

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F23G 5/027

F23G 5/30 F23G 5/32



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96120859.7

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1167896C

[22] 申请日 1996. 11. 28 [21] 申请号 96120859. 7

[30] 优先权

[32] 1996. 4. 23 [33] JP [31] 123938/1996

[32] 1996. 7. 15 [33] JP [31] 202775/1996

[32] 1996. 9. 4 [33] JP [31] 252263/1996

[71] 专利权人 株式会社荏原制作所

地址 日本东京

共同专利权人 宇部兴产株式会社

[72] 发明人 藤村宏幸 平山详郎 藤并晶作

永东秀一 广势哲久 大下孝裕

入江正昭 高野和夫 福田俊男

审查员 韩冰冰

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

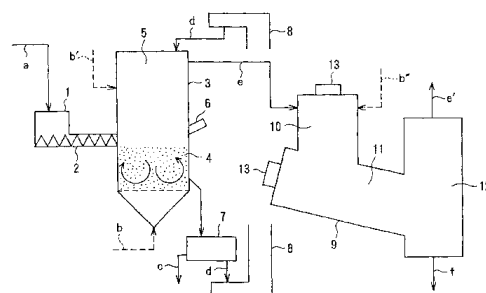
代理人 甘 玲

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称 通过气化处理废物的方法和装置

[57] 摘要

一种通过气化处理废物的方法和装置，该方法
和装置能回收废物中处于可回收利用的状态下的金属或灰分，以及可用于合成氨 (NH_3) 的含一氧化碳 (CO) 和氢气 (H_2) 的气体。在较低的温度下，废物在流化床反应器中被气化，接着，在流化床反应器中生成的气态物质和焦炭被引入高温焚烧炉。在较高的温度下，在高温焚烧炉中生产合成气体，合成气体中的 CO 和 H_2O 被转化为 CO_2 和 H_2 ，然后，通过除去 CO_2 回收 H_2 。



1、一种通过气化处理至少一种选自以下组中的废物的方法：城市垃圾、包括纤维增强塑料在内的塑料废物、生物废物、汽车废物、废油，所述方法包括以下步骤：

5 在 450—650℃的流化床温度下，在流化床反应器中气化所述废物；

 将在流化床反应器中生成的气态物质和焦炭引入高温焚烧炉；

 在 1300℃或更高的温度下，在高温焚烧炉中生产合成气体；

 在所述的高温焚烧炉中冷却生成的所述的合成气体；

 将所述合成气体中的 CO 和 H₂O 转化为 CO₂和 H₂；以及

10 通过除去 CO₂回收 H₂。

2、如权利要求 1 的方法，其特征在于，在所述流化床中和所述高温焚烧炉中的所述的气化步骤在范围在 10 至 40 atm 的压力下进行。

3、如权利要求 1 的方法，其特征在于，所述的回收的 H₂用于生产氨。

4、如权利要求 3 的方法，其特征在于，进一步包含将空气分离成氧和氮，在所述
15 的流化床反应器和所述的高温焚烧炉中，分离得到的氧用为气化剂，分离得到的氮用于生产氨。

5、如权利要求 1 的方法，其特征在于，在所述流化床反应器的净空中的温度在 600—800℃的范围内。

6、一种通过气化处理至少一种选自以下组中的废物的装置：城市垃圾、包括纤维增强
20 塑料在内的塑料废物、生物废物、汽车废物、废油，该装置包括：

 在 450—650℃的温度下，气化所述废物以生成气态物质和焦炭的流化床反应器；

 在 1300℃或更高的温度下，用于生产合成气体的高温焚烧炉；

 用于冷却所述合成气体的含有水的冷却腔；

 用于将所述合成气体中的 CO 和 H₂O 转化为 CO₂和 H₂的转化器；以及

25 用于吸收 CO₂来回收 H₂的吸收器。

7、如权利要求 6 的装置，其特征在于，在所述流化床反应器和所述高温焚烧炉中的气化是在 10 到 40 atm 的压力范围内进行的。

8、如权利要求6的装置，其特征在于，所述的回收的H₂用于生产氨。

9、如权利要求8的装置，其特征在于，进一步包含将空气分离成氧和氮的分离器，在所述的流化床反应器和所述的高温焚烧炉中，分离得到的氧用为气化剂，分离得到的氮用于生产氨。

5 10、如权利要求6的装置，其特征在于，在所述流化床反应器的净空中的温度在600—800℃的范围内。

11、如权利要求1的方法，其包括将富氧空气作为气化剂输送入所述的流化床反应器和所述的高温焚烧炉的至少之一中。

10 12、如权利要求11的方法，其包括控制所述富氧空气的氧浓度，使得转化后所得氢气与氮气的比例为3:1。

通过气化处理废物的方法和装置

本发明涉及一种通过气化处理废物的方法和装置，更具体地说，涉及这样一种处理废物的方法和装置，即通过在较低温度下气化，然后在较高温度下回收废物中处于可循环的状态下的金属或灰分(ash content)，以及可用于合成氨(NH_3)的含一氧化碳(CO)和氢气(H_2)的气体。

氨(NH_3)是一种化学工业的基本原料，它是大量生产硝酸和多种化肥的原料；包括硝酸铵、硫酸铵和尿素；丙烯腈，己内酰胺等。氨是在催化剂的存在下，由氮气(N_2)和氢气(H_2)在高压下合成的。氢气(H_2)既可以通过天然气或石脑油的蒸汽重整，也可以通过部分燃烧，即烃类，如石油、煤或石油焦的气化来得到。

迄今，通常采用焚烧方法来处理包括城市垃圾的有机废物，包括纤维增强塑料(FRP)的塑料废物、生物废物以及汽车废物，从而减少其体积，或者将有机废物以未经处理的状态抛弃在掩埋场地中。

然而，少量有用的资源已经从有机废物中得到回收，并且用于重复使用——无论是用于直接的还是间接的应用。

作为氨(NH_3)的一种原料的氢气是从天然气、石脑油、石油、煤、石油焦中获得的。由于这些原料中的大多数依赖于从国外进口，因此，渴望能获取廉价的且在我们自己国家中能得到的原料。

另一方面，固体废物的焚烧已经成为有害，理由如下：

迄今，采用一台加煤加热炉或者是一台流化床加热炉来进行废物焚烧。然而，就环境保护或者就资源或能源的重复使用而言，这种焚烧是有问题的。更具体一些，由于高气率(air ratio)，大量废气被排出了，而有毒的二恶英(dioxins)包含在废气之中。另外，从加热炉中排出的金属不适于重复使用，因为它们被氧化了，而掩埋场地变得一年比一年缺乏。最近，采用灰熔设备的废物处理设备的数目在增加，然而，所碰到的问题是这些废物处理设施的建设费用和/或操作费用。再有，目前正在发展一种有效地利用固体废物能量的趋势。

由于缺乏掩埋场地，将固体废物以未经处理的状态倾倒在场地上已经变得更加困难，从环保的观点来讲，这也已经不能允许。因此，象报废汽车的粉碎机粉尘这样的固体废物，已没有场地可用来将它们处理掉。

因此，本发明的目的是提供一种通过气化处理废物的方法和装置，该方法和装置能回收废物中的资源，为资源的分离和再使用开辟了一条道路，能通过部分燃烧产生具有用作氨合成气体所要求组分的合成气体，能解决由于焚烧或倾倒有机废物所造成的种种问题，还能获得用于氨合成的低成本氢气 (H_2)。

为了实现上述目的，根据本发明的一个方面，提供了一种通过气化处理废物的方法，该方法包括以下步骤：在较低的温度下，在流化床反应器中气化废物；将在流化床反应器中生成的气态物质和焦炭引入高温焚烧炉；且在较高的温度下，在高温焚烧炉中生产合成气体；冷却 (quenching) 在高温焚烧炉中生成的合成气体；将合成气体中的 CO 和 H_2O 转化为 CO_2 和 H_2 ；且通过去除 CO_2 从而回收 H_2 。

根据本发明的另一方面，提供了一种通过气化处理废物的装置，该装置包括：在较低的温度下，气化废物以生成气态物质和焦炭的流化床反应器；在较高的温度下，由气态物质和焦炭生产合成气体的高温焚烧炉；装有水且用于冷却合成气体的冷却腔；用于将合成气体中的 CO 和 H_2O 转化为 CO_2 和 H_2 的转化器；以及一个用于吸收 CO_2 从而回收 H_2 的吸收器。

在流化床反应器和高温焚烧炉中的气化步骤可以在 10 至 40 atm 的压力范围下来进行。被回收的 H_2 可以被用来生产氨。

该方法可以包括将空气分离成氧气和氮气的步骤，被分离出来的氧气被用来作为在流化床反应器和高温焚烧炉中的气化剂，而被分离出来的氮气则被用来生产氨。

在流化床反应器的流化床中，较低的温度在 450 - 650 °C 的温度范围内，而在流化床反应器的净空 (freeboard) 中的温度在 600 至 800 °C 的范围内。

在高温焚烧炉中，较高的温度是 1300 °C 或更高。

在气化过程中，通过分离空气所获得的氧气以及蒸汽的一种混合物被用来作为生产氢气的一种气化剂。通过分离空气所获得的氮气被用来进行氨合成。将空气分离成氧和氮是通过采用一种低温分离法 (PSA)，一种吸收方法 (TSA) 或一种膜分离方法来实施的。通过采用富氧空气作为一种气化剂，能够生成氢气 (H_2)、氮气 (N_2) 比率为 3:1 的混合气体，而所生成的气体能够用来进行氨 (NH_3) 合成。

该装置还进一步包括一个设置在冷却腔下游的一个涤气器,用来去除在所生成气体中的尘埃以及如 HCl 这样的有毒气体;一个用来将所生成气体中的 CO 和 H₂O 转化为 H₂ 和 CO₂ 的转化器;一个酸性气体去除设备,用来在 CO 的变换(shift)转化之后去除 CO₂ 和 H₂O; 以及一个使提纯后的 H₂ 与提纯后的 N₂ 反应从而合成 NH₃ 的反应器。

- 5 进一步,要求该装置再包括一个用来将空气分离成 N₂ 和 O₂ 的分离器,将分离后的 N₂ 引导进入反应器从而合成氨 NH₃ 的装置,以及将分离后的 O₂ 引导进入流化床反应器和/或高温焚烧炉的装置。

附图用实例描述了本发明的最佳实施例,通过下列参照附图的描述,将会使本发明的上述和其它目的、特性和优点更清楚。

- 10 图 1 为用于实施本发明处理方法的装置的第一实施方案的示意图。

图 2 为用于实施本发明处理方法的装置的第二实施方案的示意图。

图 3 为根据本发明实施方案,表示从废物到合成氨 (NH₃) 的过程的一个流程图;及图 4 为在 RDF 的氮气氛中,表示热解特征的一个图。

下面参照附图描述根据本发明的通过气化处理废物的方法和装置。

- 15 用于本发明的废物可以是城市垃圾、生物废物、包括纤维增强塑料在内的塑料废物 (FRP)、汽车废物、低级煤、废油,以及通过凝固或灌浆(slurring)上述废物而生成的替代燃料。

- 替代燃料包括从垃圾得到的燃料 (RDF)。它是通过对城市垃圾进行粉碎和分类,在分类后的城市垃圾中加生石灰且压成一个的形状来生成,而固体-水混合物是通过粉碎城市垃圾,用水将其转化为稀浆,且通过热液反应将稀浆转化为油性燃料来生成的。生物废物包括来自供水或污水处理厂 (混合物(admixture),污泥等) 的废物,农业废物 (稻壳,稻秆,剩余产品等),林业废物 (锯末,树皮,切削的碎屑等),工业废物 (纸浆碎片粉尘等),以及来自建筑的废木料。低质煤包括具有低热值的泥煤,或是在煤的精选中产生的煤废物。
- 20

- 25 本发明还适用于包括油页岩在内的有机物质,垃圾,畜牲的尸体,废服装,废纸,和任何其他物质。

首先将这些废物输送到流化床反应器中并在其中对废物进行热解。尤其是,当采用回转式流化床反应器作反应器时,废物通过预处理粗粉碎,就可以输送到流化床反应器中。

其原因是通过流化介质的强烈旋转流动,对输送废物有良好的传热效果,并能从流化床炉子中排走大颗粒的不能焚烧物。下文还要详细描述流化介质回转流动的效果。

因此,在这些废物中,将城市垃圾、生物废物、塑料废物和汽车废物粗粉碎到大约 30 cm 的粒径。通过离心分离机或类似的专用处理设备使水分含量高的污泥和粪便脱水,成为泥饼,然后再将脱水后的泥饼输送到本发明的处理装置的现场。从垃圾得来的燃料、固体和水的混合物以及高度浓缩的废液可按它们本来的状况使用。如果将煤粉碎成 40 mm 或更小的粒径,加入并用于调整热值的煤可以直接使用。

根据它们各自的热量和水分含量,将上述废物粗分成高热量废物和低热量废物。通常,城市垃圾、垃圾得来的燃料、固体-水的混合物、塑料废物、汽车废物和电器废物属于高热量废物。生物废物、如医院废物的特殊废物、污泥和粪便的脱水泥饼、以及高度浓缩的废液属于低热量废物。

将这些废物装入高热量废物坑、低热量废物坑和池中,并在坑和池中进行充分搅拌和混合。此后,将它们输送到流化床反应器中。如果输送到流化床反应器的废物中所含的金属的熔点高于流化床反应器中流化床的温度,则可在不熔融条件下回收这些金属。因此,根据金属的种类,回收的金属可用作金属铸块。

如果输送到流化床反应器的废物量是恒定的,则废物量与输送到流化床反应器中的用于气化的气体量的比也应是恒定的。然而,如果在输送的废物中,低热量废物的比例增加,或在输送的废物中,总水分增加了,则流化床的温度会低于所要求的值。当流化床的温度下降时,从后一阶段的气体利用设施来看,最好调整所输送废物中低热量废物与高热量废物的比例,以使所输送废物的热量保持恒定。另一方面,可以加入高热值的煤,以调整所输送废物的热量。偶尔,用油焦来取代煤,从而调整所输送的废物的热量。

接下来,将在下面描述根据本发明的在较低温度下气化废物的流化床反应器。采用这种流化床在较低温度下气化废物是本发明的特征之一。

已知,流化床反应器本身即为焚烧炉或气化炉。然而,本发明不同于现有技术的新特点是将流化床反应器 and 高温焚烧炉联合起来使用,生产可燃气体。

将煤以粉煤或煤浆的形式输送到高温气化炉已是已知技术。然而,与煤相比,对于废物来说,不容易将它们粉碎。尤其是,如果废物含有不可燃物,如金属、粗砂或石头,几乎不可能将废物粉碎或使废物成浆。然而,在使用流化床反应器的情况下,粗粉碎状态的废物

能被热解，从而生成可燃气体原料和细小的焦炭。将生成的气体原料和焦炭输送到后续高温焚烧炉，在高温焚烧炉中对废物进行在相对高温条件下的气化。在流化床反应器中，唯一必需的工作是通过一个热分解和气化的低速反应将废物转化成可燃气体和焦炭，因此，在流化床反应器中的流化床能保持较低的温度。考虑到待处理废物的特性，本发明使用的流化床反应器可以是已知的包括鼓泡式流化床炉在内的常压或加压流化床反应器。然而，尤其优选的是采用一种回转流动式流化床反应器，该反应器也由本发明的发明者开发了。

最好回转流动式流化床反应器有一个环形的水平截面，在中间区域是一个较轻缓的流化床，流化气体的流动速率低，而在周边区域是一个较剧烈的流化床，流化气体的流动速率高。回转流动式流化床反应器有一个沿内壁安装的倾斜壁，它与流化床的表面相垂直，用来使流动的流化介质从周边区域偏向中心区域，使得流化介质以在轻缓流化床中下降，而在剧烈流化床中上升的方式形成回转流动，流化介质在流化床的下部从中心区域流向周边区域，而在流化床的上部区域从周边区域流向中心区域。

根据本发明，具有特定结构的回转流动式流化床反应器具有下列优点：

1、由于生成的焦炭不积聚在流化床上，而是均匀地分散在流化床中，因此可在流化床中有效地对焦炭进行氧化，尤其是在剧烈的流化床中。氧化焦炭产生的热量可传导到流化介质上，所传导的热量可有效地用作流化床反应器内流化床中心区域进行热分解和气化的热源。

2、由于被倾斜壁偏转的向上流动的流化介质在流化床反应器的流化床中心区域会相互碰撞，故可将焦炭粉碎。如果用硬硅砂作为流化介质，可进一步加速焦炭的破碎。

3、由于流化介质的向下流动，废物会下落到流化床中，所以只有粗粉碎的固体废物才能输送到流化床反应器中。因此，能够省去粉碎设备，显著地降低用于粉碎的电能。

4、尽管对废物只进行粗粉碎，会产生大颗粒的不可燃物，但这种大颗粒的不可燃物很容易通过流化介质的回转流动从流化床反应器中排出。

5、由于生成的热量可通过在流化床整个区域形成的流化介质的回转流动而分散开，因此可避免生成的结块或渣块引起的麻烦。

在使用通常的鼓泡型流化床的情况下，尽管流化介质在流化床中能均匀流化，但流化介质在水平方向上的分布仍不好。因此，本发明的回转流动式流化床反应器在上述1 - 5个优点方面优于通常使用的鼓泡型流化床反应器。

本发明的流化床反应器有温度在 450 - 800 °C 范围内的流化床。如果流化床的温度低于 450 °C，由于废物热分解和气化反应的速度相当低，不可分解物会积聚在流化床中，增加了氧化速率低的焦炭的生成量。如果升高流化床的温度，会加速废物的热解反应，由此解决了不可分解物在流化床中的积聚问题。然而，废物进料速度的波动会导致生成气体量的波动，这会损害后续旋流式高温焚烧炉的运行。这是因为不可能根据流化床反应器中生成的含氧气体量，细微地调节输送到旋流式高温焚烧炉中的气体的量。由此，流化床温度的上限设定为 650 °C，以使热解反应比较缓慢。流化床反应器在流化床的上部有一个被称作“净空”的大直径部分。通过向净空输送含氧气体，如大体上纯的氧气或富氧空气，可降低后续高温焚烧炉的负荷，在净空中，可加速焦油和焦炭在生成气体中的气化。

10 根据本发明，在 450 - 650 °C 的温度范围内，在流化床中对废物进行初级焚烧，然后，在 600 - 800 °C 的温度范围内，优选的是在 650 - 750 °C 的温度范围内，在净空中对废物进行次级焚烧。

输送到流化床反应器中的用于对废物进行气化的流化气体选自空气、富氧空气、空气和蒸汽的混合物、富氧空气和蒸汽的混合物、以及氧气和蒸汽混合物。作为流化介质，可
15 使用如硅砂或橄榄石砂这类的砂子、矾土、铁粉、石灰石、白云石或类似物。

在流化床反应器中生成的气体含有大量的焦油和含碳物质。在流化床中，将含碳物质粉碎成粉末焦炭，然后将粉末焦炭和气体输送到旋流式高温焚烧炉中。由于流化床已降低到常压，所以废物中的金属可在不熔融的情况下从流化床反应器中排出。

可被回收的金属是那些熔点低于气化温度的金属。由此为了回收熔点为 660 °C 的铝，
20 必须将流化床的温度设定在 650 °C 或更低。

接着，下面将描述为什么流化床反应器中的流化床被保持在一个温度范围 450 至 650 °C 的原因。

图 4 所示为在 RDF 的一个氮气氛中的热解特征。在流化床反应器中所进行的一个初级气化过程中，希望生成尽可能多的气体组分，包括气体 (gas) 和焦油 (tar)，生成尽可能少的
25 的固体组分，包括可燃物质和灰分——即含碳物质。由在流化床反应器中的含碳物质生成且具有较小直径的焦炭随着在流化床反应器中生成的气体的一个向上的气流被传输到高温焚烧炉，而在流化床中没有被很好粉碎、具有较大直径的含碳物质随着不可燃物质在反应器的底部被排走了。

如果含碳物质的比率很高,那么从反应器底部排出的含碳物质的量必须增加,从而防止固体组分在流化床中的积累。在从中除去砂子和不可燃物质之后,焦炭被再次使用,但是希望减少从反应器排出的焦炭量。

如图4所示,如果热分解温度下降,所生成的固体组分的量增加。再有,如果在450℃或更低的温度下,热分解速度变得极慢,且未分解的物质趋于在流化床上积累,从而使流化床反应器的操作变得困难。相反,当流化床中的温度增加时,所生成的固体组分的量下将,从而加速废物的热解。

然而,由于输送到流化床反应器的废物几乎处于未粉碎状态,如果可能,当流化床温度过度地上升时,反应速度应增加。因此,废物输送速率的变化造成气体生成速率和炉内压力的变化,而这一点会削弱后续高温焚烧炉的运作。用汽车废物的粉碎机粉尘所做的实验证实,如果气化温度是650℃或更低,在排出气体中的CO含量被扼制在10 ppm或更低。大多数废物含有金属,且重要的是在未被氧化、适合于再次使用的状态下回收废物中的金属。在金属中,铝的回收是重要的,为了回收熔点为660℃的铝,就必须将流化床中的温度设定在650℃或更低。

由于流化床反应器在较低的温度下进行气化,因此能够处理粒径在几毫米到几厘米范围的各种废物。流化床反应器具有很高的容量,并能容易地按比例加大。流化床反应器没有运动部件,由此运行时容易调节温度和其它参数,它对加热介质有良好的导热率,可使流化床的温度保持均匀。

如果流化床反应器是回转流动式的流化床反应器,则在将废物输送到流化床反应器之前,无需将废物粉碎。在这种流化床中,可有效地将含碳物质粉碎成在流化床中均匀分散的焦炭,由此使流化床反应器有很高的废物容积,使流化床的温度保持均匀,并有很高的气化效率。

接下来描述高温焚烧炉。向高温焚烧炉输送来自流化床反应器的气态物质和焦炭,通过使气态物质和焦炭与输送到高温焚烧炉中的气体相接触,在1300℃或更高的温度下,对气态物质和焦炭进行气化。焦油和焦炭被完全气化,其中的灰分作为熔渣(meltenslag)从高温焚烧炉的底部排放。

该高温焚烧炉可以包括Texaco炉,只从炉的上部通入气态物质和焦炭,但最好包括旋流式高温焚烧炉。在该旋流式高温焚烧炉中,随着用来气化的气体的旋转流动,在较高

的温度下对气态物质和焦炭进行气化,使灰分熔融,然后分离出熔渣,并从这里排走。

通过使用旋流式高温焚烧炉可进行高负荷和高速焚烧,气体停留时间的分布很窄小,碳转化效率和渣雾的收集效率都很高,焚烧炉的体积可以很小。

5 通入高温焚烧炉用于气化的气体可选自富氧空气和氧气。通入流化床反应器和高温焚烧炉的氧气总量可在焚烧废物用氧气理论量的 0.1 - 0.6 倍的范围内。通入流化床反应器的氧气量可在焚烧废物用氧气理论量的 0.1 - 0.3 倍的范围内。用这种方式,可从高温焚烧炉中得到热值在 1000 - 1500 kcal/Nm³(干)的低热值气体燃料,或热值在 2500 - 4500 kcal/Nm³(干)的中热值气体燃料。根据本发明,由这些废物可生产以一氧化碳和氢气为主要组分的气体,生成的气体可用作工业气体燃料或化学工业的合成气体。

10 由于在高温焚烧炉中,可将从流化床反应器通入后续高温焚烧炉的焦炭中的灰分熔化成熔渣,有害重金属被熔封在熔渣中,不能浸出。在高温焚烧炉中,通过高温焚烧可将二恶英和其前体,以及 PCB(多氯联苯)几乎完全分解掉。

通常,在生产用于化学工业合成中所用的合成气体的情况下,气化在 10 - 40atm 下进行。然而,气化可以在大气压力下进行,而所生产的气体的提纯是在 CO 转化后在 30
15 - 40atm 下进行的。作为流化床反应器中的气化剂,通常可使用由空气和蒸汽的低温分离所得到的纯氧气(O₂)的混合物,但通过除去酸性气体的方法回收的 CO₂也被加入 O₂中。在氨(NH₃)合成中使用由空气低温分离获得的氮气。另外,富氧空气也可作为气化剂。在 CO 转化之后,通过调整氧浓度使比率 H₂: N₂=3: 1,使用生成的气体作为氨合成气体是可能的。但是,该方法的缺点是气体流速增大,导致大尺寸的气体处理装置。

20 在使用废物作为氨合成气体的情况下,必须保证废物的量并使废物的质量稳定。进一步地,必须在系统操作过程中处理废物质量的变化。

为了解决上述问题,根据本发明,当系统仅使用废物不能稳定操作或系统在开工时,可向废物中加入具有高热值并且具有稳定性的固体燃料,如煤或油焦,这样的固体燃料实际上是用于生产 H₂的。这样,通过向废物中加入煤或油焦,使得其在废物中以 20 - 40
25 % 的比率包含在废物中,气化的物质就能变得既在质量上稳定又在数量上稳定。当由于在操作过程中某些原因而降低了废物的质量,且气体中 H₂或 CO 的浓度变低时,气体的质量可以通过增大固体燃料的供应率而变得稳定。顺便说一下,系统中使用的煤不是属于废物的低级煤而是具有高煤化度的次烟煤或烟煤。

下面参考附图，描述根据本发明实施通过气化处理废物方法的各种装置。

图1为根据本发明第一实施方案，实施其处理方法的装置的一个示意图。

如图1所示，该装置包括一个料斗1、一个螺旋加料器2和一个其中有流化床4的回
转流动型流化床反应器3。流化床反应器3具有一个净空5和一个燃烧炉6，且流化床反
5 应器与一个转筒筛7相连接，而转筒7与一个斗式输送机8相配合。该装置进一步还包括
一个带有初级燃烧室10、次级燃烧室8和熔渣分离室12的旋流式高温焚烧炉9。旋流式
高温焚烧炉9有一个燃烧器13。在图1中，符号a，b'，b''和c分别表示有机废物、用
于流化床4的空气，用于净空5的空气，用于高温焚烧炉9的空气和大尺寸不可燃物。此
外，符号d，e，e'和f分别表示石英砂，生成的气体，燃烧排出气体和渣。

10 废物“a”提供给料斗1，然后用螺旋加料器2以恒定的速率输送到流化床反应器3
中。空气“b”作为气化剂输送到流化床反应器3的底部，在流化床反应器3的分散板上
方形成一个由石英砂构成的流化介质的流化床4。

具有较低流化气体速率的流化气体被提供进入流化床4的中部，而具有相对较高流化
气体速率的流化气体被提供进入流化床4的边缘部分，由此，如图1所示，在流化床反应
15 器4中形成流化介质的旋转流。

加料于流化床4中的有机废物“a”与在流化床4中的O₂相接触，流化床的温度保
持在450 - 650℃的范围内，且快速进行热解。在流化床4中的流化介质和不可燃物由流
化床反应器3的底部排出，进入滚筒7，由此除去不可燃物“c”。经分离的石英砂“d”
通过斗式输送机8回过来加入流化床反应器3的顶部。排出的不可燃物“c”含有金属。
20 由于流化床4的温度保持在450到650℃的范围内，所以能在适于回收的不熔蚀条件下，
回收铁、铜和铝。

当废物“a”在流化床4中被气化时，生成了气体、焦油、含碳物质。气体和焦油在
流化床反应器3中被雾化并上升。通过流化床4的搅拌作用将含碳物质粉碎成焦炭。由
于焦炭多孔且轻，它被生成气体的上升气流所携带。由于流化床3的流化介质包含硬质的
25 石英砂，含碳物质的粉碎化作用被加速了。空气“b”被吹入净空5中用于气化温度处于
600℃至800℃的气体，焦油，和焦炭，由此，加速了气体组分向低分子量组分的转化和
焦油和焦炭的气化。

由流化床反应器3排出的生成气体“e”被输送到旋流式高温焚烧炉9的初级燃烧室

10 中, 在 1300 °C 或更高的温度下被燃烧, 同时与经预热的空气 “b” 在其旋流中相混合。燃烧是在次级燃烧室 11 中完成的, 所生成的排出气体 “e'” 从渣分离室 12 排出。由于旋流型高温燃烧器 9 中的高温, 焦炭中的灰分被转化成为渣雾, 该渣雾在旋流的离心力下被初级燃烧室 10 内壁的熔渣相 (slag phase) 捕集。熔渣在内壁上向下流动, 并进入次级燃
5 烧室 11, 渣 “f” 从这里穿过渣分离室 12 的底部出。初级和次级燃烧室 10 和 11 分别提供有助于启动的燃烧器 13。以这种方式, 燃烧在气率为约 1.3 下进行, 并进行了灰分的熔融及其渣的形成。

图 2 为根据本发明第二实施方案, 实施其废物处理方法的装置的一个示意图。

如图 2 所示的装置是用来在 10 到 40 atm 的高压下生产合成气体的。

10 该装置包括一个回转流动式流化床反应器 3 和旋流式高温焚烧炉 17。该流化床反应器 3 与一个和筛 15 相配合的石料料斗 (rock hopper) 14 相连接。旋流式高温焚烧炉 17 也与一个和筛 15' 相配合的石料料斗 14' 相连接。筛 15 通过流化介质循环管线 16 与流化床反应器 3 相连接。旋流式高温焚烧炉 17 中有一个高温气化室 18 和一个冷却室 19。旋流式高温焚烧炉 17 与一个连接涤气器 21 的离心式除尘器 20 相连接。还提供了与高温焚
15 烧炉配合的沉淀器 22。在图 2 中, “a'” 代表用作补充燃料的煤或油焦, “g” 和 “g'” 代表作为气化剂的 O_2 和 H_2O 的混合物, “g” 代表作为气化剂的 O_2 。

将废物 “a” 通过石料料斗等以恒定的速度输送到流化床反应器 3 中。 O_2 和 H_2O 的混合物作为气化剂 “g” 且从流化床反应器 3 的底部引入流化床反应器 3, 在流化床反应器 3 分布板的上方形成由石英砂构成的流化介质的流化床 4。废物 “a” 输入流化床 4, 并使它们与流化床 4 内的气化剂 “g” 相接触, 将流化床的温度保持在 450 - 650 °C 的范围内并处于 10 - 40 atm 的压力的范围内, 废物 “a” 被迅速热解。从流化床反应器 3 的底部排放流化床 4 的流化介质和不可燃物质, 经石料料斗 14, 然后提供给筛 15, 通过筛 15 不可燃物 “c” 被分离出来。经流化介质循环管线 16 将石英砂 “d” 回过来加入流化床反应器 3 中。排放的不可燃物 “c” 中含有金属。由于将流化床 4 的温度保持在 450
20 - 650 °C 的范围内, 所以能在适于回收的不锈蚀条件下, 回收铁、铜和铝。

当在流化床 4 中气化废物 “a” 时, 生成了气体、焦油和含碳物质。将气体和焦油汽化, 使其在流化床反应器 3 中上升。通过流化床 4 的强烈回转作用将含碳物质粉碎成焦炭。由于焦炭是多孔的并很轻, 它被生成气体的上升气流所携带。可带动生成的气体向上流

动。由于流化床4的流化介质是很硬石英砂，可加速含碳物质的粉碎。将包含 O_2 和 H_2O 的混合物的气化剂“g”通入净空5中，以在600 - 800℃的温度范围内，气化气体、焦油和焦炭，由此可加速气体组分向低分子组分转化，以及焦油和焦炭的气化。

5 将从流化床反应器3排放的生成气体“e”输送到旋流式高温焚烧炉17的高温气化室18中，随着与预热的气化剂“g”在旋转流中的混合，在1300℃或更高的温度下进行焚烧。由于旋流式高温焚烧炉17中的温度很高，气体中的灰分被转化成渣雾，渣雾与该气体进入冷却室19直接与水接触。在冷却室19中，渣被冷却成粒状渣，且粒状渣从石料料斗14'排到高温焚烧炉17之外，然后，用筛15'将其分类成为粗粒渣“f'”和细粒渣“f”。

10 生成的气体由高温焚烧炉17中排出，并通过离心式除尘器20送入涤气器21。在涤气器21中，该气体被洗涤，由此产生提纯的气体。

图3为根据本发明实施方案，表示从有机废物到合成氨(NH_3)的过程的一个流程图。

如图3所示，该方法包括一个气化步骤100，一个一氧化碳转化步骤200，一个除去酸性气体的步骤300，一个用液氮纯化气体的步骤400，一个合成氨的步骤500，和一个回收硫的步骤600。用于实施上述方法的装置包括一个气体涤气器21，一个低温空气分离器23，一个用于有机废物初级气化的流化床反应器3，一个在相对较高的温度下进行次级气化的高温焚烧炉17，一个一氧化碳转化器36，一个吸收塔40，一个冷凝槽41，一个二氧化碳汽体塔44，一个硫化氢汽体塔50，一个吸收塔53，一个液氮清洗塔56，
15 和一个冷却器57。该装置进一步包括用于压缩气态氮的压缩机58，一个用于压缩气态氧的压缩机59，一个用于压缩合成气体的压缩机60，一个氨合成塔62，一个氨冷冻机(refrigerator)68，一个氨分离器70，和一个氨储存槽72。该装置进一步包括换热器38，39，48，52，64，和66，泵30，46和54。在图3中，符号i，j，q和r分别表示空气，氧气(O_2)，硫(S)和亚硫酸铵。

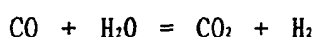
25 通过空气分离器23，空气“i”被分离成氧“j”和氮“k”。分离的氧被压缩机59压缩，并被作为气化剂提供给流化床反应器3和高温焚烧炉17。氮“k”被压缩机58压缩，并用作合成氨的气体。低温分离法是通常用于分离空气的。

在气化步骤100，有机废物“a”和补充原料“a'”在流化床反应器3中的相对较低的温度下进行处理，然后在高温焚烧炉17中在温度在1200 - 1500℃范围内、压力在10

- 40 kg/cm² G 下进行处理。产生含有 CO, H₂, H₂O 和 CO 作为主要组分的气体。在高温焚烧炉 17 中的温度主要是通过控制氧的量来调节的。该高温焚烧炉 17 是一种直接 - 冷却系统, 且在其顶部具有气化室 18, 在其底部具有冷却室 19。生成气体直接接触冷却室 19 中的水而被冷却, 然后从高温焚烧炉 17 排出。通过这种冷却, 产生了大量的蒸汽, 所产生的蒸汽与生成气体一起流动, 而大多数在高温气化室 18 中生成的渣被除去了。渣和水的浆液提供至渣处理步骤。所产生的由大量蒸汽所伴随的气体, 当其从冷却腔 19 排出时, 在文丘里 (venturi) 涤气器 (未示出) 中得到清洗并被气体涤气器 21 从渣雾中除去。此后, 所生成的气体被输送至一氧化碳转化步骤 200。在气体涤气器 21 底部的涤气水主要通过泵 30 输送至冷却腔 19 用于循环, 部分涤气水输送至渣的处理步骤。

在一氧化碳转化步骤 200 中, 含有蒸汽的和由气化步骤 100 提供的生成气体被用作合成气。来自气体涤气器 21 的气体被换热器加热, 换热器所用的气体经过第一级催化床达到在换热器 38 中适于—氧化碳转化的温度, 然后提供给—氧化碳转化器 36。在一氧化碳转化器 36 中, 在一氧化碳转化催化剂的存在下, 气体—氧化碳 (CO) 与与之伴随的蒸汽反应, 生成氢 (H₂)。该—氧化碳转化器 36 包含由 Co-Mo 催化剂构成的两级催化床。第一级催化床的入口温度是约 300 °C。蒸汽与干的生成气体的摩尔比为约 1.5。第一级催化床的出口温度不得超过 480 °C。

第二级催化床的入口温度约为 300 °C。转化率为 90 % 或更高, 在一氧化碳转化器 36 出口处于气体中—氧化碳的浓度为 2 % 或更低。—氧化碳转化反应由下式表示:



该反应是放热反应, 且高温气体经过第一级催化床用带有来自—氧化碳转化器 36 入口的气体的换热器进行冷却, 然后进入第二级催化床。在第二级催化床中, —氧化碳转化反应进一步进行。

经过—氧化碳转化器 36 的气体被换热器 39 冷却至约 40 °C, 在冷凝槽 41 中分离成冷凝水和气体, 然后通过有部分来自氮清洗塔 56 顶部的纯化气体的换热器冷却至 - 17 °C。此后, 经冷却的气体输送至除去酸性气体的步骤 300 中, 在该步骤中用物理吸收, 即 Rectisol 法从由—氧化碳转化步骤 200 提供的转化气体中除去杂质, 这些杂质包括硫化氢 (H₂S), 硫化羰 (COS) 和二氧化碳 (CO₂)。

冷却至 - 17 °C 的气体被引入吸收塔 40 中, 在其中, 二氧化碳 (CO₂) 通过与约 - 60

℃的液态甲醇逆向接触而被吸收。其结果是，由吸收塔 40 排出的气体含有范围在 10 到 20 ppm 浓度的二氧化碳和约 0.1 ppm 浓度的硫化氢（ H_2S ）。由于用甲醇作为吸收二氧化碳的吸收液，甲醇的温度就会升高，且其吸收能力会降低。因此，由吸收塔 40 抽出的甲醇用氨冷却剂冷却，然后返回吸收塔 40。

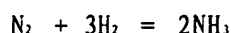
- 5 除了二氧化碳（ CO_2 ）和硫化氢（ H_2S ）之外，少量的氢（ H_2 ）和一氧化碳（ CO ）溶解在从吸收塔 40 中抽出的甲醇中。为了从甲醇回收氢（ H_2 ）和一氧化碳（ CO ），在甲醇再生塔（未示出）中减压下处理甲醇，以从中释放氢（ H_2 ）和一氧化碳（ CO ）。所释放的氢和一氧化碳被压缩机压缩，再循环使用。在另一方面，为了回收被甲醇吸收的高纯二氧化碳（ CO_2 ），将甲醇输送至二氧化碳汽提塔 44，在其中减压，用气态氮汽提之，
- 10 由此，释放了甲醇中的二氧化碳，并回收了释放的二氧化碳。

- 含有冷凝后的硫化氢（ H_2S ）的甲醇从二氧化碳汽提塔 44 底部取出，并由泵 46 输送至换热器 48。在换热器 48 中经加热后，甲醇被输送至硫化氢汽提塔 50 中，其中，甲醇间接地由蒸汽再生。从硫化氢汽提塔 50 顶部排出的富含硫化氢的气体由换热器 52 冷却，然后输送至回收硫的步骤 600 中，在其中回收了硫“q”或亚硫酸铵“r”。从硫化氢汽
- 15 提塔 50 抽出的甲醇由泵 54 输送至吸收塔 40 的顶部用于再循环。

- 由吸收塔 40 输送的富含氢的气体含有少量的一氧化碳（ CO ）和痕量的二氧化碳（ CO_2 ），该气体经吸收塔 53 以除去其中的甲醇和二氧化碳，并由冷却器 57 冷却至约 -190℃，然后输送至液氮清洗塔 56。在用液氮提纯气体的步骤 400 中，所提供的含有痕量一氧化碳（ CO ）和甲烷（ CH_4 ）的气体用过冷液氮清洗，由此除去一氧化碳和甲烷。
- 20 气态氢不被液氮吸收，这是因为氢的沸点低于氮。因此，含有氮的经纯化的富含氢的气体由氮清洗塔 56 顶部获得。

- 由液氮清洗塔 56 顶部排出的纯化气体与具高压的气态氮混合，该气态氮由被冷却器 57 冷却的液氮生成，以致于氢和氮的摩尔比被调节至一个合适的值，即约 3，适用于氨的合成，混合后的气体经冷却器 57 再次加热，并输送至合成氨的步骤 500 中。部分被压
- 25 缩机 58 压缩的氮被冷却器 57 冷却并液化，输送至氮清洗塔 56，其中，所提供的氮气与由氮清洗塔 56 底部输送的气体逆向接触，在所输送的气体中的杂质，包括一氧化碳（ CO ），氩（ Ar ）和甲烷（ CH_4 ），被液氮吸收，并除去。吸收了杂质，如一氧化碳（ CO ），氩（ Ar ）和甲烷（ CH_4 ）的液氮从液氮塔 56 的底部抽出，减压并作为锅炉的燃料使用。

由清洗步骤 400 提供的气体在压缩机 60 的第一级被压缩至例如 150 kg/cm²G 的压力，然后压缩气体与来自氨分离器 70 的循环气体混合。此后，混合气体在压缩机 60 的第二级被压缩到 165 kg/cm²G 的压力，然后输送至氨合成塔 62。氨合成塔具有由 Fe 催化剂构成的两级催化床。氨合成塔 62 入口处的气体具有 164kg/cm² 的压力和 250 °C 的温度。当合成
5 气体通过催化床时，进行氨合成反应。该反应由下式表示：



经过催化床的气体的温度超过 500 °C，但却被引入氨合成塔 62 的冷却气体冷却。

由氨合成塔 62 排出的氨的压力为 160 kg/cm²G，温度为 450 °C。通过换热器 64 和 66，氨被冷却至室温左右，并进一步被氨冷冻机 68 冷却，由此，冷凝大部分氨。经冷凝的氨
10 被分离成液态氨和气体，液态氨入氨储存槽 72。经分离的气体输送至压缩机 60 的第二级，由此被压缩至 165 kg/cm²G 的压力，然后被压缩的气体输送至氨合成塔用于再循环。

如上所述，根据本发明的用气化法处理废物的方法和装置提供了如下的优点：

1. 用于氨的原料氢能从在我们自己的国家中能够得到的有机废物中生产出来。由此，氨的生产成本大大减低。
- 15 2. 通过气化有机废物生产氨，各种由常规的焚烧处理引起的问题能得以解决；更特别地，排放气体的量大大减少，且二恶英及其前体不再产生。进而，由于废物中的灰分转化成为无害的炉渣，开垦土地的生命可以延长，而回收的炉渣可用作铺路材料。

3. 金属，如铁、铜或铝可以以适用于回收的不锈蚀条件下回收。

从有效利用废物和环境保护的观点来看，用于气化有机废物的气化设施和氨合成设施
20 相邻设置，并且在原料的利用方面有机地结合起来，以增强两种设施作为一个整体系统的功能。

4. 通过提供补充燃料，如煤或油焦，有可能处理不仅在废物的质量上和而且在其数量上的变化。特别地，该气化设施能平稳地运作而不会因为固态燃料混合比率提高而损害所生产气体的性能。

25 尽管详细展示和描述了本发明的某些最佳实施例，但应当理解，在不背离后附权利要求书的精神和范围内，可作多种改变和改进。

图1

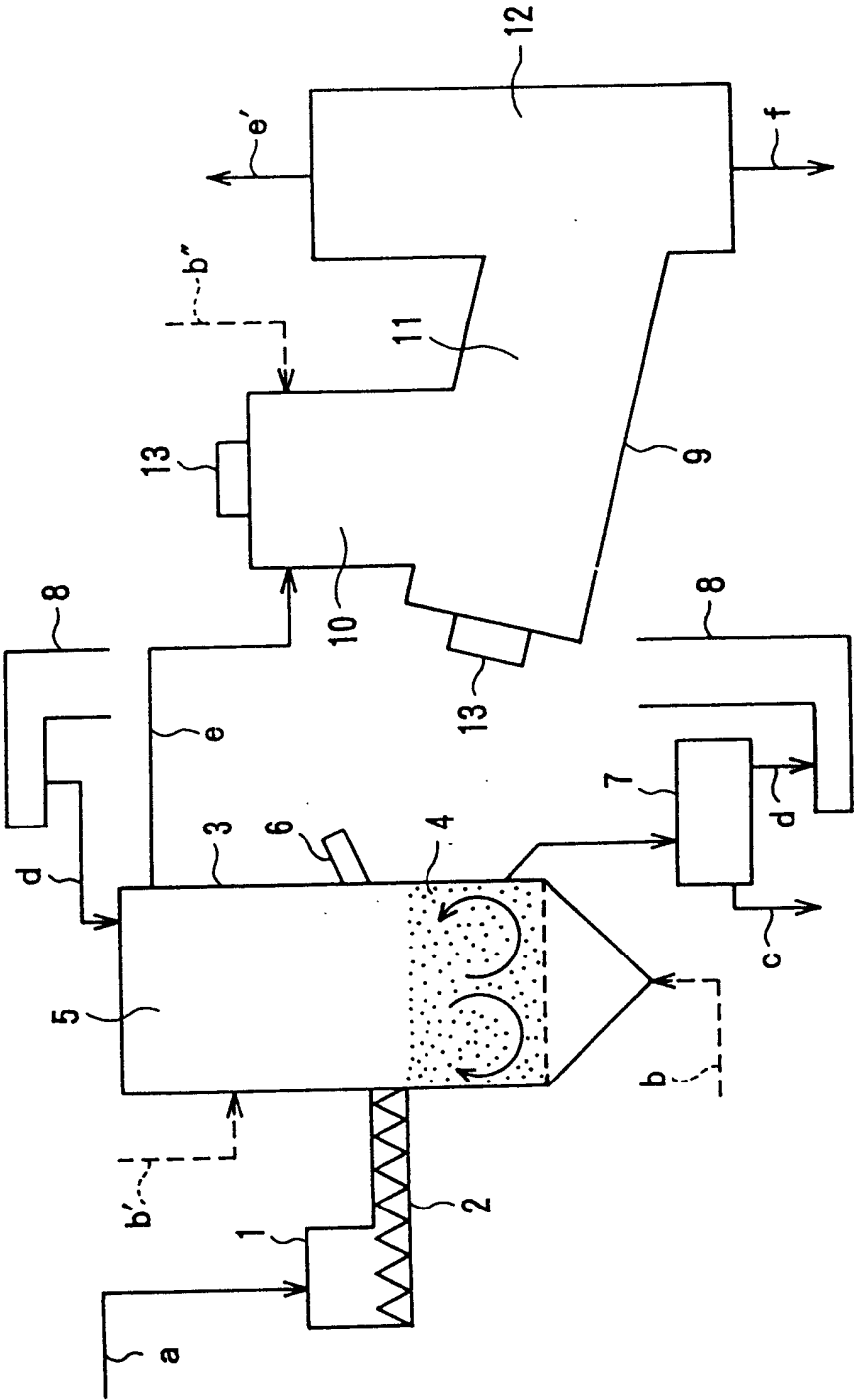


图 2

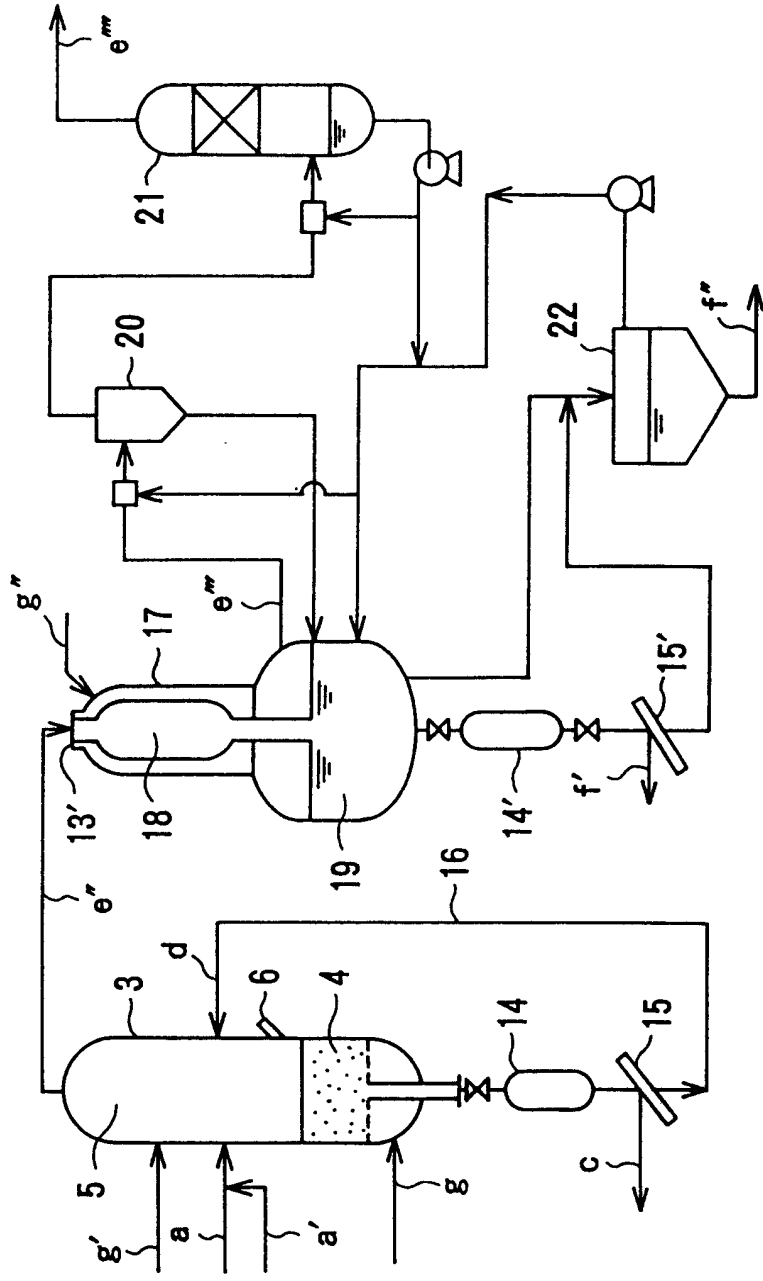


图 3

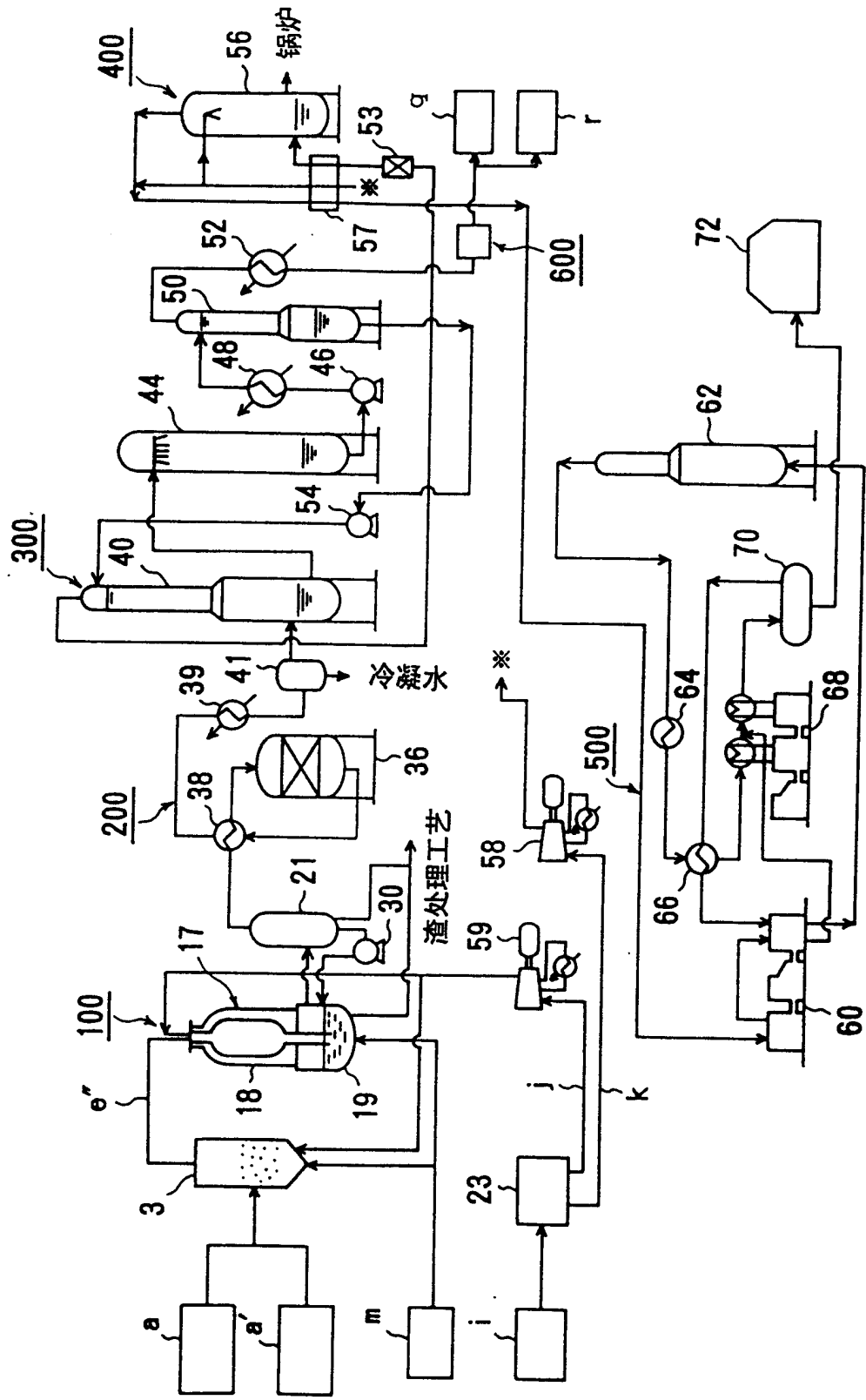


图 4

