



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102000681 A

(43) 申请公布日 2011.04.06

(21) 申请号 201010249036.5

(22) 申请日 2010.08.06

(30) 优先权数据

2009-196670 2009.08.27 JP

(71) 申请人 三菱重工环境·化学工程株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 远藤雄树 加仓田一晃 山内恒树

森亮介

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 高培培 车文

(51) Int. Cl.

B08B 9/032 (2006.01)

F23G 5/027 (2006.01)

F23G 5/44 (2006.01)

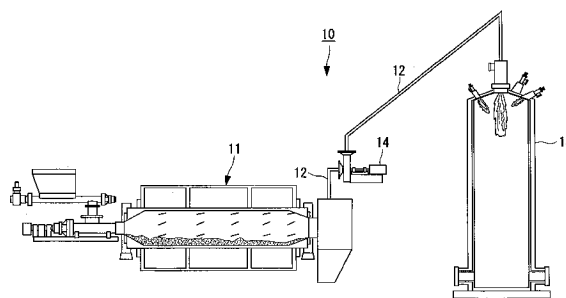
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

热分解附着物去除方法及热分解气化系统

(57) 摘要

本发明提供一种在生物质的热分解气化系统中能够有效地去除附着在配管内壁等上的热分解生成物的方法及热分解气化系统。热分解附着物去除方法为，在下水污泥、木质生物质等的生物质的热分解气化系统 (10) 中，使氧浓度为 5 体积%以上且 13 体积%以下的不活泼气体和氧的混合气体在设置于热分解气化炉 (11) 和燃烧炉 (13) 之间的配管 (12) 内流通，在气体温度为 500℃ 以上的条件下使附着在所述配管 (12) 的内壁上的热分解附着物燃烧而去除。



1. 一种热分解附着物去除方法,在下水污泥、木质生物质等生物质的热分解气化系统中,

使氧浓度为 5 体积%以上且 13 体积%以下的不活泼气体及氧的混合气体向设置于热分解气化炉和燃烧炉之间的配管流通,在气体温度为 500℃以上的条件下,使附着在所述配管的内壁上的热分解附着物燃烧而去除。

2. 如权利要求 1 所述的热分解附着物去除方法,其中,在所述气体温度为 650℃以下的条件下去除所述热分解附着物。

3. 如权利要求 1 所述的热分解附着物去除方法,其中,在所述配管的铁皮温度为 600℃以下的条件下去除所述热分解附着物。

4. 如权利要求 1 所述的热分解附着物去除方法,其中,向所述配管内供给常温的所述混合气体。

5. 如权利要求 2 所述的热分解附着物去除方法,其中,向所述配管内供给常温的所述混合气体。

6. 如权利要求 3 所述的热分解附着物去除方法,其中,向所述配管内供给常温的所述混合气体。

7. 如权利要求 4 所述的热分解附着物去除方法,其中,向设置在所述配管中途的鼓风机上游侧的配管内供给所述混合气体。

8. 如权利要求 5 所述的热分解附着物去除方法,其中,向设置在所述配管中途的鼓风机上游侧的配管内供给所述混合气体。

9. 如权利要求 6 所述的热分解附着物去除方法,其中,向设置在所述配管中途的鼓风机上游侧的配管内供给所述混合气体。

10. 如权利要求 1 所述的热分解附着物去除方法,其中,在所述配管的一处或多处计测所述配管内的气体温度,在该所计测到的气体温度中的至少一个值超过 650℃时,使在所述配管内流通的所述混合气体的氧浓度减少到不足 5 体积%。

11. 如权利要求 1~10 中任一项所述的热分解附着物去除方法,其中,向所述配管的倾斜部分的内壁喷射常温的压缩空气。

12. 如权利要求 1 所述的热分解附着物去除方法,其中,所述热分解附着物燃烧而产生的废气在所述燃烧炉中与辅助燃料混合,并且在温度 700℃以上被氧化处理。

13. 一种热分解气化系统,是下水污泥、木质生物质等生物质的热分解气化系统,其中,具备:

热分解气化炉;

设置在该热分解气化炉下游侧的燃烧炉;

设置在所述热分解气化炉和所述燃烧炉之间的配管,

还具备:

氧化剂供给口,与所述配管连接,用于向所述配管供给作为不活泼气体和氧的混合气体的氧化剂;

氧化剂调整部,用于将所述氧化剂的氧浓度调整为 5 体积%以上且 13 体积%以下;

用于对所述配管的内壁进行加热的加热部;

对在所述配管的内侧流通的气体的温度进行计测的气体温度检测部;及

用于控制所述气体温度的气体温度控制部。

14. 如权利要求 13 所述的热分解气化系统,其中,所述氧化剂调整部具备用于收集在所述配管内流通的废气的管道、和将该收集到的废气和空气混合的混合部。

15. 如权利要求 13 所述的热分解气化系统,其中,在所述配管的内壁还具备用于喷射压缩空气的喷嘴。

热分解附着物去除方法及热分解气化系统

技术领域

[0001] 本发明涉及在下水污泥、木质生物质等的生物质的热分解气化系统中去除附着在配管内部等上的热分解生成物的方法。

背景技术

[0002] 在图 1 例示的生物质热分解气化系统 10 中,在热分解气化炉 11 内,在温度 300 ~ 600℃、阻断氧的气氛下使生物质热分解。在热分解气化炉 11 内产生的热分解气体经由配管 12 被输送至燃烧炉 13,在燃烧炉 13 内燃烧。

[0003] 使上述生物质热分解气化系统运转时,在配管内壁及设置在配管中途的鼓风机 14 的叶轮等上凝结热分解气体并附着或堆积尘埃部分。附着物及堆积物(以下称附着物)的量增加后,因配管闭塞及叶轮平衡恶化,故而产生鼓风机的输出增大而振动增加等连续运转故障。因此,需要定期地使热分解气化系统停止,清扫配管内部并去除附着物。

[0004] 在石油精炼工业及石油化学工业等中,公知有一种称为脱焦的热分解附着物去除方法。脱焦是一种如下所述的方法:使高温的蒸气及不活泼气体在配管内流通,并赋予配管内壁的附着物热冲击,由此使附着物产生散裂(收缩断裂)而从配管脱落,使已脱落的附着物通过流体(气体)排出,并且利用混入少量空气的气体来使残留附着物燃烧而分解。

[0005] 在专利文献 1 中记载有在 600℃ 以上的燃烧分解中因无法避免管材质的劣化,而需要严格的运转管理。另外记载有附着物量多时实施散裂时,剥离的焦碳堵塞管的问题。为了防止这些情况的发生,在专利文献 1 中公开的技术是将因附着在管内的原油等产生的焦炭在空气和水蒸气或不活泼气体的混合气氛下,在温度 350℃ ~ 500℃、氧浓度 3 体积% ~ 21 体积%的条件下实施脱焦。

[0006] 专利文献 1:日本特许第 2973347 号公报(权利项 1、段落 [0013] ~ [0018]、[0020])

[0007] 在生物质热分解气化系统中,虽然认为气体造成的散裂对在表层部所形成的比较软质的生物质热分解附着物的去除具有某种程度的效果,但需要将气体的管内流速及压力维持得较高。这在生物质热分解气化系统等生物质能量变换设备中从最重要的寿命周期成本降低的观点来看并不理想。另外,在生物质原料中与石油原料相比附着物较多,因此,在高温下使生物质热分解附着物燃烧分解时,易产生局部的发热和失控的燃烧。

[0008] 另外,在来源于石油的热分解附着物(焦炭)和来源于生物质的热分解附着物中,因成分完全不同,所以附着物的性状及热分解机构不同。在专利文献 1 中,为了防止起由于焦炭的热变性硬化收缩的剥离,在 500℃ 以下实施燃烧分解。但是,在专利文献 1 的条件下,即使进行生物质热分解气化系统的热分解附着物的去除,由于附着物去除效果差,因此也会产生去除时需要长时间这类的问题。即,在专利文献 1 的条件下,去除生物质热分解附着物需要长时间停止设备,实用性差。

发明内容

[0009] 本发明提供一种在生物质的热分解气化系统中,能够有效地去除附着在配管内壁等上的热分解生成物的方法及热分解气化系统。

[0010] 为了解决上述问题,本发明提供一种热分解附着物去除方法,在下水污泥、木质生物质等生物质的热分解气化系统中,使氧浓度为 5 体积%以上且 13 体积%以下的不活泼气体及氧的混合气体向设置于热分解气化炉和燃烧炉之间的配管流通,在气体温度为 500℃ 以上的条件下,使附着在所述配管的内壁上的热分解附着物燃烧而去除。

[0011] 另外,本方面提供一种热分解气化系统,是下水污泥、木质生物质等生物质的热分解气化系统,其中,具备:热分解气化炉;设置在该热分解气化炉下游侧的燃烧炉;设置在所述热分解气化炉和所述燃烧炉之间的配管,还具备:氧化剂供给口,与所述配管连接,用于向所述配管供给作为不活泼气体和氧的混合气体的氧化剂;氧化剂调整部,用于将所述氧化剂的氧浓度调整为 5 体积%以上 13 体积%以下;用于对所述配管的内壁进行加热的加热部;对在所述配管的内侧流通的气体的温度进行计测的气体温度检测部;及用于控制所述气体温度的气体温度控制部。

[0012] 对于附着在生物质热分解气化系统的配管及设置在配管中途的鼓风机上的附着物,在 300 ~ 600℃ 被气化的成分是主体。热分解气体到达配管及鼓风机时,由于设备启动时相对于气体温度配管内壁的温度较低,所以气体成分凝结而附着在配管内壁上。热分解附着物的堆积层变厚时,堆积层成为隔热层,所以随着附着物的成长,高沸点成分主要被堆积。即,堆积层的表面侧主要是高沸点成分。在本发明中,通过形成气体温度为 500℃ 以上的条件,能够有效地燃烧分解去除堆积层表面侧的高沸点成分,所以促进向堆积层下层的分解反应。在生物质热分解附着物的情况中,不产生在上述温度范围内的热变性硬化收缩,没有附着物大量剥离并闭塞配管的危险。

[0013] 在氧浓度为 5 体积%以上且 13 体积%以下的不活泼气体及氧的混合气体气氛下实施燃烧分解时,通过部分燃烧而使热分解附着物氧化,促进从固体向气体的相变化。另外,在本发明中,能够使用如膜分离装置那样的廉价装置在上述氧浓度范围内进行调整,可以降低寿命周期成本。氧浓度比 5 体积%还低时,反应性急剧地降低。另一方面,氧浓度超过 13 体积%时,引起失控的燃烧,反应控制变得困难。

[0014] 在本发明的热分解附着物去除方法中,能够在配管的空塔速度为 1m/s 左右低流速下燃烧分解,因此抑制混合气体的供给量。因此,可以降低寿命周期成本。

[0015] 在本发明的热分解气化系统中,所述氧化剂调整部具备用于收集在所述配管内流通的废气的管道、和将该收集到的废气和空气混合的混合部,因此能够降低在氧化剂制造中需要的动力,故而优选。

[0016] 在上述发明中,优选在所述气体温度为 650℃ 以下的条件下去除所述分解附着物。另外,优选在所述配管的铁皮温度为 600℃ 以下的条件下去除所述热分解附着物。

[0017] 只要以气体温度或配管的铁皮温度(配管外表面的温度)满足上述温度范围的方式使热分解附着物燃烧分解,则可以防止配管的损伤及劣化。

[0018] 在上述发明中,优选向所述配管内供给常温的所述混合气体。

[0019] 在本发明中,没有必要事先将供给的混合气体加热至上述反应温度。所供给的混合气体利用燃烧时的反应热升温。因此,可以抑制设备运转时的化石燃料的使用量,并且没

有必要将混合气体供给系的氧浓度计设置为耐高温方式及耐废气方式。其结果,可以降低寿命周期成本。

[0020] 在上述发明中,优选向设置在所述配管中途的上游侧的配管内供给所述混合气体。

[0021] 从配管上游部供给作为氧化剂的混合气体时,堆积在配管内壁及鼓风机的叶轮等上的附着物从上游侧依次燃烧分解。测定配管下游侧的气体温度及配管温度,若温度为规定值以下,则可以判断出配管内部的燃烧分解结束。即,根据本发明,即使不在配管内部设置氧浓度计,也能够根据气体温度及反应温度把握燃烧分解状况。

[0022] 在上述发明中,优选的是,在所述配管的一处或多处计测所述配管内的气体温度,在该所计测到的气体温度中的至少一个值超过 650℃时,使在所述配管内流通的所述混合气体的氧浓度减少至不足 5 体积%。

[0023] 如上所述,反应温度变高时,配管的材质受到损伤的可能性提高。因此,在一处或多处计测的配管内的气体温度超过 650℃时,若使混合气体的氧浓度不足 5 体积%,则抑制燃烧分解反应,降低气体温度,利用气体使配管冷却。根据本发明,可以容易地控制燃烧分解反应,并且可以防止配管的损伤。

[0024] 在上述发明中,优选向所述配管的倾斜部分的内壁喷射常温的压缩空气。另外,优选本发明的热分解气化系统还具备用于向所述配管的内壁喷射压缩空气的喷嘴。

[0025] 例如,在配管的缩流部及相对垂直方向倾斜或水平设置的配管等配管的倾斜部的内壁上,热分解气体易集中于一方附着,局部形成有厚的热分解附着物的堆积层。堆积层较厚时,脱焦所需时间变长。另外,在配管倾斜部分等的下侧内壁堆积因燃烧而生成的灰分,因此,热分解附着物与氧的反应率下降。

[0026] 向形成有厚的附着物的堆积层的部分喷射常温压缩空气时,因喷射产生的冲击而在堆积层产生裂纹。另外,燃烧后的灰分朝向下游侧飞散。由此,热分解附着物和氧的接触面增大,所以反应率提高。向配管内壁的压缩空气的喷射在将堆积物较多的、以生物质为原料的热分解气化系统中特别有效。另外,因在本发明中利用常温的压缩空气,所以与通常导入的蒸气散裂比较,可以大幅度降低寿命周期成本。

[0027] 在所述发明中,优选所述热分解附着物燃烧而产生的废气在所述燃烧炉内与辅助燃料混合,并且在温度 700℃以上进行氧化处理。

[0028] 在所述热分解附着物的燃烧分解中,含 CO 的废气被排出。在设置于后段的燃烧炉中,使废气与辅助燃料混合,在 700℃以上的温度条件下进行氧化处理,由此可以作为 CO₂ 放出。

[0029] 如果使用本发明的热分解附着物去除方法,则可以在短时间内安全地去去除来源于生物质的热分解附着物。另外,可以降低热分解气化系统的寿命周期成本。

附图说明

[0030] 图 1 是生物质热分解气化系统的概略图;

[0031] 图 2 是表示图 1 的生物质热分解气化系统的一部分的概略图;

[0032] 图 3 是表示使生物质热分解附着物燃烧时的附着物质量变化的曲线图;

[0033] 图 4 是表示在脱焦中的各位置的气体温度及铁皮温度的时效变化的曲线图;

[0034] 图 5 是配管倾斜部的局部剖面图。

具体实施方式

[0035] 下面,详细说明本发明的热分解附着物去除方法。

[0036] 在图 1 所示的生物质热分解气化系统中,在鼓风机 14 的输出超过基准值时或使生物质热分解气化系统运转一定期间后,停止热分解气化炉。接着,实施在配管内壁及鼓风机的叶轮等上堆积的热分解附着物的燃烧分解去除(脱焦)。

[0037] 图 2 是表示图 1 的生物质气化系统的配管部分的概略图。在本实施方式的热分解附着物去除方法中,氧化剂从配管的至少一处导入。例如,从图 2 的氧化剂供给口 L(鼓风机 14 的上游侧配管)、氧化剂供给口 M(热分解气化炉出口 15 的配管)、氧化剂供给口 N(配管的倾斜部分(配管倾斜部)16 和与燃烧炉 13 连接的配管的连接部)供给氧化剂。从设置在鼓风机 14 的上游侧(热分解气化炉侧)的氧化剂供给口 L 或氧化剂供给口 M 供给氧化剂时,能够有效地去除附着在鼓风机的叶轮上的附着物,故而优选。在图 2 中,设置有一个氧化剂供给口 L,但也可以在热分解气化炉 13 和鼓风机 14 之间设置多个氧化剂供给口 L。

[0038] 在本实施方式中,氧化剂为氧及氮的混合气体。氧化剂中的氧浓度设为 5 体积%以上且 13 体积%以下。氧浓度比 5 体积%低时,反应性急剧下降。另一方面,氧浓度超过 13 体积%时,引起失控的燃烧,反应控制变得困难。

[0039] 氧化剂中的氧浓度通过改变以氧浓度不足 5 体积%的氮为主的低氧浓度气体和压缩空气之间的混合比而进行调整。低氧浓度气体可以使用气体膜分离装置及变压装置(PSA)制造。例如,设置有低氧浓度气体贮藏罐和压缩空气罐,将低氧浓度气体和压缩空气以希望的比率混合后,从氧化剂供给口向配管内供给。

[0040] 向配管内供给的氧化剂优选为常温。所谓常温是指和设置有压缩空气罐及低氧浓度气体贮藏罐的场所的温度(外部气体温度)相同的温度,例如为 25℃左右。

[0041] 上述低氧浓度气体可以为在配管 12 内流通的、包含由燃烧分解产生的 CO 的废气。该情况下,在配管 12 上连结有管道。废气的一部分通过该管道向配管外部排出并被收集。与配管 12 连结的管道的另一端与空气所流通的管道连结。在连结部设置有流量调节阀,调节向空气流通的管道供给的废气量。通过设为这种结构,将所收集的废气和空气在上述氧浓度范围内混合。混合后的废气和空气作为氧化剂从氧化剂供给口 L、M、N 向配管 12 供给。

[0042] 通过设为这种结构,不需要用于生成压缩空气的空气压缩机,可以降低氧化剂制造所需要的动力。

[0043] 从氧化剂供给口供给的常温的氧化剂(混合气体)以 1m/s 左右的空塔速度在配管 12 内流通。由加热器加热配管 12,从而对热分解附着物加热。热分解附着物被加热至 400℃以上时,着火而开始脱焦。热分解附着物部分燃烧而分解后,气体温度上升。本实施方式的燃烧分解反应时的气体温度为 500℃以上。通过在 500℃以上实施脱焦,在附着物堆积层的表面侧主要包含的高沸点成分气化,和氧化剂中的氧反应而促进燃烧分解反应。高沸点成分被分解去除后,进行向堆积层下层侧的燃烧分解反应。包含由燃烧分解产生的 CO 的废气及灰分和混合气体一起被向配管 12 下游侧输送。

[0044] 热分解反应温度过高时,奥氏体系不锈钢制的配管产生损伤及劣化。为了防止配管的损伤及劣化,在配管的铁皮温度为 600℃以下的条件下实施脱焦。或者,由于在气体温度和铁皮温度之间存在相关关系,所以也可以根据气体温度设定脱焦温度的上限值。由于

气体温度比铁皮温度还高,所以将气体温度的上限值设定为比铁皮温度的上限值高。在本实施方式中,脱焦时的气体温度设为 650°C 以下。向配管内部插入温度计来对气体温度进行计测。考虑附着物的堆积量而适当地设定在配管剖面的插入位置。例如,对于 $\Phi 300\text{mm}$ 的配管,对从配管内壁向中心 100mm 的位置的气体温度进行计测。

[0045] 氧化剂中的氧浓度越高,热分解附着物和氧的反应性越高。脱焦开始时在上述氧浓度范围内供给相比较而言高氧浓度的氧化剂后,具有因着火而气体温度急剧上升的可能性。因此,也可以将在脱焦开始时所供给的氧化剂中的氧设定为低浓度,监视气体温度及配管的铁皮温度,并且阶段性地使氧浓度上升。这样,控制反应而可以防止急剧的温度上升的产生。

[0046] 例如,将高氧浓度维持在氧浓度 12% 以上并进行脱焦时,热分解附着物和氧的反应性良好,所以往往气体温度因反应热而超过 650°C 。在本实施方式中,也可以在由温度计计测的气体温度超过 650°C 的情况下,阻断作为氧化剂的压缩空气的供给,由此使氧化剂中的氧浓度减少到不足 5 体积%。如上所述,氧浓度不足 5 体积%时,生物质热分解附着物的燃烧反应率急剧降低。因此,抑制反应热的产生,由氧化剂(混合气体)冷却热分解附着物,因此,所计测的气体温度及加热器温度降低。使氧浓度减少期间也可以根据气体温度的降低幅度来决定。或者,也可以按照以规定时间阻断压缩空气的供给的方式事先设定并进行控制。在配管的多处计测气体温度,在至少一处的气体温度超过 650°C 的情况下使氧浓度减少时,燃烧分解反应的控制精度提高,可以进一步可靠地防止配管的损伤及劣化。

[0047] 脱焦从配管的上游侧朝向下游侧进行。这是因为在燃烧分解反应产生的部位消耗氧化剂中的氧,氧难以到达反应产生处的下游侧。在附着物完全地燃烧去除而脱焦结束后的部位,没有反应热产生的作用,常温氧化剂流通,故而所计测的气体温度降低。这时,在下游侧继续脱焦,因此气体温度维持在高温。因此,通过测定气体温度的时效变化,可以进行脱焦结束的判断。另外,通过在配管的多个部位监视气体温度,可以把握脱焦进行状况。如上所述,因在气体温度和铁皮温度之间存在关联,所以通过监视配管的铁皮温度,也可以把握脱焦的进行状况,可以判断脱焦结束。

[0048] 图3表示作为气氛温度 400°C 、 600°C 、及 800°C 这三个条件,供给氧浓度 11% 、温度 400°C 的氧化剂,使生物质热分解附着物燃烧时的附着物质量变化。在该图中,横轴是反应时间,纵轴是相对于初始附着物质量(20g)的残留附着物质量的比。

[0049] 与温度 400°C 相比,因在温度 600°C 及 800°C 质量减少量较大,因此可以说反应性提高。温度 600°C 及 800°C 的反应性大致同等。图3的结果表示如果考虑反应性和配管材质,则在温度 600°C 左右的脱焦是有利的。

[0050] 图4是实施本实施方式的热分解附着物去除方法的结果的一例,是表示鼓风机表面温度(铁皮温度)、及脱焦中的配管的不同位置的气体温度及铁皮温度的时效变化的曲线图。在该图中,横轴是经过时间,纵轴是在各计测位置的气体温度或铁皮温度及氧化剂中的氧浓度。在图2的鼓风机14入口及燃烧炉13入口计测气体温度,在鼓风机14、倾斜部a(16a)及倾斜部b(16b)计测铁皮温度。

[0051] 根据图4,在脱焦初期,鼓风机入口处的气体温度、鼓风机及倾斜部a的铁皮温度超过 500°C ,所以可以判断在该部分产生脱焦。另一方面,处于倾斜部a下游侧的倾斜部b的铁皮温度及燃烧炉入口的气体温度比鼓风机及倾斜部a延迟而超过 500°C 。另外,在经

过 16 小时附近在倾斜部 b 的铁皮温度及燃烧炉入口的气体温度上升,与之相对,在鼓风机入口气体温度、鼓风机及倾斜部 a 的铁皮温度下降。这表示在上游侧脱焦大致结束,但在下游侧继续脱焦。这样,从图 4 可以确认脱焦从上游侧开始进行。

[0052] 在本实验中,在脱焦中使氧化剂中的氧浓度从 12% 下降到不足 5% (约 4.7%) 后,与氧浓度下降几乎同时地各部的温度及铁皮温度开始降低,再次使氧化剂中的氧浓度上升到 12% 时,在各部的温度及铁皮温度上升。其结果表示通过在脱焦中使氧化剂中的氧浓度变化,可以调整气体温度。

[0053] 在本实施方式中,在配管的缩流部及图 2 所示的配管倾斜部 16 的下侧内壁等相对垂直方向倾斜设置的配管内壁易堆积热分解附着物。另外,在氧化剂(混合气体)以低流速流过配管的情况下,在配管倾斜部的下侧内壁易堆积通过燃烧分解而产生的灰分。在本实施方式中,也可以向在脱焦中热分解附着物及灰分易堆积的位置喷射压缩空气。

[0054] 图 5 是配管倾斜部的局部剖面图。在配管倾斜部 16 的上部设置有两个喷嘴 20。喷嘴 20 与鼓风机(未图示)连接。图 5 中喷嘴 20 配置为由鼓风机供给的压缩空气与配管倾斜部 16 的下侧内壁的大致相同位置接触。

[0055] 对于配管倾斜部 16,可以在气流方向的多处设置上述喷嘴。气流方向的喷嘴设置间隔例如通过模拟计算出从喷嘴喷射的压缩空气到达配管(热分解附着物)的位置或至消失为止的距离来确定。

[0056] 来自喷嘴 20 的压缩空气的喷射以规定时间间隔例如在压力 0.5MPa 左右、射出量 200l/s 的条件下实施。喷射间隔考虑附着/堆积产生的压力损失的上升速度等适当地设定。利用压缩空气撞击热分解附着物的堆积层的冲撞,在形成于配管下侧内壁的热分解附着物的堆积层产生裂纹。另外,通过燃烧分解产生并堆积的灰分与压缩空气一起向下游侧流动。由此,在已产生裂纹的部分,新的反应面与氧化剂接触,促进热分解附着物的燃烧分解。

[0057] 另外,来自喷嘴的压缩空气的喷射也可以在热分解气化反应中实施。由此,在配管内壁上所形成的热分解附着物变厚之前,可以将热分解附着物剥离去除。其结果可以抑制热分解附着量,能够防止脱焦时的急剧的温度上升,并且还可以进一步削减脱焦所需时间。

[0058] 本实施方式的热分解附着物去除是低氧浓度下的部分燃烧分解,因此在上述热分解附着物去除中产生的废气即热分解气体到达下游侧的燃烧炉。热分解气体从设置在燃烧炉上部的煤气燃烧器向燃烧炉内喷射,与从燃烧炉上部供给的城市煤气等辅助燃料混合并燃烧。热分解气体燃烧时的燃烧炉温度为 700℃ 左右。在热分解气体中包含大量的 CO,由此,CO 完全燃烧而生成 CO₂,从燃烧炉排出。

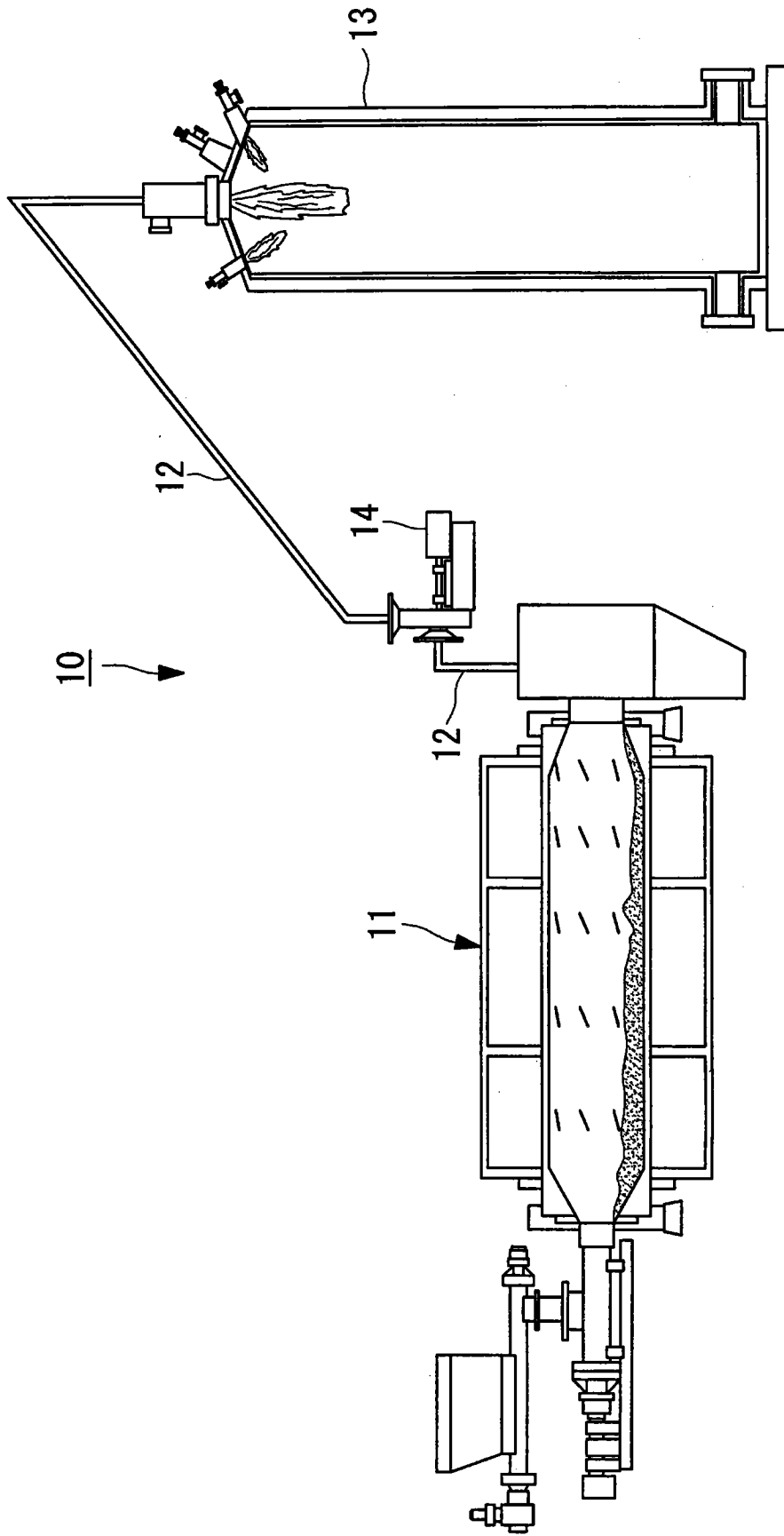


图 1

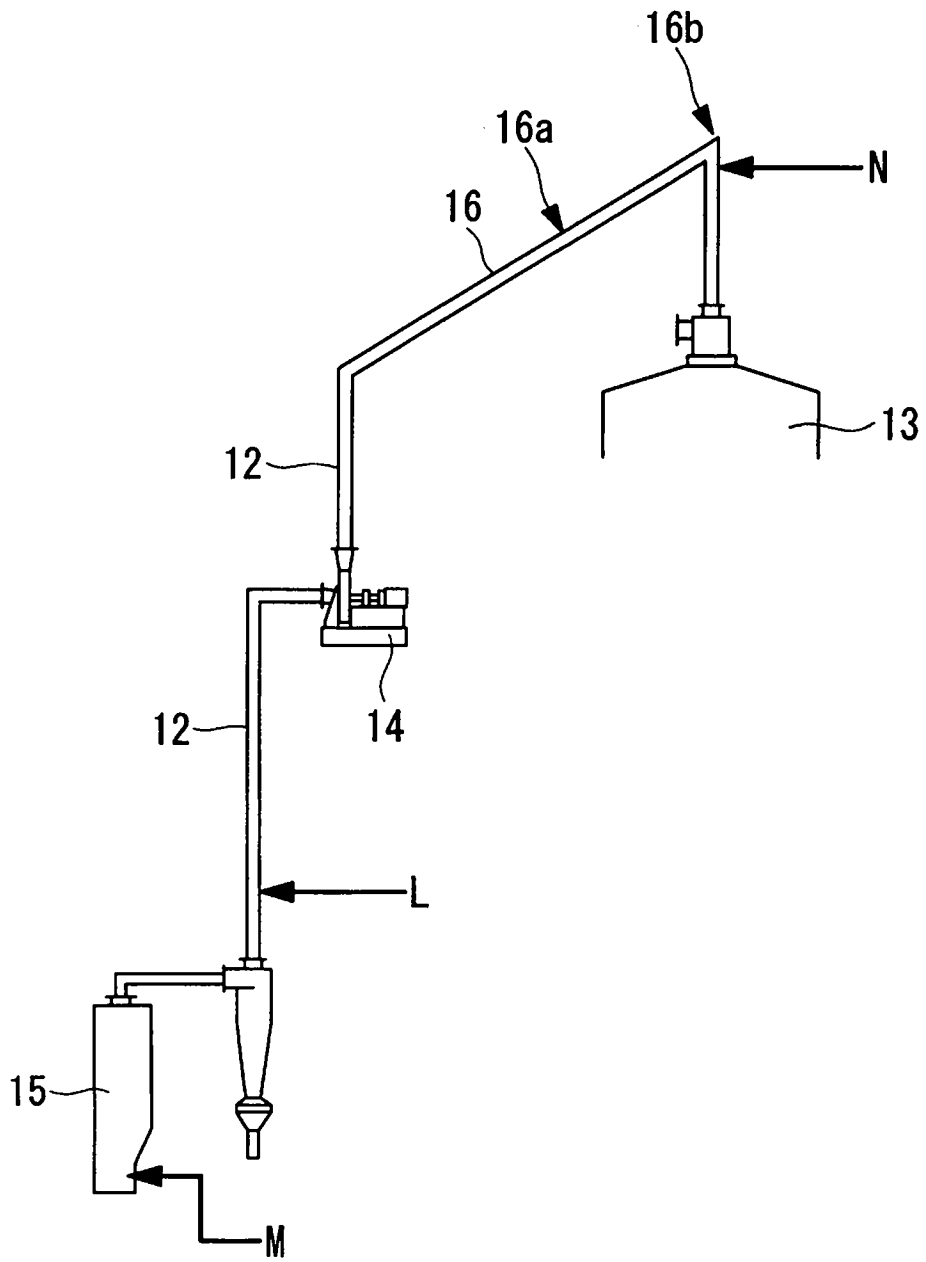


图 2

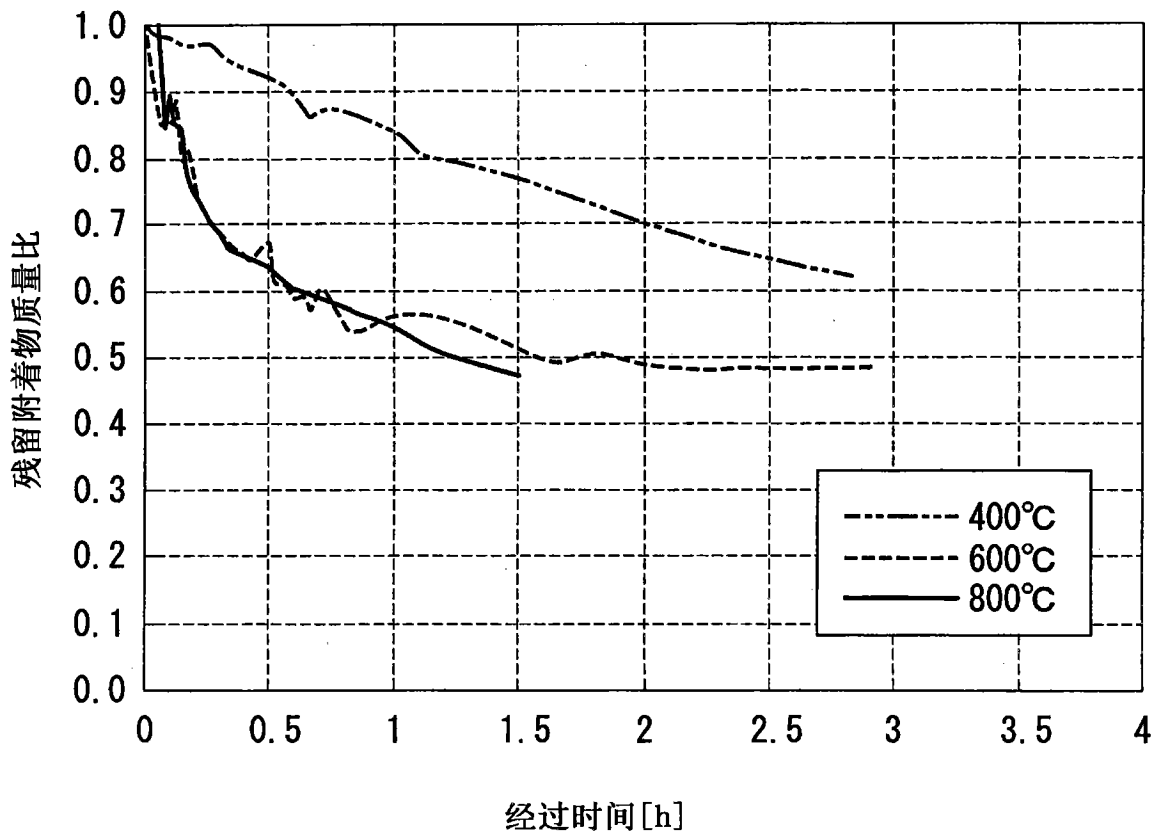


图 3

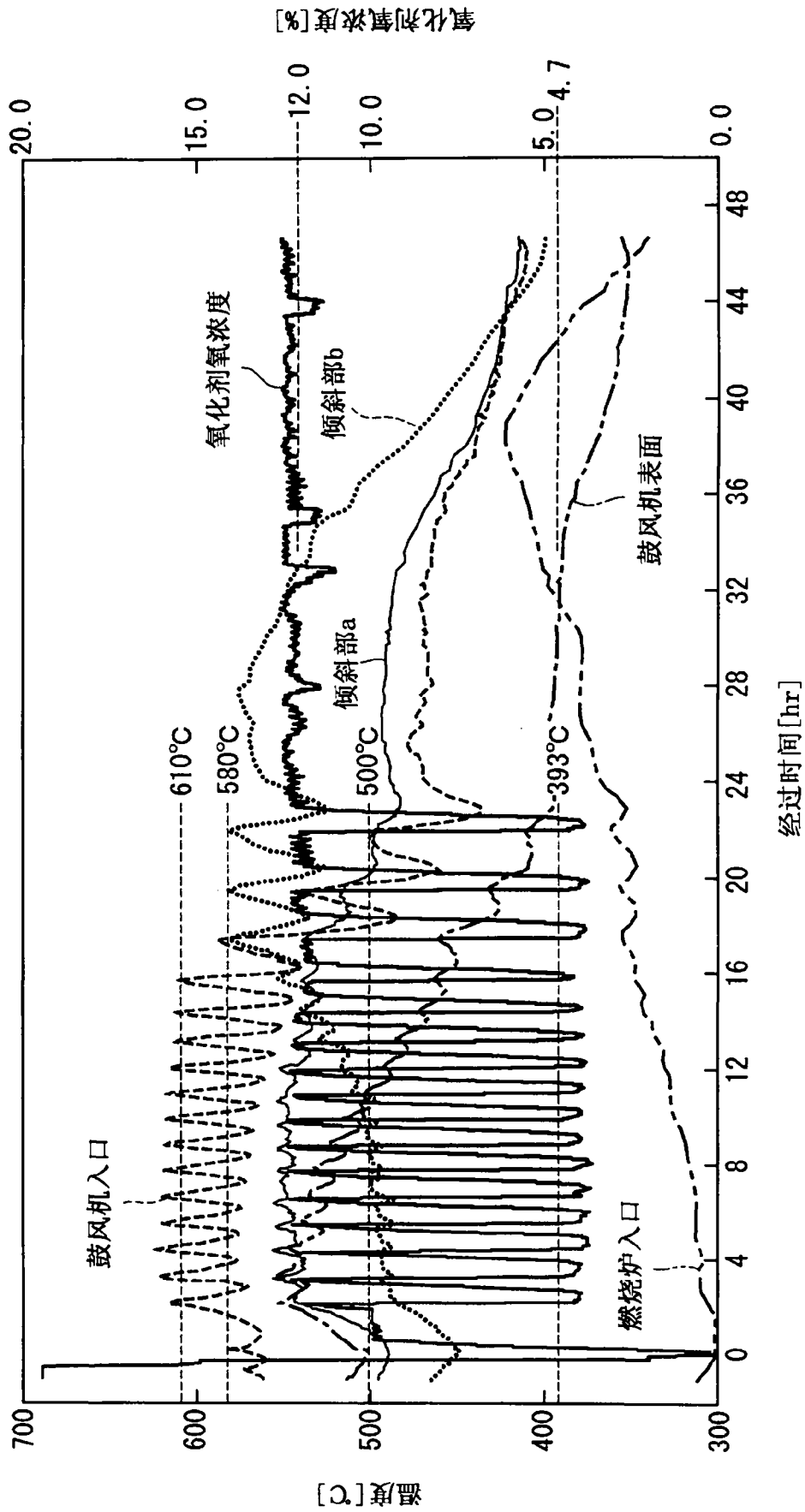


图 4

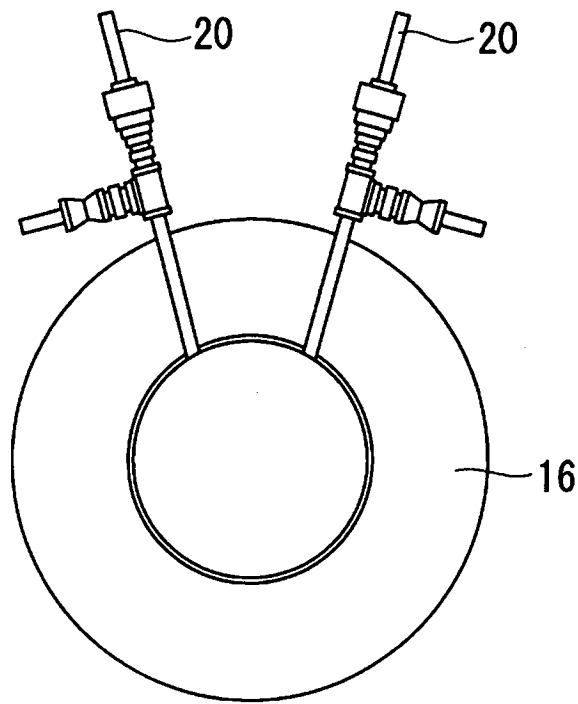


图 5