反应器中于低氧气氛下被加热,材料转变成焙干的材料。在干燥室中,含有残留水分的材料通过残留水分的蒸发基本上被完全干燥。焙干反应器包含焙干室,在其中此干燥过的材料的焙干基本上被进行。材料以运输方向通过焙干反应器。在干燥室中的材料的干燥通过引入与材料同向流过干燥室的热干燥气体至其中而进行。在焙干反应器的焙干室中的材料的焙干通过引入与材料反向流过焙干反应器的焙干室的热焙干气体至其中而进行。

CN 101379167 B



1. 用于处理材料的方法,其包括:

- 提供含有含水量 5-15%的残留水分的材料,

- 提供焙干反应器 (10),

- 在焙干反应器 (10) 中加热所述材料至焙干反应器 (10) 中的低氧气氛下的焙干温度 200-320°C,其中所述材料被转变成焙干材料,

该方法的特征在于,含有残留水分的材料在干燥室 (54) 中通过残留水分的蒸发而被完全干燥,干燥过的材料的焙干在焙干反应器 (10) 的焙干室 (55) 中进行,材料以运输方向 (B) 经由焙干反应器 (10) 输送,干燥室 (54) 中的材料的干燥通过引入与材料同向流经干燥室 (54) 的热干燥气体至其中而进行,焙干反应器的焙干室 (55) 中的材料的焙干通过引入与材料反向流经焙干反应器 (10) 的焙干室 (55) 的热焙干气体至其中而进行,所述热干燥气体的温度为 150-600°C,所述热焙干气体的温度为 200-400°C。

2. 依据权利要求 1 的方法,其中所述材料为生物质或废物。

3. 依据权利要求 1 的方法,其中所述焙干反应器 (10) 包括干燥室 (54) 和焙干室 (55)。

4. 依据权利要求 1 的方法,其中所述干燥室容纳在残留水分干燥器中,而焙干室被容纳在焙干反应器中。

5. 依据权利要求 1-4 之一的方法,其中所述材料含有固体颗粒,该固体颗粒穿过密实移动床的形式的焙干反应器 (10)。

6. 依据权利要求 1-4 之一的方法,其中所述干燥气体在其已经与材料同向移动并从而已经冷却后,离开干燥室并被引入至加热此干燥气体的第一热交换器,其经第一热交换器加热的干燥气体被引入至干燥室 (54) 中,焙干气体在其已经与材料反向移动并从而已经冷却后,离开焙干室并被引入至加热此焙干气体的第二热交换器,其经第二热交换器加热的焙干气体被引入至焙干室 (55) 中。

7. 依据权利要求 1-4 之一的方法,其中材料的提供包括引入含水量大于 15%的相对潮湿的原材料至干燥器 (3) 中,在干燥器 (3) 中加热材料以从材料中蒸发水分直到 5-15%的残留水分保持在其中,已经在干燥器 (3) 中干燥的材料被引入至干燥室 (54) 中。

8. 依据权利要求 1-4 之一的方法,其中引入至焙干室 (55) 中的热气体的温度为 200-400°C。

9. 处理材料的装置,该装置包括可被供给含有 5-15%水分的材料的焙干反应器 (10),该焙干反应器 (10) 配有用于引入此材料至焙干反应器 (10) 中的进口 (11) 用于加热焙干反应器 (10) 中的材料至焙干温度 200-320°C的加热设备 (12);用于产生焙干反应器中的低氧气氛的空气处理设备,在焙干反应器中材料可在运行期间转变成焙干材料;以及用于移出该焙干材料的出口 (13),

该装置的特征在于,所述焙干反应器 (10) 包括干燥室 (54) 和焙干室 (55),干燥室 (54) 适于通过残余水分的蒸发而完全干燥材料,而焙干室 (55) 适于焙干材料,其中当以材料的流动方向观察时,焙干室 (55) 位于干燥室 (54) 的下游,并且其中干燥室 (54) 具有至少一个干燥气体的进料口 (12a) 和至少一个所述干燥气体和在残留水分的蒸发期间可能形成的任何气体和/或蒸汽的出料口 (15),干燥气体的进料口 (12a) 位于面对进口 (11) 的干燥室 (54) 的一端,而出料口 (15) 位于干燥室 (54) 的相反一端,其中焙干室 (55) 具有至少一个焙干气体的进料口 (12b) 和至少一个所述焙干气体和在焙干过程中形成的焙干气

体的出料口 (14), 焙干气体的进料口 (12b) 位于面对出口 (13) 的焙干室 (55) 一端, 而出料口 (14) 位于焙干室 (55) 的相反一端。

10. 依据权利要求 9 的装置, 其中所述材料为生物质或废物。

11. 依据权利要求 9 的装置, 其包括两个热交换器, 其中第一热交换器用于加热干燥气体, 并与干燥室的进料口和出料口连接以形成干燥气体线路, 而第二热交换器用于加热焙干气体, 并与焙干室的进料口和出料口连接以形成焙干气体线路。

12. 依据权利要求 9-10 之一的装置, 其中提供有可被供给含水量大于 15% 的相对潮湿的材料的干燥器 (3), 该干燥器 (3) 安装有用来加热此材料的加热设备 (6) 以从材料中蒸发水分直到 5-15% 的水分保持在其中, 并且其中干燥器 (3) 与干燥室 (54) 连接以引入在干燥器 (3) 中干燥的材料至干燥室 (54) 中。

13. 依据权利要求 9-10 之一的装置, 其中, 当以材料的流动方向观察时, 干燥室 (54) 位于材料的进口 (11) 和焙干室 (55) 之间, 焙干室 (55) 位于干燥室 (54) 和焙干材料的出口 (13) 之间。

14. 依据权利要求 9-10 之一的装置, 其中所述焙干反应器 (10) 通过周壁 (50) 界定, 并且干燥室 (54) 和焙干室 (55) 在周壁 (50) 内彼此连续延伸。

15. 依据权利要求 14 的装置, 其中所述焙干反应器 (10) 以垂直位置安装, 并且其中多个进料口 (12a) 一个在另一个之上被提供在周壁 (50) 中, 以引入干燥气体。

16. 依据权利要求 9-10 之一的装置, 其中出口 (13) 与冷却室 (40) 连接, 并且其中焙干的物料可从焙干室 (55) 引入至冷却室 (40) 中。

17. 依据权利要求 16 的装置, 其中冷却室 (40) 配有用于引入冷却气体的进料口 (41)。

处理生物质的方法和装置

[0001] 本发明涉及处理材料如生物质或废物的方法,包含:

[0002] - 含有一定量的残留水分的材料的供应,

[0003] - 焙干反应器的供应,

[0004] - 在焙干反应器中加热材料至焙干反应器中的低氧气氛下的焙干温度,其中将所述材料转变成焙干材料。

[0005] 术语“材料”和“原材料”用于此以表示各种材料和原材料。在本专利申请中,术语“材料”和“原材料”不仅指生物质或废物,而且指任何有机材料。由于材料含有碳,其通常是可燃的。材料可例如源于(农业)残余物或废物。

[0006] 这样的方法是已知的。在未处理状态下,许多材料是相对潮湿的。材料通常含有游离(非结合)和(不紧密)结合水。结合或不紧密结合水被天然原材料自身吸收。例如,植物源的生物质,如修剪和割的草,天然含有相当量的水分。

[0007] 而且,作为清洗它或使其处于可选择的水处理以减少生物质的盐含量的结果,生物质可以是非常潮湿的。去除盐是期望的,因为用作燃料的生物质中的盐更迅速地导致电站的燃烧室中的腐蚀形成。这些盐也降低了生物质燃料的燃烧期间产生的灰的质量,其妨碍了此灰的利用。水溶性盐可特别地从植物源的生物质如麦秆中洗去。

[0008] 原材料通常具有的含水量为5-15%,也就是在该材料中含有的残余水分量。将具有残余水分的材料引入焙干反应器中。焙干是一种对材料的热化学处理方法。在此方法中,材料在低氧(亚化学剂量的氧)或无氧气氛中加热,通常在大气压下加热至200-320°C。氧的缺乏阻止了材料的燃烧。代替的,材料被焙干,其由于气体的消除而导致质量的损失。此质量的损失通常总计为约30%,而能值仅减少10%。因此由焙干产生的燃料具有较高的卡值。

[0009] 焙干也导致材料的结构发生化学变化。材料失去其机械强度和弹性,因此其更加容易磨碎。而且,焙干过的材料是疏水性的,其因而保持干燥和对大气湿度不敏感。当通过焙干生产的材料被储存时,腐坏和过热的风险非常小。

[0010] 材料的温度在焙干反应器中上升。然而,在材料的焙干发生之前,残余的水分必须首先被从材料中蒸发。在焙干反应器中,材料通过蒸发残余水分被实质上完全干燥。仅当残余水分被蒸发后,才发生材料的实际焙干。一旦材料的温度超过约200°C,焙干就开始。然而,焙干温度通常较高,为约250°C。

[0011] 当残余水分在焙干反应器中蒸发时,相当大量的蒸汽在焙干反应器中产生。这能导致相对迅速移动的蒸汽流在反应器中流动,其增加了反应器的压力下降。而且,蒸发残余水分需要的能量比焙干需要的能量大很多。特别的,在基于气体与材料直接接触的焙干反应器中,相对大量的热气必须以高进口温度引入焙干反应器中,其进一步增加了通过焙干反应器的气体的量。这妨碍了处理方法的执行。

[0012] 本发明的目的是提供一种用于处理材料的改进方法。

[0013] 此目的依据本发明达成,其中焙干反应器包括干燥室和焙干室,含有残余水分的材料在干燥室中通过残余水分的蒸发被基本上完全干燥,干燥的材料的焙干基本上在焙干

室中进行,材料沿运输方向经由焙干反应器输送,在干燥室中的材料的干燥通过将材料与材料同向流经干燥室的热干燥气体引入其中进行,焙干反应器的焙干室中的材料的焙干通过将材料与材料反向流经焙干反应器的焙干室的热焙干用气体引入其中而进行。

[0014] 依据本发明,材料在干燥室中干燥,其后,材料在焙干室中焙干。干燥室和焙干室在此形成两个分离的空间。不同于已知的方法,依据本发明的残余水分从材料中的蒸发和材料的焙干因此形成两个分开的阶段,每个阶段可被最优化。

[0015] 材料在干燥室中几乎被完全干燥,其需要相当大量的能量。残余水分从材料中蒸发是有效率的,因为材料和热气体彼此同向移动。干燥室特别设计为用于材料的干燥。

[0016] 当引入热气体时,其例如直接与材料接触,焙干反应器中的材料的温度上升至焙干温度。由于此热气体与材料反向流动,热气体的温度“跟随”材料的温度。材料的温度和热气体的温度在材料的传送方向上都上升。那么热气体的进口温度仅需要稍微高于出口处的材料温度。仅有非常小的“热点”(hot spot) 风险在干燥材料中发生,或者未受控制的焙干或高温分解发生。仅相当小量的能量需要被引入焙干室中,其允许改进的能量输入的配量和 / 或精细调节。结果,焙干室中的焙干温度可精确设置和控制。

[0017] 本发明的另一个优势是引入的热气体 - 干燥用气体和焙干用气体 - 所需温度相对低。这便于这些热气体的产生。例如,引入到焙干室的热气体的温度为 200-400°C,例如约 300°C。受控的焙干可在焙干室中以此温度进行。另外,引入干燥室的热气体的温度可以是 150-600°C,例如约 350°C。此温度特别适于材料的几乎完全干燥,如含水量 ≤ 3%。这些温度对于使用例如热油的生产是足够低的。

[0018] 当干燥室和焙干室容纳在焙干反应器中时,干燥室和焙干室形成焙干反应器的两个反应空间。通过残留水分的蒸发而使材料干燥基本上在第一反应空间(也就是干燥室)中进行,而材料的焙干基本上在第二反应空间(也就是焙干室)中进行。材料实际上在此通过焙干反应器中的残留水分的蒸发而几乎完全干燥,但是焙干反应器中的过程依据本发明被分开成两个阶段,每个阶段都可最优化。

[0019] 然而,依据本发明,也可在残留水分干燥器中容纳干燥室,而在焙干反应器中容纳焙干室。在此情况下,残留水分干燥器形成一个单独的装置,其与焙干反应器分开。残留水分干燥器能被如此设计以确保残留水分从材料中有效的蒸发。残留水分干燥器与焙干反应器连接以从残留水分干燥器中转移几乎完全干燥的材料至焙干室内。

[0020] 依据本发明,干燥气体在与材料同向移动并且从而被冷却后,离开干燥室并被引入到第一热交换器,其加热此干燥气体,其后,通过第一热交换器加热的干燥气体被引入到干燥室中,而焙干气体在其与材料反向移动和因而被冷却后,离开焙干室并被引入到第二热交换器,其加热此焙干气体,其后,已被第二热交换器加热的焙干气体被引入到焙干室中。在此情况下,干燥气体在第一线路内循环,而焙干气体在第二线路内循环。通过应用两个线路,每个具有其自己的热交换器,能够确保有效的能量从干燥气体和焙干气体中回收。

[0021] 特别的,依据本发明方法的材料供给包括引入相对潮湿的原材料至干燥器中,并在干燥器中加热材料以从材料中蒸发水分直到一定量的残留水分保持于其中,已经在干燥器中干燥的材料被引入干燥室中。相对潮湿的材料的含水量为例如大于 15%。然后,在被引入焙干反应器的干燥室或残留水分干燥器之前,相对潮湿的材料可在干燥器,如滚筒干燥器中被热干燥。由于材料在干燥器中被加热,温度充分上升以从材料中蒸发水分。材料在

干燥器中未完全干燥,即一定量的残留水分留在材料中。残留水分主要由材料中的结合水形成。特别的,能量被引入干燥器中,直到材料的水分为约 10-15%。那么生物质为 85-90% 干的。在干燥器中减少含水量将进一步减少全部处理方法的产量。例如,干燥器不适于进一步以经济有效的方式干燥材料。

[0022] 顺便提及,含水量高于 15% 的材料当然也可被供给至焙干反应器中而无需在单独的干燥器中初步干燥或预干燥。例如,麦秆通常的含水量为约 20%。依据本发明,此麦秆可被直接被供给至焙干反应器中而无需初步干燥。那么,依据本发明,那些麦秆的干燥完全在焙干反应器的干燥室中发生。反之,有时可期望首先在干燥器中预干燥仅含有相对少的含水量,如 5% 或更少的材料。

[0023] 依据本发明的材料优选应含有固体颗粒,其穿过密实移动床形式的焙干反应器。在此情况下,焙干反应器按照移动床技术的原理运行。

[0024] 本发明还涉及一种用于处理材料的装置,其包括焙干反应器,含有一定量残留水分的材料可供给至其中,焙干反应器配有引入这些材料至焙干反应器的进口、用于加热焙干反应器中的材料至焙干温度的加热设备、用于在焙干反应器中产生低氧环境(含有亚化学计量量的氧)的气体处理设备(其中材料在操作期间可转化成焙干材料)、以及用于移出焙干材料的出口。

[0025] 依据本发明,焙干反应器包含干燥室和焙干室,干燥室适于通过残余水分的蒸发而基本上完全干燥材料,而焙干室适于焙干材料,其中当以材料的流动方向观察时,焙干室位于干燥室的下游,并且其中干燥室具有至少一个用于干燥气体的进料口和至少一个用于所述干燥气体和在残留水分蒸发期间形成的任何气体和/或蒸汽的出料口,干燥气体的进料口位于面对进口的干燥室的一端,而出料口位于干燥室的相反一端,其中焙干室至少具有一个用于焙干气体的进料口和至少一个用于所述焙干气体和在焙干过程中形成的焙干气体的出料口,用于焙干气体的进料口位于面对出口的焙干室一端,而出料口位于焙干室的相反一端。

[0026] 干燥气体和焙干气体都是热气体。热干燥气体用于在干燥室中蒸发残余水分,而热焙干气体用于在焙干室中加热几乎完全干燥的材料至所需的焙干温度。可燃的焙干气体在焙干室中的焙干过程中形成,并能经由出料口被移出。

[0027] 在操作期间,材料在运输方向上经由焙干反应器输送。材料在干燥室中通过经由一个或多个干燥室中的进料口引入热干燥气体至其中而被干燥。热干燥气体与材料同向流经干燥室。焙干反应器的焙干室中的材料的焙干通过经由一个或多个焙干室中的进料口引入热焙干气体至其中而进行。热焙干气体与材料反向流经焙干反应器的焙干室。干燥气体和焙干气体从焙干反应器的相反端彼此相对流动。这些气体在位于干燥气体进料口和焙干气体进料口间的出料口处彼此交汇。这确保干燥室和焙干室间的气体分离。干燥室和焙干室位于气体分离的相反端——气体分离界定了彼此相关的干燥室和焙干室。不同于材料可在焙干反应器中通过残留水分的蒸发被几乎完全干燥的现有技术,在依据本发明的装置中的程序可分为两个阶段,其可被设定为最优化方式。

[0028] 当干燥室和焙干室容纳在焙干反应器中时,干燥室和焙干室形成相同的焙干反应器中的两个单独空间。在一个可选实施方案中,干燥室位于例如残留水分干燥器中,而焙干室位于焙干反应器中。在此情况下,残留水分干燥器形成单独实体,其与焙干反应器分开容

纳。

[0029] 依据本发明,可以提供一个干燥器,相对潮湿的材料可被供给至其中,干燥器的加热设备加热此材料,以便从材料中蒸发水分直到一定量的残留水分保持于其中,而在干燥器中干燥的材料能被供给至焙干反应器的干燥室中。这使依据本发明的装置适于处理相对潮湿的材料,例如水分约为 15%、25% 或更多的材料。相对潮湿的材料可在其被供给至焙干室之前,在干燥器中被热预干燥。

[0030] 依据本发明的装置因而能包含两个干燥器和焙干室。第一干燥器形成初步干燥器,其用于减少含水量至例如约 5-15%。第二干燥器由焙干反应器中的干燥室或上述残留水分干燥器形成。

[0031] 在本发明的一个实施方案中,焙干反应器由周壁界定,干燥室和焙干室在周壁内彼此连续的延伸。当以材料的流动方向观察时,干燥室位于材料的进口和焙干室之间,焙干室位于干燥室和焙干材料的出口之间。

[0032] 在本发明的一个实施方案中,焙干反应器以垂直方位安装,许多进料口被提供在周壁中,一个在另一个之上。此焙干反应器可例如是垂直的或以一个角度直立。由于这些孔分布于周壁的外围四周,气体能穿过位于周壁内中心的材料。材料被给予足够的机会以在其周壁内的全部横截面上干燥。

[0033] 材料可在周壁中在重力的影响下由顶部向下移动。然而,材料也可能从下至上穿过焙干反应器。为此,提供给料装置,例如能在周壁内上下移动的螺杆件或活塞。给料装置可位于焙干反应器的热周壁的外侧。给料装置的热负荷从而被降低。

[0034] 在本发明的一个实施方案中,出口与冷却室连接,焙干材料可从焙干室中引入至冷却室中。例如,给料装置推动焙干反应器的周壁内的材料向上直到材料到达溢出部分。焙干材料在溢出部分的边缘失去平衡并超过其而下落进入冷却室。冷却室通常配有冷却气体的进料口。冷却气体冷却焙干材料。

[0035] 本发明现在将进一步参考附图中说明的代表性实施方案进行解释。

[0036] 图 1 表示依据本发明处理生物质的方法的示意性工艺流程图。

[0037] 图 2 表示生物质的温度、生物质的含水量、和引入过程的能量(基于累积原则)对时间绘制的图。

[0038] 图 3 表示依据本发明的焙干反应器的截面图。

[0039] 图 4 表示干燥气体、焙干气体、和生物质的温度对焙干反应器的垂直距离绘制的图。

[0040] 图 5 表示依据本发明处理生物质的方法的第二实施方案的情况下的示意性流程图。

[0041] 依据本发明的方法和装置的设计将借助处理生物质的附图而说明如下。然而,本发明不限制于生物质,而是能应用于所有种类的材料。例如,依据本发明可处理各种低活性材料,如不能生物降解废物。

[0042] 依据本发明处理生物质的装置以其整体被表示为 1。在此实施方案中,用于处理生物质的装置 1 包括干燥器 3,作为初步干燥器。干燥器 3 具有进口 5,用于将潮湿生物质引入干燥器 3。干燥器 3 还具有进口 6,用于温度为例如约 800°C 的热气体。

[0043] 被引入的热气体首先升高了干燥器 3 中的生物质的温度,但不降低生物质的含水

量。这阶段在图 2 中被叫做“预热”。当温度上升时,水分从生物质中开始蒸发。当生物质的温度到达蒸发温度时,游离和不紧密结合水从生物质中蒸发,而温度实际上保持恒定。这阶段在图 2 中被叫做“预干燥”。生物质在干燥器 3 中干燥直到约 7-15%残余水分保留在其中。预干燥生物质然后经由出口 7 离开干燥器 3。大部分被引入的热气体的能量被用于烘干生物质,所以其自己的温度降至 70-80°C。冷却的气体经由出口 8 从干燥器 3 中移出。

[0044] 用于处理生物质的装置 1 还包括焙干反应器 10。依据本发明的焙干反应器具有与干燥器 3 的出口 7 相连的进口 11。预干燥的生物质能因而通过进口 11 被引入焙干反应器 10。焙干反应器 10 还具有至少一个进料口 12。热气体通过进料口 12 流入焙干反应器 10,因而热交换通过热气体与生物质的直接接触而发生。然而,依据本发明,焙干反应器也可构造热气体与生物质之间的间接热交换。

[0045] 图 2 显示生物质的温度必须在焙干能够发生之前先上升。毕竟,焙干需要的最低温度为约 200°C。当温度上升时,结合水从生物质中蒸发直到生物质基本上不含水分。此阶段在图 2 中被称为“后干燥和加热”。该后干燥和加热依据本发明在焙干反应器的干燥室中进行,其将借助于图 3 随后更详细地解释。

[0046] 生物质然后将在焙干反应器的焙干室中焙干(见图 2 中的“焙干”)。在焙干过程中,温度从约 200°C 上升直到在图 2 中的点 A 处达到最高焙干温度 T_{torr} 。温度 T_{torr} 可被调节和影响生物质燃料的性能。在点 A 处达到焙干生物质的产品质量,但是已经形成通常不足的可燃焙干气体。最高焙干温度 T_{torr} 被保持超过此点 A,以使可燃焙干气体的量在焙干反应器 10 中增加。焙干生物质的质量在此也进一步改进。可燃焙干气体经由至少一个出料口 14 移出焙干反应器 10。

[0047] 出料口 14 与燃烧单元 20 借助于管 16 连接。燃烧单元 20 具有进气口 (airinlet) 22。被引入到燃烧单元 20 的焙干气体在其中燃烧,其产生非常热的烟气。烟气的温度例如在 1000-1600°C 的范围内,例如为 1200°C。燃烧单元 20 具有出口 24 用来移出此烟气。燃烧单元 20 还可以具有用于附加燃料的进口 23。例如当焙干气体不可燃或产生不够热的烟气时,进口 23 是期望的。

[0048] 图 1 显示的用于处理生物质的装置 1 还包括热交换器 30。热交换器 30 具有热烟气的进口 32,该进口与燃烧单元 20 的出口 24 借助于管 25 连接。另外,热交换器 30 具有焙干气体的进口 33。从连接焙干反应器 10 的管 16 到燃烧室 20,有一条支线 17 运行至热交换器 30 的进口 33。风扇 18 提供在支线 17 中。因此,部分离开焙干反应器 10 的焙干气体经由支线 17、风扇 18 和进口 33 流入热交换器 30 中。经由进口 32 进入的烟气升高焙干气体的温度至约 200-400°C。其结果,烟气自身冷却至约 500-1000°C。冷却的烟气然后经由出口 34 离开热交换器 30,其连接至干燥器 3 的进口 6。

[0049] 热交换器可以是直接型的或者是间接型的。在直接热交换的情况下,焙干气体和烟气彼此直接接触。在间接热交换器中,使用温度为 1000-1600°C 的热烟气以加热例如油至 250-400°C,热油然后加热焙干气体。此后,此被加热的焙干气体经由进料口 12 流入焙干室中。

[0050] 焙干生物质经由出口 13 被移出焙干反应器 10。焙干生物质然后被运送至冷却器 40,在此生物质能冷却降至室温。这在图 2 中用“冷却”表示。

[0051] 尽管图 1 以单框图的形式示意性地显示焙干反应器 10,依据本发明的焙干反应器

10 包括至少两个反应器空间。第一反应器空间提供干燥室,而第二反应器空间形成焙干室。依据本发明的焙干反应器 10 在图 3 中更详细地显示。

[0052] 当在运行中时,焙干反应器 10 基本上为垂直位置。焙干反应器 10 包含周壁 50、底部 51 和顶部 52。用于将生物质引入焙干反应器 10 的进口 11 位于底部 51 的一侧。底部 51 包括供给装置 53 用来向上运输周壁 50 内的生物质。供给装置 53 在图 3 中示意性地表示。焙干反应器中的周壁 50 在运行期间填充有生物质。

[0053] 供给装置 53 可具有各种设计。例如,供给装置包括两个活塞和一个支撑阀。第一活塞可经由进口 11 移动以将生物质推进第二活塞,其可在周壁内上下运动。支撑阀可在支撑位置和自由位置间移动。当活塞达到其冲程的末端时,支撑阀移动至支撑位置以支撑周壁内的生物质。第二活塞然后可向下移动,其后第一活塞可在其上再加载一定量的生物质。然而,供给装置也可被设计为螺旋运输机。供给装置 53 的设计依据焙干反应器的定位,其可基本上是垂直、水平或以两者间的角度倾斜。

[0054] 在周壁 50 内,焙干反应器 10 被分为用于从生物质中蒸发残余水分的第一反应空间或干燥室 54,和用于焙干生物质的第二反应空间或焙干室 55。在此示例性实施方案中,在干燥室 54 和焙干室 55 之间没有物理隔离,反应空间 54 和 55 是连续的。反应空间 54 和 55 间的转换通过虚线 C 表示。在此代表性实施方案中,干燥室 54 和焙干室 55 因而不是封闭室,而是形成连续的干燥空间 54 和焙干空间 55。

[0055] 干燥室 54 从而位于生物质进口 11 和焙干室 55 之间。干燥室 54 具有多个用于引入热干燥气体的进料口 12a。引入的干燥气体来自热交换器 30(见图 1),并且温度为例如 100-400°C。干燥气体和生物质在干燥室 54 中彼此同向移动。

[0056] 由于多个进料口 12a 被放置为一个在另一个之上,干燥气体可穿过周壁内的中心位置的生物质。经由顶部进料口 12a 引入的干燥气体形成沿周壁 50 内侧的热气体流。由于此流动,已经经由低于第一进料口的进料口 12a 被引入的干燥气体被迫使从周壁 50 移动,并呈向内放射的方向。这通过箭头 D 示意性地表示。这确保不仅周壁的生物质而且在中间的生物质也能完全干燥。

[0057] 蒸汽在干燥室 54 中的生物质的干燥期间产生。部分的此蒸汽和通过蒸发冷却的干燥气体经由出料口 15 离开焙干反应器 10,出料口 15 位于周壁 50 的侧面。产生的蒸汽优选主要进入焙干反应器 10 的焙干室 55,因为蒸汽通常含有相当量的有机化合物。

[0058] 当生物质超过虚线 C 表示的水平,生物质几乎完全干燥,也就是残留水分已经基本上完全从生物质中蒸发。那么生物质的水分优选 $\leq 3\%$ 。生物质的温度同时升至约 200°C。因而,在由虚线 C 表示的水平之上所发生的是焙干。生物质然后位于用于焙干生物质的焙干室 55 中。

[0059] 焙干室 55 具有焙干气体的进料口 12b,其位于焙干反应器 10 的顶部 52 内。焙干气体是引入到焙干室的热气体以焙干生物质。焙干气体源自热交换器 30(见图 1),正如干燥气体一样。焙干气体从进料口 12b 向下流过生物质。焙干气体与生物质反向移动。在第二反应空间 55 中,生物质在其向上移动时被焙干。当生物质被加热至最高焙干温度 T_{torr} 时,可燃焙干气体在第二反应空间 55 内形成。可燃焙干气体的量通过保持此温度一段时间而增加。被引入的焙干气体和形成的焙干气体经由出料口 14 离开第二反应空间 55。

[0060] 依据本发明,经由出料口 14 离开焙干反应器 10 的气体混合物因而将含有相对少

的蒸汽。在管 16 和支线 17(见图 1)中的流动从而相当受限,其降低了风扇 18 需要的能量。而且,排出的可燃焙干气体将几乎不被从干燥室 54 而来的蒸汽(如果有的话)稀释。这对燃烧单元 20(见图 1)中的燃烧性能具有有利的影响。

[0061] 焙干反应器 10 具有溢流部分 58。当焙干生物质被推至溢流部分 58 的边缘时,其沿着溢流部分 58 失去平衡而下落至冷却单元 40 中。该冷却单元具有引入冷却气体的进料口 41。焙干过的生物质的温度在冷却室 40 中降至室温。冷却的生物质经由出口 42 离开冷却单元 40。

[0062] 图 4 表示生物质、干燥气体和焙干气体的温度作为焙干反应器内侧的高度 z 的函数(见图 3)。生物质的温度用最低线 E 表示,而干燥气体的温度和焙干气体的温度分别用线 F 和 G 表示。干燥室 54 和焙干室 55 间的隔离再用虚线 C 表示。

[0063] 图 4 指依据本发明如图 3 的情况所描述的方法。生物质和干燥气体在干燥室 54 中彼此同向移动。结果,残留水分可从生物质中迅速和有效地消除。在焙干室 55 中,生物质和引入的焙干气体彼此反向移动。这使精确控制最高焙干温度成为可能。

[0064] 图 5 显示用于处理生物质的装置的第二实施方案,其中涉及的相同附图标记表示相同的部分。操作和构造基本上与上述用于处理生物质的方法和装置一致,而且此实施方案也具有上述优势。在图 5 中图解说明的实施方案将进一步说明如下。

[0065] 用于预干燥生物质的干燥器在图 5 中未显示。生物质,无论预干燥与否,经由进口 11 被引入焙干反应器 10 中。焙干反应器 10 基本上是垂直的。在周壁 50 内,生物质在重力的影响下向下运动。毕竟,进口 11 位于焙干反应器 10 的顶部 52 中,而出口 13 在其底部 51 中。

[0066] 焙干反应器 10 的顶部形成干燥室 54,而焙干反应器 10 的底部限定焙干室 55。干燥室 54 位于生物质进口 11 和焙干室 55 之间。焙干室 55 被界定在干燥室 54 和生物质出口 13 之间。

[0067] 干燥室 54 具有一个或多个进料口 12a。热干燥气体经由进料口 12a 流入焙干反应器 10 的干燥室 54,因而传热通过热干燥气体与生物质间的直接接触而发生。然而,干燥室也可依据本发明被设计为热干燥气体与生物质间的间接热交换。干燥气体和生物质在干燥室 54 中彼此同向移动。优选提供多个进料口 12a,一个在另一个之上,以使干燥气体能穿过中心位置的生物质(在图 5 中未显示)。

[0068] 热干燥气体升高干燥室 54 中的生物质的温度并从生物质中蒸发结合水直到生物质几乎不含水分。此阶段在图 2 中表示为“后干燥和加热”。热干燥气体在此过程中被冷却。冷却的干燥气体,和在残留水分蒸发中可能形成的气体和/或蒸汽,经由出料口 15 离开干燥室 54。冷却的干燥气体然后被引入到第一热交换器 200。第一热交换器 200 加热干燥气体,而此被加热的干燥气体然后再经由进料口 12a 被引入干燥室 54。这形成了第一线路 203,干燥气体在其中循环。

[0069] 生物质从干燥室 54 降至焙干反应器的焙干室 55 中,也就是,生物质超过了虚线 C 表示的水平。生物质然后几乎完全被干燥,也就是,残余水分已经被几乎完全从生物质中蒸发。生物质现在含有例如 $\leq 3\%$ 的水分。生物质的温度同时升至约 200°C 。

[0070] 热焙干气体经由进料口 12b 进入焙干室 55。焙干气体是被引入到焙干室 55 以焙干生物质的热气体。焙干气体从进料口 12b 经由生物质向上运动。焙干气体和生物质彼此

反向运动。在第二反应空间 55 中,也就是,虚线 C 表示的水平之下,生物质随着其向下移动而被焙干。

[0071] 当生物质在第二反应空间 55 中被加热至最高焙干温度 T_{torr} 时,可燃焙干气体形成。可燃焙干气体的量通过保持此温度一段时间而增加。引入的焙干气体和形成的焙干气体经由出料口 14 离开焙干室 55。

[0072] 出料口 14 借助于支线与管 16 连接,管 16 连接于燃烧单元 20(在图 5 中未显示)。出料口 14 同样连接在第二热交换器 201 上,部分形成的焙干气体通入第二热交换器 201。热交换器 201 加热焙干气体,加热的焙干气体经由进料口 12b 被引入焙干室 55 中。在此示例性实施方案中,形成的焙干气体被用作焙干用气体。此气体在第二线路 205 中循环。

[0073] 在图 4 中显示的温度曲线图也应用于图 5 图解说明的实施方案。生物质和干燥气体在干燥室 54 中彼此同向移动。结果,残留水分可从生物质中迅速和有效地消除。在焙干室 55 中,生物质和所提供的焙干气体彼此反向移动。这使精确控制最高焙干温度成为可能。

[0074] 在各热交换器 200 和 201 中的干燥气体和焙干气体的加热可借助于第三线路 209 进行,其包括加热单元 207。加热单元 207 可例如是油炉,在此情况下热油在第三线路 209 中循环,包括热交换器 200 和 201。这使干燥室 54 中的同向流动和焙干室 55 中的反向流动的应用成为可能,在此情况下干燥气体和焙干气体的温度保持相对低。

[0075] 焙干的生物质经由出口 13 被从焙干反应器 10 中移出。焙干的生物质然后被运送至冷却器 40(在图 5 中未显示),在此生物质能被冷却降至室温。这在图 2 中表示为“冷却”。

[0076] 本发明当然不限制于上述实施方案。基于已知的方法,例如,专家能够在本发明的范围内引入不同的改变。例如,干燥室 54 和焙干室 55 可被制成单独实体,通过管彼此连接。干燥室 54 然后容纳在单独的残留水分干燥器中,而焙干室 55 组成焙干反应器 10。在此情况下,在图 1 中图解说明的体系中的残留水分干燥器被插在初步干燥器 3 和焙干反应器 10 之间。那么在干燥室 54 和焙干室 55 之间也有物理隔离,不同于图 3 所示的实施方案。

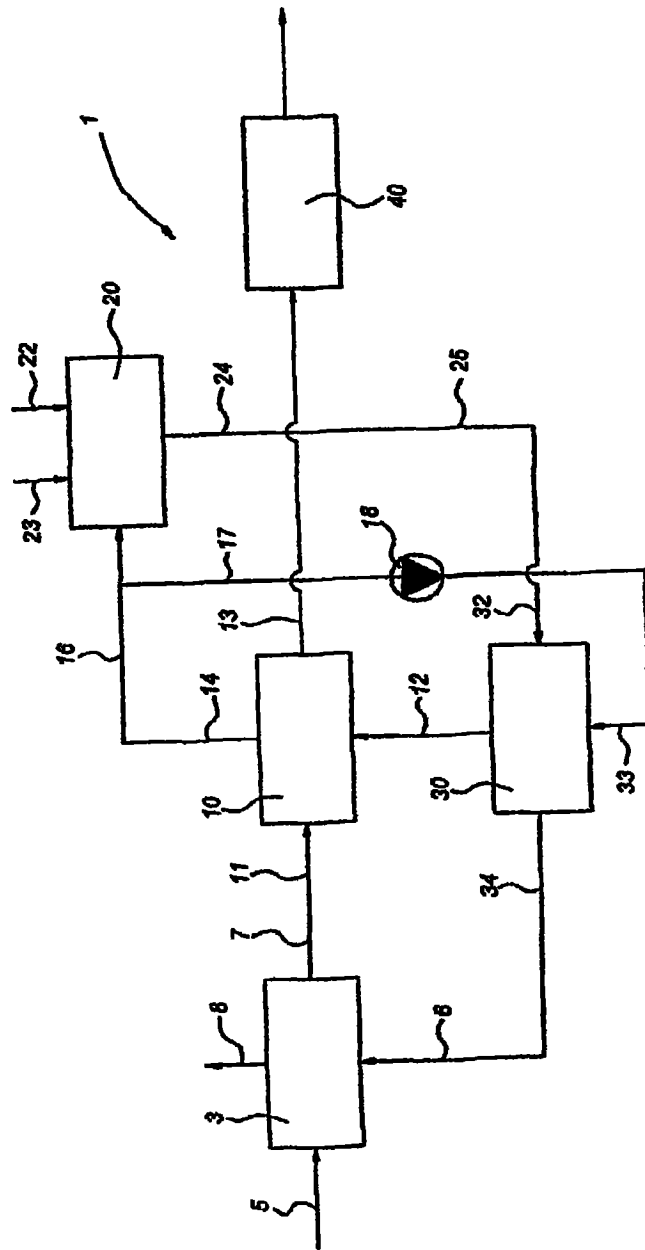


图1

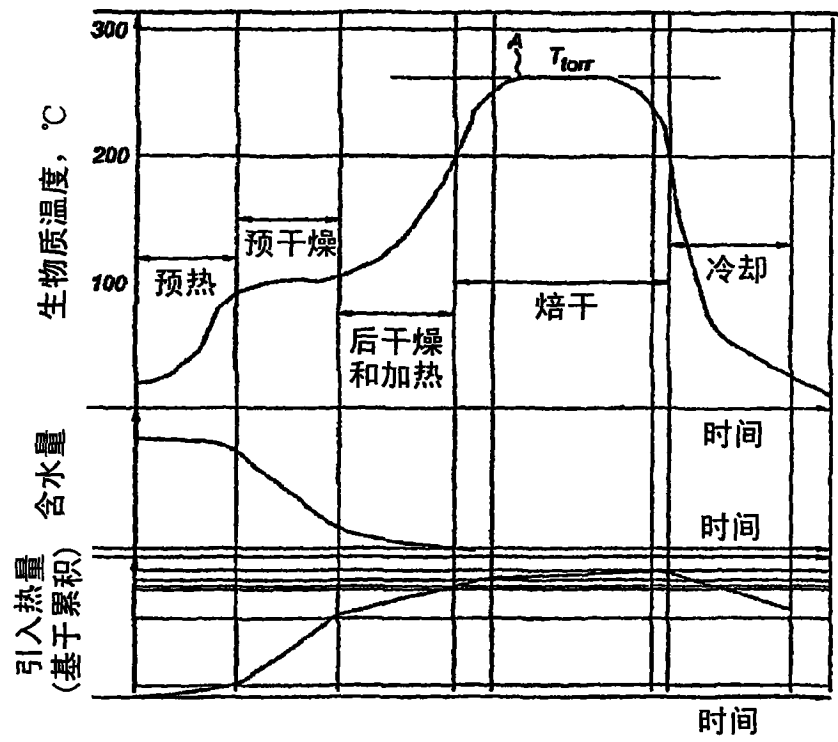


图 2

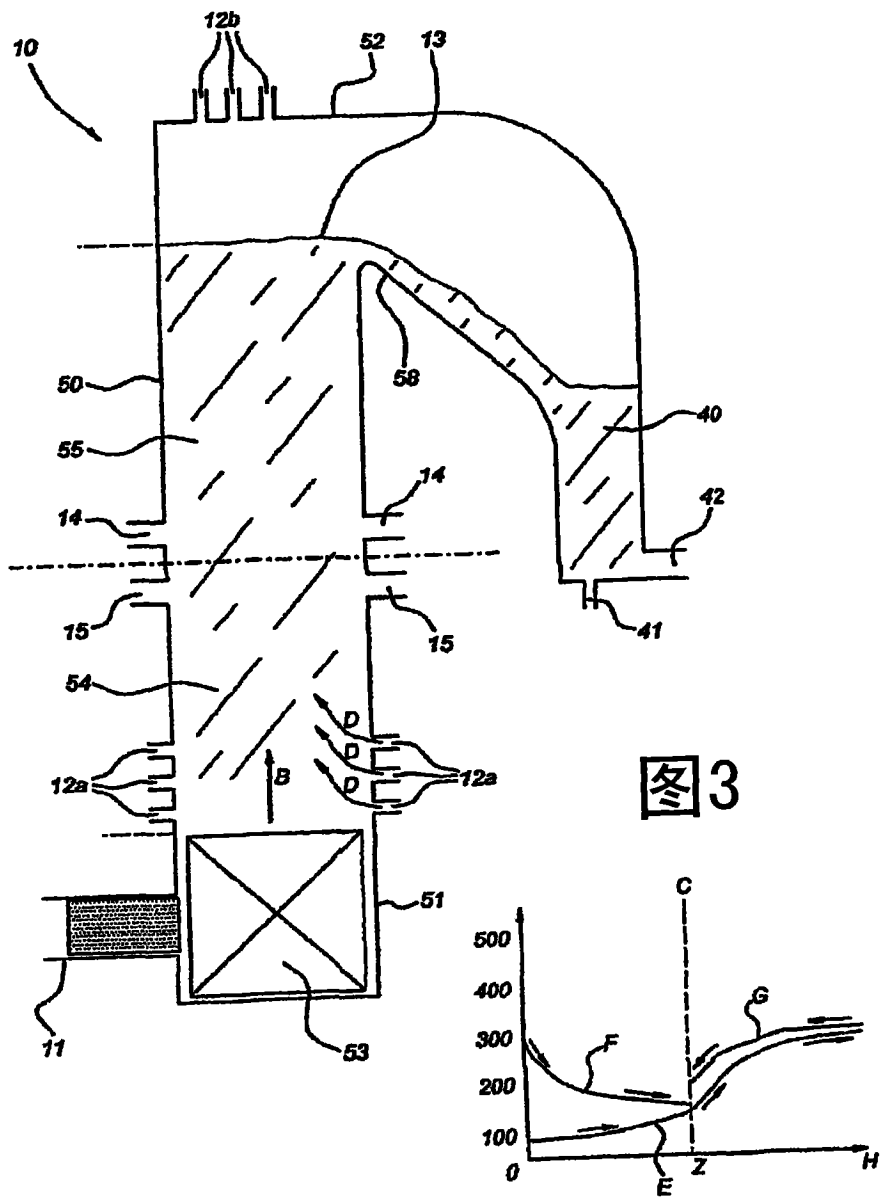


图3

图4

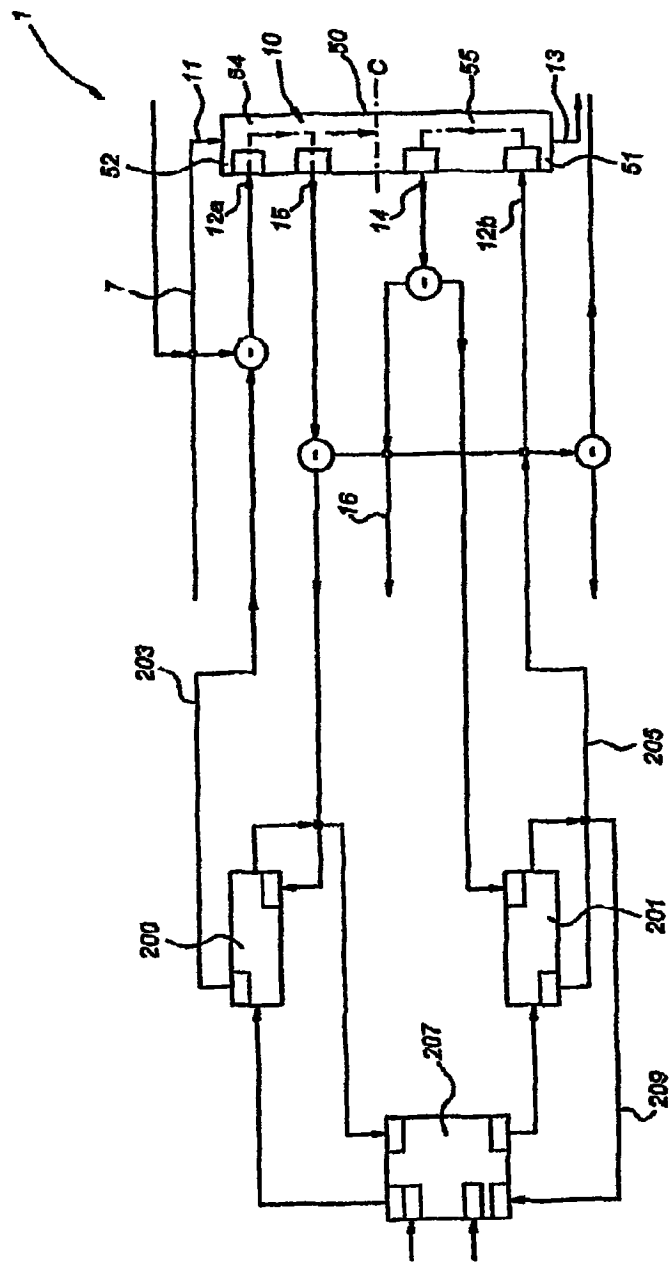


图5