



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104321414 B

(45)授权公告日 2017. 10. 20

(21)申请号 201280073156.1

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22)申请日 2012.04.03

代理人 张雅莉

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104321414 A

(51)Int.Cl.
C10J 3/84(2006.01)

(43)申请公布日 2015.01.28

审查员 冷三华

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.11.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/000184 2012.04.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/151522 EN 2013.10.10

(73)专利权人 锋线生物能源有限责任公司
地址 美国艾奥瓦州

(72)发明人 T.J.帕斯卡克 J.斯门克

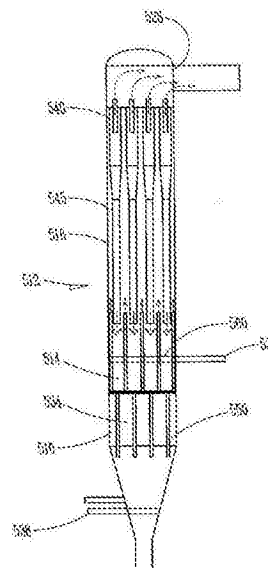
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

用于含碳物质气化中焦油降低的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及用于从含碳物质的气化生产基本上无焦油的产物气体的方法和组件。该组件优选包括第一阶段气化器,以生产负载炭灰和焦油的产物气体;和第二阶段气化器,其具有炭灰加热区域、至少一个旋风分离器和至少一个竖管,用于允许炭灰选择性的传递至炭灰加热区域。利用炭灰氧化的炭灰加热区域是优选的,并且这产生转化焦油所需的热、额外的产物气体收率以及有利于立管中焦油转化的氧化的、活化的碳表面,从而降低了实现期望的焦油转化所需的温度。可选地,外部热被供给至加热区域。



1. 用于通过含碳物质气化生产基本上不含焦油的产物气体的方法,其中所述方法包括:在第一气化阶段生产负载炭灰和焦油的产物气体,并将所述负载炭灰和焦油的产物气体从第一气化阶段传输至第二气化阶段,所述第二气化阶段包括:采用旋风分离器从产生于第二气化阶段的产物气体基本分离出炭灰;使用竖管将炭灰返回到炭灰加热区域,使炭灰部分氧化;通过重新组合来自所述第二气化阶段的至少一部分所分离的经氧化的炭灰与来自第一气化阶段的负载焦油的产物气体和炭灰,将来自第二气化阶段的所述经氧化炭灰再循环到焦油转化区;提供足够时间、温度和炭灰浓度,以使焦油转化反应发生。

2. 权利要求1所述的方法,其中所述炭灰的部分氧化产生热和额外的产物气体,并活化所述炭灰的至少部分表面,以增强其将焦油转化为包括选自下列中的至少一种的较少问题的焦油的催化活性:低分子量焦油、脱氧焦油和氢化焦油,从而降低选自下述的至少一种效应:聚集、焦炭形成、结垢、堵塞、焦油冷凝和焦油聚合。

3. 权利要求1所述的方法,其中供应热以加热所述炭灰的手段包括选自下列的至少一种:电、电磁辐射、所述加热区域内部燃料的燃烧、所述加热区域外部燃料的燃烧和热流体。

4. 组件,所述组件用于从含碳物质的气化生产基本上不含焦油的产物气体,其中所述组件包括:第一阶段气化器,用于生产负载炭灰和焦油的产物气体;用于将所述负载炭灰和焦油的产物气体从第一阶段气化器输送到第二阶段气化器的管,第二气化阶段包括:旋风分离器,所述旋风分离器用于在第二阶段气化器的出口使炭灰从产生自第二气化阶段的产物气体分离;用于将所述炭灰输送至一区域的竖管,该区域用于加热所述来自第二气化阶段的炭灰,以便产生额外的的气体产物并至少活化部分炭灰;另一区域,该区域用于重新组合所述炭灰与来自第一气化阶段的负载焦油的合成气和炭灰,并且该区域提供足够时间、温度和炭灰浓度,以使焦油转化反应发生。

5. 权利要求4所述的组件,其中加热炭灰部分氧化和气化所述炭灰,产生额外的产物气体。

6. 权利要求5所述的组件,其进一步包括用于从所述第二阶段气化器接受所述产物气体和炭灰的至少一个旋风分离器;以及至少一个竖管,其中各所述旋风分离器将至少一些所述炭灰与所述产物气体分离并且所述至少一个竖管将所述炭灰返回到炭灰氧化区域。

7. 权利要求4所述的组件,其中所述第一阶段气化器还包括床介质并且所述第二阶段气化器包括至少一个床介质竖管,用于使与第一阶段气化器负载焦油的气体和炭灰产物一起夹带的床介质返回到所述第一阶段气化器。

8. 权利要求4所述的组件,其中所述第一阶段气化器和所述第二阶段气化器存在于单一容器中,用于缩短在低炭灰/气体产物比例环境中存在的产物气体的停留时间,从而降低较不耐火焦油熟化成较耐火焦油的程度。

9. 权利要求4所述的组件,其中所述第一阶段气化器还包括床介质,并且所述第二阶段气化器包括:至少一个床介质竖管,用于使夹带的床介质返回到所述第一阶段气化器;至少一个产物气体转移管,用于允许产物气体绕行炭灰加热区域,和对所述产物气体开放的出口。

10. 权利要求4所述的组件,其中炭灰加热区域还包括导管,用于注入含氧气流进行至少部分所述炭灰的部分氧化,以增强其将焦油转化为选自下述中的至少一种的催化活性:低分子量焦油、脱氧焦油和氢化焦油,从而降低选自下述的至少一种效应:聚集、焦炭形成、

结垢、堵塞、焦油冷凝和焦油聚合。

11. 权利要求4所述的组件,其中第一阶段气化器是流化床反应器,第二阶段气化器包括炭灰加热区域和焦油转化区,并且位于所述第二气化阶段内的炭灰加热区域能以溢流鼓泡流化床、快速流化床或夹带流方式操作,所述组件以单一容器存在。

用于含碳物质气化中焦油降低的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明一般涉及用于将含碳物质诸如生物质、废弃物、煤、有机材料等转化成产物气体的方法和装置的领域,所述产物气体是炉煤气或者合成气之一,所述炉煤气通常得自吹空气气化,所述合成气通常得自间接气化或者吹氧气气化,所述产物气体基本上不含焦油或焦油形成化合物,并且其中增加了碳转化和产物气体收率。

[0002] 背景

[0003] 当在气化过程期间加热含碳物质时,不同分子量的气态物质作为产物气体释放。数十年来,通过可再生资源的气化来生产产物气体已经成为研究者的焦点。对于该目的,含碳物质包括但不限于生物质、废物、煤等。

[0004] 如本文所用的产物气体是氢气(H₂)、一氧化碳(CO)和其它可燃和不可燃气体的混合物,然而氢气和一氧化碳浓度被最大化,并且可以被认为是燃料气体,其中其通常直接作为燃料燃烧以产生热和/或电能,或者可被认为是用于多种用途诸如液体燃料、化学品或其它材料的合成的中间体。

[0005] 产物气体中分子量大于苯(MW=78)的含碳物质通常分类为焦油。作为最初产生的,这焦油是反应性的或有问题的,这是由于它们中的包括但不限于下述的化学官能团:任意组合的羟基、醛、酮、羧酸、链烯、炔、杂环结构,这可使它们聚合并由此引起堵塞,形成焦炭或其它固体沉淀,造成设备终止运转,或具有其它有害作用。这些反应性或有问题的焦油在产物气体中的存在已经困扰着大多数气化项目并且已经成为气化的致命伤。

[0006] 含碳物质转化成产物气体的资本需求是大量的,并且可利用的方法和设备在生产效率和易操作性与维护方面仍有许多不尽如人意的地方。尽管气化方法已经实行了几十年,并且已经发明了许多许多的气化器设计,但是不存在这样的气化器,所述气化器能以商业规模产生不含焦油的产物气体,这对于将含碳物质经济上引人注目地转化成液体燃料、电能或化学品是合适的。

[0007] 需要的是这样的方法和装置,所述方法和装置在很大程度上进行焦油转化,将增加产物气体产生,并将增加碳转化,并可在将防止炭灰颗粒融化、渣化、熔结或聚集的条件下如此进行,并且可以以经济上可行的规模和成本建设。如本文所用,“焦油转化”或“焦油的转化”是指焦油物质内化学官能团的去除、修饰或转化,包括但不限于:脱氧、氢化、重整、裂化、解聚或其它化学反应,这产生问题性较少的焦油物质和/或较低分子量物质,包括诸如H₂和/或CO的气体。

[0008] 如本领域已知,Ziad Abu El-Rub,Biomass Char as an In-situ Catalyst for Tar Removal in Gasification Systems, PhD thesis dissertation, Twente University, Enschede, The Netherlands, March 2008, 炭灰(也称为生物炭、炭、飞灰或简单地灰)可被用作转化含碳物质气化中产生的焦油的催化剂。期望的是部分氧化炭灰中残留的碳,同时避免氧化产物气体中的氢或其它有价值的组分而在产物气体中产生另外的CO,产生足够的热以支持/允许吸热性焦油转化反应,增强或提高用于焦油转化反应的炭灰的催化活性,以及最大化碳转化同时那个允许较小的反应体积或降低的反应器温度,这均

导致较低的成本和更强大的操作。

发明内容

[0009] 本发明的第一目的是增加产物气体收率；

[0010] 本发明的第二目的是增加炭灰表面的活化以便增加其催化活性；

[0011] 本发明的第三目的是“停留(拦截, hold up)”炭灰以增加过程中炭灰与产物气体的比例并且增加产物气体和炭灰接触；

[0012] 本发明的第四目的是提供焦油转化所需的热而不引发或需要产物气体的氧化；

[0013] 第五目的是在有利于该反应的条件并且导致产物气体收率增加的条件转化焦油；

[0014] 本发明的第六目的是通过提供过量的炭灰和炭灰部分氧化的多个机会, 增加碳转化但同时控制碳部分氧化期间的温度；和

[0015] 本发明的第七目的是利用包括空气、富氧空气(空气和氧的混合物)或纯氧在内的多个氧气源中的任何一种与不同量的蒸汽、二氧化碳或其它气体作为反应组分和/或压载。

[0016] 本发明的第八目的是在负载焦油的产物气体在低炭灰浓度的环境中初始产生后减少其停留时间以防止焦油的反应, 其能形成较高分子量的耐火焦油。

[0017] 本发明包括用于转化焦油和增加产物气体生产效率的方法。本发明提供为了进行焦油转化反应, 从产物气体分离然后停留(拦截)炭灰的手段。本发明还提供通过部分氧化淘析的炭灰以增加所产生的CO量同时防止来自产物气体的氢气或其它期望气体的燃烧, 从而增加产物气体收率的手段。

[0018] 存在生产产物气体的许多其他方法, 并且气化器发明几乎和所建设的气化器数量那么多。气化器可通常通过热如何应用于该过程进行分类——直接或间接。直接气化器的实例包括固定床、流化床或夹带流(entrained flow)。间接气化器的实例包括等离子体或间接式(allothermal)。

[0019] 间接式体系依赖于炭灰在与气化反应发生之处分开的反应器中燃烧, 以便产生热。该热然后经由某些传热介质(通常为颗粒状固体诸如砂或颗粒状催化剂材料)循环回到气化器, 并且炭灰和来自炭灰燃烧的烟道气被从燃烧反应器中去除。通过利用间接式反应且不允许炭灰以任何大程度接触产物气体, 这些方法不能利用炭灰的催化作用以及作为结果的产物气体生产增加。等离子体系统依赖于电形成等离子体电弧——其提供使气体挥发所需的能量——并且使气态混合物升高至将所有气体还原至低分子量的温度。尽管许多等离子体气化器能产生具有低焦油含量的产物气体, 但是它们经历非常低的热力学效率, 难于扩大规模, 并且通常非常昂贵。

[0020] 直接气化器也不能在没有相应地破坏产物气体或产生会导致先前描述的灰熔化问题的高温区域的情况下利用炭灰的催化作用, 除非, 如本发明说明书中所提供的, 提供将炭灰与合成气分开的区域, 其中炭灰的部分氧化能在不同时燃烧产物气体的情况下发生。

[0021] 在直接气化器中处理焦油的方法通常利用热转化焦油的高温和/或去除焦油的洗涤器/吸收器/冷凝器等。高温可造成灰组分的熔化或软化并且这可造成渣化和/或聚集, 这转而要求维护和/或去除聚集体的特定处理以便保持反应器生产产物气体的能力。

[0022] 例如, 倒风气化器采用高温和炭灰停留以利用炭灰的催化作用来减少焦油。倒风

气化器由于该作用作为低焦油产生的气化器为本领域技术人员所知。然而,这些固定床气化器的问题是它们不能扩大规模至非常大的尺寸或大生产量的装置,因为炭灰的固定床可形成能够引起炭灰床绕行、炭灰流动停止或其它问题的优先流动模式(被称为沟道效应或钻鼠洞)。

[0023] 采用基于液体的从产物气体洗涤焦油的气化器系统经历热力学效率损失,可产生废水流,可以有害化合物污染设备,并且需要额外的、昂贵的且能量密集型装置操作以达到低焦油浓度。

[0024] 本发明的方法解决了其它方法的缺点。本发明包括将气化的第一阶段与焦油转化和炭灰加热的第二阶段分开。炭灰颗粒从气化的第一阶段淘析。这些颗粒最优选地被细分并且处于能使它们从第一阶段移动至第二阶段的尺寸范围。通过避免较大颗粒的炭灰,提高了炭灰的催化作用,这是因为降低了扩散作用——这预期为较大颗粒所具有并且通常对反应速度具有限制。该方法任选地利用外部或内部热源来提供转化焦油所需的热。如本文所用,“外部”热源是指除了在炭灰或产物气体中可利用的化学能量之外的能量来源,包括但不限于电、电磁辐射、炭灰加热区域边缘内部或外部燃料的燃烧、热流体等等。提供内部热源的一个具体方法是部分氧化加热区域中的炭灰,所述加热区域在该方法中为炭灰富集、产物气体贫瘠的区域。这种控制的炭灰氧化提供了焦油转化所需的热,同时增加了CO产生并防止来自产物气体的氢气或其他期望组分的燃烧,由此导致产物气体收率增加。在该具体方法中,建立分开的炭灰富集区域是必要的,因为否则的话产物气体将倾向于首先并且较大程度地氧化,这是由于与炭灰中固体碳燃烧相比气体燃烧所具有较快的动力学。

[0025] 本发明包括但不限于两个气化阶段,将第一阶段负载焦油并且负载炭灰的气化产物气体传递至第二气化阶段,其中在第二气化阶段提供给焦油足够的空间、与炭灰接触、由于炭灰停留而发生的产物气体中炭灰转化的时间和温度、和所得的可能较高的炭灰/产物气体比例。第二气化阶段可包括一个或多个区域:一个或多个焦油转化区域,其中高炭灰/产物气体比例用于转化焦油,和任选地一个或多个炭灰加热区域,其中炭灰经历经由内部或外部热源的加热。

[0026] 在利用炭灰加热区域(一个或多个)的方法的实施方式中,炭灰氧化可被用作内部热源。在这种情况下,在炭灰加热区域部分氧化炭灰,这产生热并且活性炭灰颗粒表面上的碳。氧化的碳表面预期具有显著大于还原状态下碳表面所预期的焦油转化活性,尤其对于转化最成问题的耐火焦油,诸如多芳族烃,包括萘、蒽、晕苯等等。碳表面作为所吸附的氧的位点并且因此可充当氧转移催化剂,其也可增加焦油转化相对于CO或H₂气相氧化的选择性,这是由于重质焦油的固相吸附特性相比轻质气体是优选的。这种氧吸附作用也可显著降低焦油转化区域中所需的温度以实现期望的焦油转化。

[0027] 热的、活化的炭灰和包含焦油的产物气体在焦油转化区域(一个或多个)中接触,其允许焦油转化发生在炭灰的表面上。无焦油的产物气体通过旋风分离器与炭灰分离,其中大部分炭灰被传递回到炭灰氧化区域,并且产物气体离开反应器。

[0028] 在利用在炭灰加热区域中炭灰氧化的方法中,炭灰加热区域中的温度保持在将导致灰熔化或渣化的温度阈值之下。焦油转化区域(一个或多个)中的炭灰循环率应当被最大化。焦油转化区域(一个或多个)中较高的炭灰/气体比例降低了实现有利的焦油转化率所需的温度。最大化炭灰循环率增加了炭灰氧化区域中炭灰与氧的比例,从而增加了CO相对

于炭灰氧化区域中产生的二氧化碳的收率。另外,最大化炭灰循环率增加了整个炭灰加热区域中质量速率,其增加了炭灰与进来的产物气体的比例并且因而降低了达到焦油转化区域中的期望温度所需的炭灰加热区域温度。

[0029] 该方法可通过几种可选装置组件实现。最简单地,第一实施方式包括与第一阶段气化器分开的第二反应器,仅具有焦油转化区域。来自分开的第一阶段气化器的产物气体和产物气体中悬浮的炭灰进入炭灰加热区域和第二反应器中的焦油转化区域的底部;炭灰在离开第二反应器后在单个或一系列旋风分离器中与产物气体分开;炭灰返回到焦油转化区域并且产物气体离开反应器。

[0030] 另一实施方式包括与第一阶段气化器分开的第二反应器,所述第二反应器具有炭灰加热区域和焦油转化区域。来自分开的第一阶段气化器的产物气体和产物气体中悬浮的炭灰进入第二反应器中焦油转化区域的底部;炭灰在离开第二反应器后在单个或一系列的旋风分离器中与产物气体分开;炭灰通过至少一个竖管返回到炭灰加热区域,用于通过外部热源加热至期望的出口温度。这提供了驱动焦油转化区域中的吸热式焦油转化反应的热。

[0031] 另一实施方式包括与第一阶段气化器分开的第二反应器,具有炭灰加热区域和焦油转化区域。来自分开的气化器的产物气体和产物气体中悬浮的炭灰进入第二反应器中焦油转化区域的底部;炭灰在离开第二反应器后在单个或一系列的旋风分离器中与产物气体分开;炭灰通过至少一个竖管返回到炭灰加热区域,此处引入了氧化剂,并且炭灰被部分氧化至目标出口温度,而在气体中没有氧气离开炭灰氧化区域。这提供了热以驱动焦油转化区域中的吸热式焦油转化反应。部分氧化留下炭灰表面处于活化状态并且因此提高了用于焦油转化的催化活性。

[0032] 另一布置采用了分开的竖管,其中下部传递炭灰至炭灰加热区域。上部以层流方式运行,并且大部分夹带于炭灰固体的产物气体因此返回到焦油转化区域,所以较少夹带的产物气体被传递至炭灰加热区域。炭灰加热区域能以溢流鼓泡流化床、快速流化床或夹带流方式操作。

[0033] 仍又一实施方式利用了一系列旋风分离器。第一旋风分离器或第一系列的旋风分离器通过位于反应器内部的竖管或一系列竖管使炭灰循环回到焦油转化区域,并且第二旋风分离器——其可以在反应器内部或外部——使炭灰循环回到炭灰加热区域。该布置优先将低碳含量的炭灰传递至炭灰加热区域并且可导致提高的总碳转化。

[0034] 在另一实施方式中,单容器容纳气化的两个阶段(两个反应器)。该布置将第一阶段气化器布置在炭灰加热区域的下方。炭灰加热区域包括其中的溢流竖管,用于使任何夹带的床介质(通常但不限于砂、石灰石、白云石、橄榄石、氧化铝、碳化硅或其他颗粒固体)返回到第一阶段气化器。来自第一阶段气化器的产物气体及焦油和炭灰经由将它们传递至焦油转化区域的产物气体转移管绕行炭灰加热区域。在焦油转化区域的顶部,存在内部旋风分离器和竖管(炭灰竖管),用于将炭灰传递回到炭灰加热区域,其以溢流鼓泡流化床方式操作。炭灰在炭灰竖管出口与炭灰夹带的产物气体分开,这允许夹带的产物气体沿焦油转化区域向上行进返回到旋风分离器入口,并且允许炭灰返回到氧化区域。炭灰氧化区域可以鼓泡、湍流或快速流化、或夹带流方式操作。来自第一阶段气化器的产物气体与来自炭灰加热区域的产物气体掺合;炭灰加热区域当运行以引起炭灰部分氧化时提供焦油转化区域

内发生的焦油转化反应所必需的热和活化的炭灰催化剂。该实施方式提供比前述实施方式更宽范围的可扩展性,并且能修改以增加容器直径而未对良好流分布产生损害。第一反应器中提供的较小较短的自由空间或较小的体积可用在该实施方式或其它实施方式中,这进而允许更多的容器体积用(applied或者utilized)于转化。这可降低容器制造成本,而且可以给在低炭灰/产物气体比例环境中存在的产物气体提供更少的停留时间,这可降低较不耐火焦油熟化成较耐火焦油的程度。

[0035] 还存在其它改进和实施方式。例如但不是为了限制,下列改进和实施方式可被认为在本发明的范围内:可使用锻造部分,以调节直径,实现该方法流化床、立管、竖管或其他部分中期望的停留时间和固体停留。换热器可被加入以从下列去除热或传热至下列:焦油转化区域、竖管、炭灰加热区域、或系统的其他部分,其可具有用于启动、关闭的应用、或用于提高选择性、转化率或保护构造的冶金学或材料的操作条件。容器壳或内部构件的构造材料的变化和耐火设计的变化也是可能的,并且可包括提高或降低热传递,减少侵蚀、腐蚀的改善,或提供其他容器外壳保护或内部结构保护。可以采用将吸收剂、矿物或其他催化剂加入到该方法中以提高焦油转化或实现该方法的稳定性或选择性。可以考虑将化学品(诸如但不限于硫)加入到原料,以便提高内部构件的冶金学寿命或增加炭灰的催化活性。充当过程污染物捕获物的液体、固体或气态吸收剂可用于解决重金属、有毒金属、卤化物或其他不期望物质的存在。最后,内部构件可被加入到立管部分或者反应器可被颠倒,从而焦油转化区域以向下流动模式操作,以便通过增加固体停留、湍流或通过减少气体/固体分离作用而增加气体/固体接触和/或流动分布。许多这些变化可以被使用,如在Wen-Chin Yang, Handbook of Fluidization and Fluid-Particle Systems, CRC Press, 2003和/或 Fluidization engineering, Chemical Engineering Series, Daizo Kunii, Octave Levenspiel, Edition 2, Publisher Butterworth-Heinemann, 1991, ISBN 0409902330, 9780409902334中所述。

[0036] 这些或其它考虑可以与本发明组合使用或者用作对本发明的加强。

[0037] 从下列描述中将容易理解本发明的其它目的、特征和优点。该描述参考了附图,所述附图被提供用于阐述优选的实施方式。然而这样的实施方式不代表本发明的全部范围。在所附的权利要求书中具体指出并且清楚地要求保护本发明人当作其发明的主题。

附图说明

[0038] 图1是现有技术气化组件;

[0039] 图2是本发明的实施方式,其包括焦油转化区域、外部旋风分离器和在与第一阶段气化器分开的反应器容器中的竖管;

[0040] 图3是本发明的实施方式,其包括焦油转化区域、外部旋风分离器和分开的竖管;

[0041] 图4是本发明的实施方式,其包括焦油转化区域、至少一个内部旋风分离器和相关的竖管(一个或多个)、以及外部旋风分离器和分开的反应器容器中相关的竖管;和

[0042] 图5是本发明的实施方式,其包括单容器,其中发生第一阶段气化和第二阶段焦油转化反应两者。

[0043] 发明详述

[0044] 现有技术气化组件可包括一种或多种气化方法。作为实例,图1显示一种装置,其

包括容器1012,所述容器1012包括炭灰1020被部分氧化的炭灰氧化区域1014和具有出口1028的焦油转化区域1016。所述出口1028被流体连接至旋风分离器1022,所述旋风分离器1022用于将颗粒与气体分离,其气体然后被收集。分离的颗粒物然后被丢弃或者可以送至炭灰氧化区域下方的床。这种性质的气化器被公开和描述在如下列这样的文本中: Handbook of Biomass Gasification, edited by H.A.M.Knoef, BTG Biomass Technology Group, Krukkerij Giethoorn ten Brink, Meppel, the Netherlands, 2005, ISBN 90-810068-1-9; Combustion and Gasification in Fluidized Beds, Prabir Basu, CRC Press, 2006, ISBN 0-8493-3396-2; 和 Biorenewable Resources Engineering new Products from Agriculture, Robert Brown, Iowa State Press, 2003, ISBN 0-8138-2263-7。

[0045] 本发明包括气化含碳物质的方法,其包括两个气化阶段。来自第一阶段的产物气体和炭灰被传递至第二阶段,在那里其与离开炭灰氧化区域或炭灰加热区域的热炭灰流混合,所述炭灰氧化区域提供热和具有活化碳表面的炭灰,所述炭灰加热区域提供热。这增加了充分焦油转化所需的催化作用,减少了CO和H₂的氧化——导致增加的产物气体收率,并且降低了期望焦油转化所需的温度。该方法还可包括任何前述加强。

[0046] 各种装置组件可以被利用。图2中显示的这种组件的第一实施方式包括第一阶段气化器容器210和分开的容器212,其中所述分开的容器212进一步包括炭灰氧化区域214,其中炭灰220用氧化剂238(诸如但不限于空气、富氧(空气和氧气混合物)、或任何含氧气的气体)部分氧化;和立管,其包括具有出口228的焦油转化区域216。所述出口228被流体连接至旋风分离器22,所述旋风分离器22进而流体连接至竖管218,所述竖管218具有第一端218a和第二端218b。第二端218b与分开的容器212的炭灰氧化区域214流体连通。来自第一阶段气化器容器210的负载炭灰和焦油的产物气体234进入炭灰氧化区域214上方分开的容器212。炭灰220在炭灰氧化区域214中被部分氧化,然后接触引入的负载炭灰和焦油的产物气体234。两者沿分开的容器212向上前进至出口228至旋风分离器222,在那里负载炭灰、无焦油的产物气体238离开,而分离的炭灰220通过竖管218返回到炭灰氧化区域214。当负载炭灰和焦油的产物气体234和部分氧化的炭灰220存在于焦油转化区域216时,焦油通过炭灰220的催化作用转化成低分子量的产物气体产品。所述条件使得选择了焦油转化反应而不是CO或H₂的气相氧化,由此导致较高收率的无焦油的产物气体238。

[0047] 图3中显示的第二实施方式包括第一阶段气化器容器310、分开的容器312、炭灰氧化区域314、具有出口328的焦油转化区域316,所述出口328连接至旋风分离器322,所述旋风分离器322进而流体连接至竖管318。这里,竖管318被分开以包括上腿330和下腿332。上腿330以如上腿330上方的竖管318的剩余部分一样层流操作,但是下腿332以蠕动(stick-slip)或填充床流动方式操作。分开的竖管的作用318是降低传递至炭灰加热区域314的夹带产物气体的量,这是因为大部分沿竖管318向下走的夹带产物气体将移动通过上腿330并绕行炭灰加热区域314并且代替地在焦油转化区域316中传递至分开的容器312,并且在其中炭灰被部分氧化的另一实施方式中,避免了与炭灰加热区域314中的氧化剂338接触。

[0048] 图4中的第三实施方式包括气化器容器410、分开的容器412、炭灰加热区域414、立管——包括具有出口428的焦油转化区域416——和第一阶段旋风分离器或多个第一阶段旋风分离器440。所述出口428和分开的容器412外部的第二阶段旋风分离器430与竖管418

流体相关。竖管418使炭灰20返回到炭灰加热区域414。负载炭灰、无焦油的产物气体436被允许在出口428从焦油转化区域416离开。所述第一阶段旋风分离器或多个第一阶段旋风分离器440每个都包括经由炭灰竖管445的固体出口、和流体连接至出口428的气体出口。各所述竖管445包括出口445a,所述出口445a为大部分炭灰20与也沿竖管445向下流动的任何夹带的负载炭灰、无焦油的产物气体436分开提供足够的空间,从而夹带的负载炭灰、无焦油的产物气体36被允许沿焦油转化区域416向上返回并且一些炭灰20可混合到炭灰加热区域414。竖管445使炭灰20循环返回到焦油转化区域416的下部但在炭灰加热区域414上方。第二阶段旋风分离器430有助于提供提高的炭灰20捕获效率。由于第二阶段旋风分离器430中较低的固体负载,第二阶段竖管418中夹带的负载炭灰、无焦油的产物气体436的量被减少,从而该竖管可以填充床或蠕动方式操作,降低了进入炭灰加热区域414的产物气体436的量。负载炭灰、无焦油的产物气体436在产物气体出口424离开系统。

[0049] 图5中的第四实施方式包括单个容器512,所述单个容器512具有第一阶段气化器510、炭灰加热区域514——其中炭灰用氧化剂538部分氧化——和焦油转化区域516——其中发生焦油转化反应。该实施方式通过放置两种分开类型的竖管而实现,两种分开类型的竖管为炭灰20返回到加热区域,来自第一阶段气化器510的产物气体34转移通过然后绕行炭灰加热区域514以及夹带的床介质返回到第一阶段气化器510的致密相提供手段。具体地,容器512进一步包括一个或一系列旋风分离器540。各所述旋风分离器包括负载炭灰、无焦油的产物气体36出口,其流体连接至容器气体出口528和竖管(一个或多个)545,以允许炭灰20传输到炭灰氧化区域514。在竖管(一个或多个)545的出口,夹带的产物气体36被允许与炭灰20分开,而通过焦油转化区域516上升返回。来自竖管(一个或多个)545的炭灰20与炭灰氧化区域514中的炭灰20混合。容器512还包括至少一个或多个床介质竖管550,用于使任何夹带的床介质返回到第一阶段气化器510。容器进一步包括至少一个或多个产物气体转移管560,用于允许负载炭灰和焦油的产物气体34从第一阶段气化器510直接传递到焦油转化区域516,绕行炭灰氧化区域514。

[0050] 因此,本发明已经以例证的方式进行描述。要理解的是已经使用的术语意欲为描述性词语的性质而不是限制性的。鉴于上述教导,本发明的许多改进和变化是可能的。因此,在所附权利要求的范围内,本发明可以以具体描述之外的方式实施。

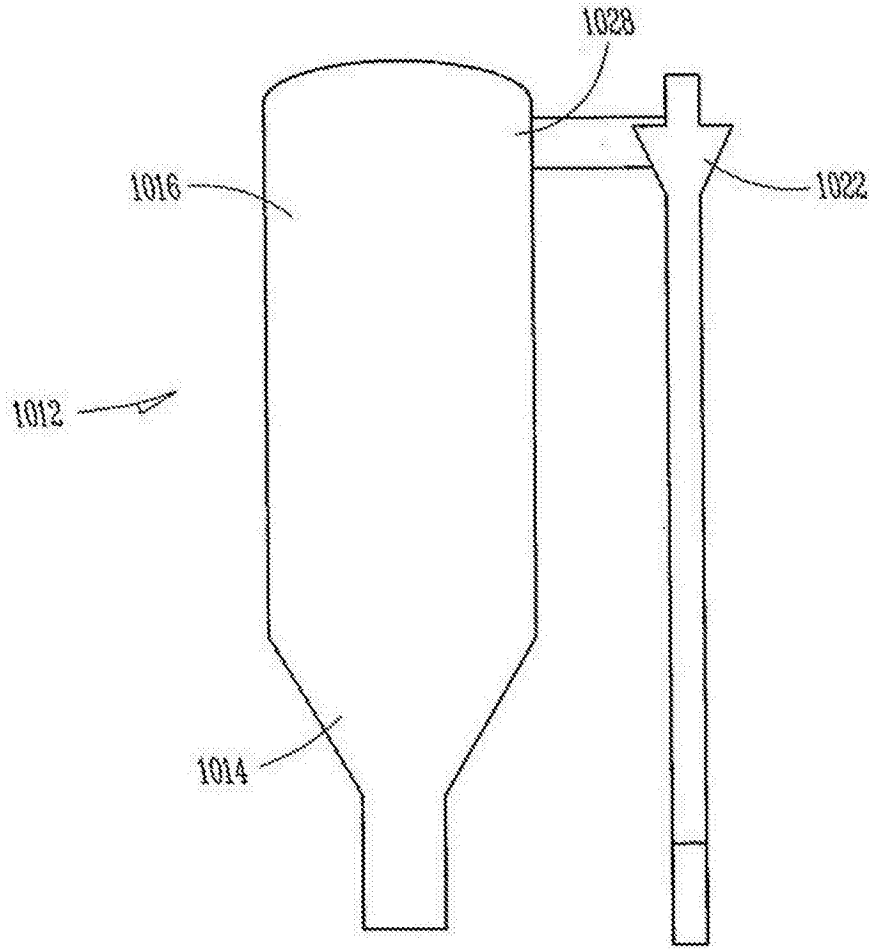


图1现有技术

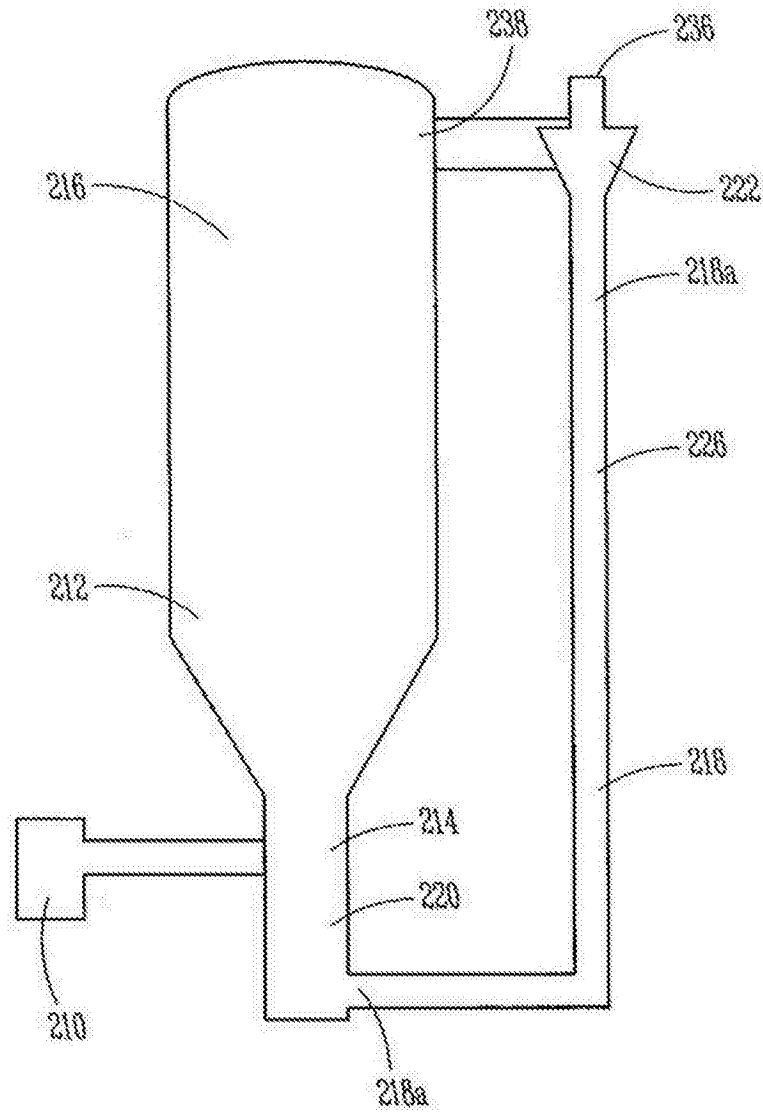


图2

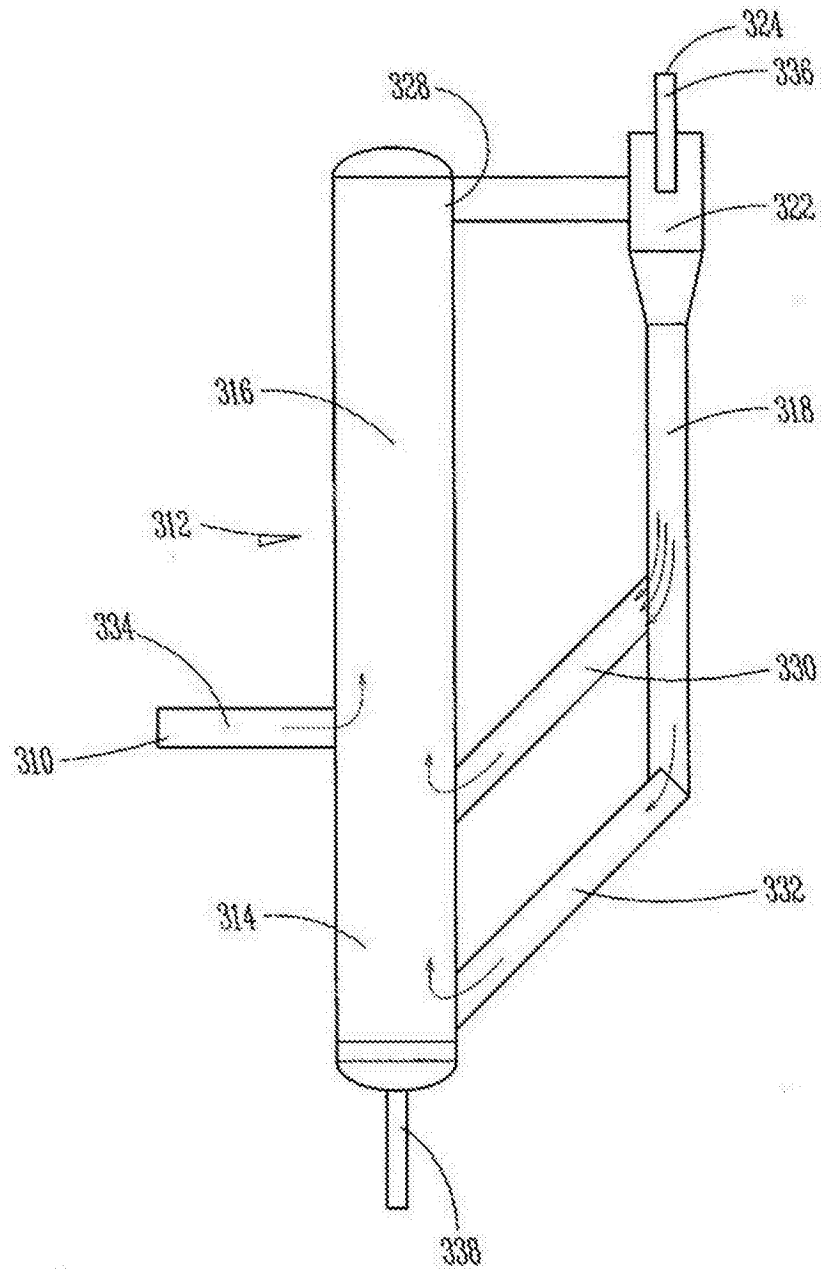


图3

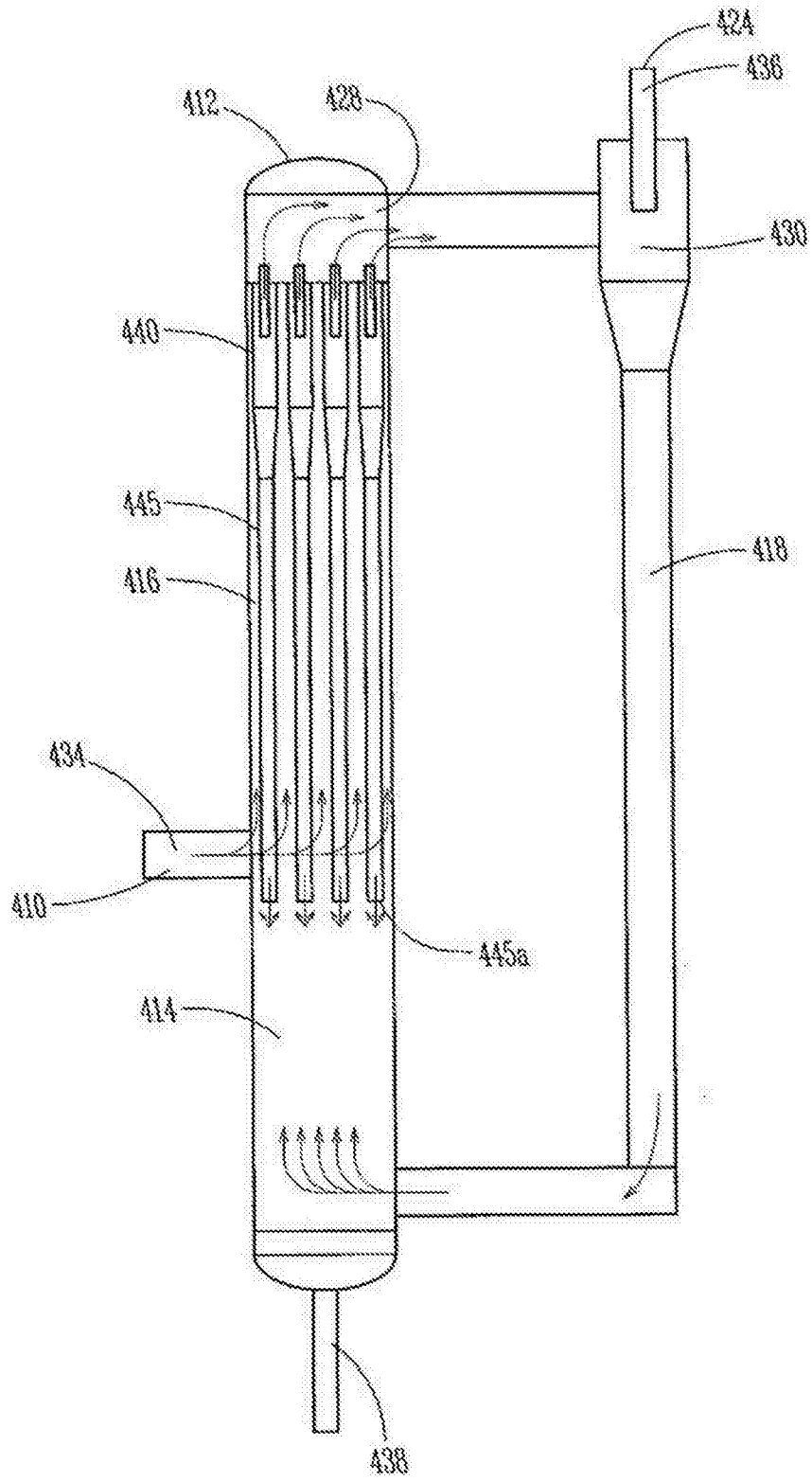


图4

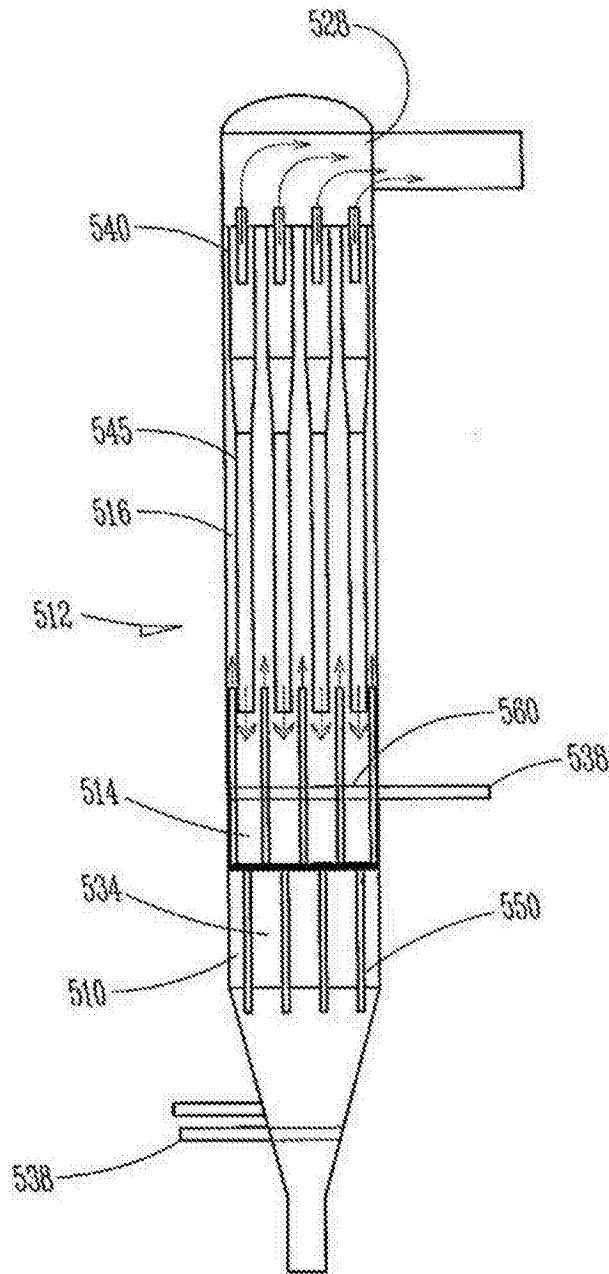


图5