



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103201375 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201180049807. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 14

C12M 1/40(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/393, 740 2010. 10. 15 US

(56) 对比文件

US 6346412 B1, 2002. 02. 12,

US 4806477 A, 1989. 02. 21,

WO 9830710 A1, 1998. 07. 16,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 15

审查员 纪圆圆

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/056342 2011. 10. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/051523 EN 2012. 04. 19

(73) 专利权人 安德里兹技术资产管理有限公司

地址 奥地利格拉茨

(72) 发明人 贝蒂尔·斯托姆博格

约翰·F·博尔斯 托马斯·斯考恩

彼得·姆拉兹

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限

公司 11225

代理人 黄威 王智

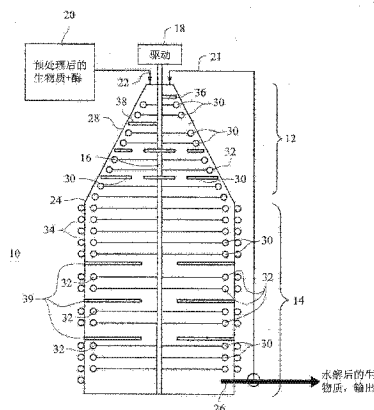
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

高固体酶反应器或混合器及方法

(57) 摘要

一种反应设备包括具有第一腔体部分和第二腔体部分的内部混合腔体以及在该内部混合腔体中并且与第一腔体部分的轴同轴的转动混合装置, 第一腔体部分的横截面积从该内部混合腔体的生物质入口到第二腔体部分逐渐扩展, 第二腔体部分从与第一腔体部分的相对端到该混合腔体的排出端具有基本一致的内部横截面积, 该生物质入口连接到该反应容器外部的预处理后的生物质的源。



1. 一种高固体酶反应器包括：

具有第一腔体部分和第二腔体部分的内部混合腔体以及在所述内部混合腔体中并且与所述第一腔体部分的轴同轴的转动混合装置，

所述第一腔体部分的横截面积从所述内部混合腔体的生物质入口到所述第二腔体部分逐渐扩展，

所述第二腔体部分从与所述第一腔体部分的相对端到所述混合腔体的排出端具有基本一致的内部横截面积，

所述生物质入口连接到所述反应容器外部的预处理后的生物质的源；

其中所述反应器是连续流动式容器，生物质连续流入该容器，穿过该容器并且流出该容器；所述第一腔体部分在所述容器中的不同高度具有多个区，这些区通过可调节的多个底部分隔开；

其中所述第一腔体部分是圆锥形的，并且所述第一腔体部分的横截面积线性增加；

其中所述第一腔体部分和所述第二腔体部分在单个反应容器中，并且所述第一腔体部分在所述第二腔体部分的上方；

其中所述转动混合装置包括从与所述轴同轴的转动轴径向向外延伸的臂；

其中所述转动混合装置包括在容器中的不同高度处径向延伸的臂或辐条；上圆锥形部分的较低部分处的臂长于大部分或所有更高处的臂；窄的顶部混合臂较短。

2. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述第二腔体部分是圆柱形的。

3. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述内部混合腔体具有至少 50 立方米的容积。

4. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述内部混合腔体具有 15 分钟至 8 小时的保持时间。

5. 根据权利要求 4 所述的高固体酶反应器，其中所述内部混合腔体具有 1 小时至 6 小时的保持时间。

6. 根据权利要求 5 所述的高固体酶反应器，其中所述内部混合腔体具有 2 小时至 4 小时的保持时间。

7. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述高固体酶反应器包括连接到酶或者其他纤维素降解有机体或生物催化剂的源的入口。

8. 根据权利要求 7 所述的高固体酶反应器，其中所述酶是纤维素酶或者嗜热细菌酶。

9. 根据权利要求 7 所述的高固体酶反应器，其中连接到所述酶的源的所述入口是接收所述生物质和所述酶作为混合物的生物质入口。

10. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述高固体酶反应器的轴是垂直的，并且所述生物质入口位于所述高固体酶反应器的上部，并且所述排出端位于所述高固体酶反应器的下部。

11. 根据权利要求 1 所述的高固体酶反应器，其中所述轴是垂直的，并且所述生物质入口位于所述高固体酶反应器的下部，并且所述排出端位于所述高固体酶反应器的上部。

12. 一种在高固体酶反应和混合设备中混合生物质与酶的方法，该方法包括以下步骤：

将所述生物质和酶送入所述设备的入口，其中所述入口与所述设备的第一内部混合腔

体的窄端对准；

当所述生物质和酶从所述窄端流到所述第一内部混合腔体的宽端时移动并混合所述生物质和酶，其中所述第一内部混合腔体的横截面沿着所述生物质和酶穿过所述第一内部混合腔体的移动方向扩展；

从所述第一内部混合腔体到第二内部混合腔体移动并进一步混合所述生物质和酶的混合物，所述第二内部混合腔体在该移动方向上具有基本一致的横截面积；以及

通过所述第二内部混合腔体的排出口将所述生物质和酶的混合物从所述设备排出；

其中所述反应和混合设备是连续流动式容器，生物质连续流入该容器，穿过该容器并且流出该容器；所述第一内部混合腔体在所述容器中的不同高度具有多个区，这些区以通过可调节的多个底部分隔开；

其中所述第一内部混合腔体是圆锥形的，并且其横截面积在所述生物质的移动方向上线性增加；

其中所述反应和混合设备包括从与所述反应和混合设备的轴同轴的转动轴径向向外延伸的臂；

其中所述反应和混合设备是垂直放置的，并且所述设备的入口位于所述设备的上部，并且所述排出口位于所述设备的下部；

其中所述反应和混合设备包括在容器中的不同高度处径向延伸的臂或辐条；上圆锥形部分的较低部分处的臂长于大部分或所有更高处的臂；窄的顶部混合臂较短。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中当所述生物质和酶混合物穿过所述第一内部混合腔体移动时，所述混合物的粘度至少减小送入所述设备的生物质的粘度的百分之五十。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其中当所述生物质和酶混合物穿过所述第一内部混合腔体移动时，所述混合物的粘度至少减小送入所述设备的生物质的粘度的百分之二十五。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第二内部混合腔体是圆柱形的。

16. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第一和第二内部混合腔体具有至少 50 立方米的组合容积。

17. 一种高固体酶促系统，包括：

第一圆锥形混合腔体，其具有从生物质入口到生物质出口扩展的横截面积；

第二反应腔体，其从所述第一圆锥形混合腔体的生物质出口接收生物质，所述第二反应腔体部分具有从所述第一腔体部分的出口到所述第二反应腔体的排出端基本一致的内部横截面积；

所述生物质入口连接到所述反应容器外部的预处理后的生物质的源，以及

在所述第一圆锥形混合腔体中并且与所述第一圆锥形混合腔体的轴同轴的转动混合装置；

其中所述酶促系统是连续流动式容器，生物质连续流入该容器，穿过该容器并且流出该容器；所述第一圆锥形混合腔体在所述容器中的不同高度具有多个区，这些区以通过可调节的多个底部分隔开；

其中所述第一圆锥形混合腔体和所述第二反应腔体在单个反应容器内，并且所述第一圆锥形混合腔体在所述第二反应腔体的上方；

其中所述转动混合装置包括从转动轴径向向外延伸的臂；上圆锥形部分的较低部分处的臂长于大部分或所有更高处的臂；窄的顶部混合臂较短。

18. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体在第一设备中，并且所述第二反应腔体在第二腔体中并且与所述第一圆锥形混合腔体流体联通。

19. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体具有线性增加的横截面积。

20. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第二反应腔体是圆柱形的。

21. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体和第二反应腔体具有至少 50 立方米的组合容积。

22. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体和第二反应腔体是连续流动腔体，具有 15 分钟至 8 小时的组合保持时间。

23. 根据权利要求 22 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体和第二反应腔体是连续流动腔体，具有 1 小时至 6 小时的组合保持时间。

24. 根据权利要求 23 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体和第二反应腔体是连续流动腔体，具有 2 小时至 4 小时的组合保持时间。

25. 根据权利要求 17 所述的酶促系统，其中所述第一圆锥形混合腔体包括连接到酶或者其他纤维素降解有机体或生物催化剂的源的入口。

26. 根据权利要求 25 所述的酶促系统，其中所述酶是纤维素酶或者嗜热细菌酶。

高固体酶反应器或混合器及方法

[0001] 本申请要求 2010 年 10 月 15 日提交的美国临时发明申请 61/393,740 号的优先权, 该申请的全部内容通过引用包含在本申请中。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及生物质 (biomass) 到单糖的酶促转化领域, 并且尤其涉及生物质与酶混合以促进水解。

背景技术

[0003] 生物质原料可以纯粹是木质纤维素材料或者木质纤维素材料和其他材料的混合物。多糖生物质通常是淀粉和木质纤维素材料的混合物。淀粉可以包含在谷物中或者是作为原料添加以形成该生物质的精制淀粉中。生物质原料还可以包括聚合物和其他材料。

[0004] 酶, 如纤维素, 与该生物质混合以促进水解。混合确保酶不断地并且重复地移动, 以与该生物质中的化学反应部位接触。除了酶以外, 或者代替酶, 可以将其他纤维素或降解有机体和生物催化剂, 如嗜热细菌或酵母, 添加到该生物质, 以促进水解或者生物质的其他降解。

[0005] 不同的原料和酶(或者其他降解材料)混合在一起以形成生物质混合物。该生物质混合物可以具有与高物质含量粉末类似的特征。也可以将液体添加到该生物质混合物以形成高液体浆料。添加液体以使生物质固体液化并且产生由特征显著不同的原料和液体形成的一致生物质乳剂。

[0006] 混合器、恒定搅拌反应器以及其他这种混合或搅拌装置可被用于混合以及使原料和酶液化以形成生物质混合物。这些装置传统上是垂直放置的圆柱形容器并且具有机械混合装置, 如具有径向臂和叶片的搅拌器。这些混合装置通常围绕垂直轴转动, 并且穿过生物质移动。生物质混合物所需的混合时间段依赖于用来形成该生物质的原料。

[0007] 木质纤维素生物质的酶促液化可能需要混合几个小时。该混合处理降低了生物质的粘度, 因为该生物质从通常的固体成分转化为液化浆料。为了酶促转化为单糖而预处理后的生物质通常从具有纤维或泥状粘稠度开始该混合处理。添加到该生物质的酶通常关于该生物质具有相对低的浓度。该生物质和酶混合物在进入包括一个或多个水解反应容器的混合和预处理反应系统时趋向于是高粘度的。

[0008] 由于进入水解反应容器的生物质的低粘度, 需要大的力量(扭矩)使混合装置转动并且恰当地将酶与生物质混合。混合腔体中的混合臂以及其他混合器部件的混合速度通常低于 300 转每分钟 (rpm)。所需的混合力量传统上限制了混合容器的尺寸。传统的混合装置趋向于是小直径的容器, 因为转动混合臂所需的扭矩随着臂的径向长度指数增加。由于生物质的低粘度, 臂的径向长度传统上是短的, 使得该臂能够穿过该生物质移动。类似地, 使混合臂转动的电动机具有最大功率极限, 该最大功率极限限制了混合臂的最大长度。由于该电动机和混合部件的机械强度的制约, 用于混合低粘度的预处理后的生物质的容器传统上是小的并且狭窄。

[0009] 此外,用于木质纤维素生物质的酶促液化的混合容器传统上以批处理模式操作,而不是以连续模式操作。批处理模式通常更适于若干个较小的混合容器供给较大下游容器的情况,如蒸炼器或其他反应容器。

[0010] 已经提出了液化材料的再循环以稀释输入的预处理后的生物质,从而降低粘度并且提高混合。再循环具有缺点,因为需要额外的混合容积以实现要求的在该容器中的保持时间。批处理增加了系统的容积,因此必须花时间填充和清空该容器。

[0011] 需要能够将高粘度的生物质与酶混合的大混合容器。这些容器优选是连续流动式容器,生物质连续流入该容器,穿过该容器并且流出该容器。大容器为混合生物质和酶提供高效、高流动能力。

发明内容

[0012] 一方面,本文公开一种用于混合(例如,液化)生物质的新颖的设备和方法。该设备和方法可被用于可具有 10%w/w (重量/重量)以上的干燥物质含量的包含生物质的多糖的液化和糖化。该设备和方法将酶促水解与混合处理相结合,该混合处理依赖于物理力量,如重力和离心力,以确保该生物质受到机械力量,如剪切力和撕裂力。

[0013] 本文公开的设备和方法可用于生物质的处理,如用于将生物质发酵为生物酒精,如乙醇或丁醇、形成生物气体、形成用于食品和饲料的特殊碳水化合物、形成碳水化合物原料以及将生物质处理为塑料和化学品。

[0014] 本文公开的混合和反应容器包括:具有第一腔体部分和第二腔体部分的内部混合腔体以及在该内部混合腔体中并且与该反应容器的轴线同轴的转动混合装置,第一腔体部分的横截面积从该内部混合腔体的生物质入口到第二腔体部分逐渐扩展,第二腔体部分从与第一腔体部分的相对端到该混合腔体的排出端具有基本一致的内部横截面积,该生物质入口连接到该反应容器外部的预处理后的生物质的源。

[0015] 本文公开一种在反应和混合容器中混合生物质与酶的方法,该方法包括以下步骤:将所述生物质和酶送入所述容器,其中所述入口与所述容器的第一内部混合腔体的窄端对准;当所述生物质和酶从所述窄端流到所述第一内部混合腔体部分的宽端时移动并混合所述生物质和酶,其中所述第一内部混合腔体的横截面沿着所述生物质和酶穿过所述腔体的移动方向扩展;从所述第一内部混合腔体到第二内部混合腔体移动并进一步混合生物质和酶的混合物,所述第二内部混合腔体在该移动方向上具有基本一致的横截面积;通过所述第二内部混合部分的排出口将所述生物质和酶的混合物从所述容器排出。该生物质和酶的混合物可以是酶,如纤维素、嗜热细菌或者其他纤维素降解有机体或生物催化剂。

[0016] 所述第一内部混合腔体可以在所述容器中的不同高度具有多个区。这些区可以通过该容器中的可选择的并且可调节的多个底部,如挡板或托盘,分隔开,以优化该生物质固体向浆料的逐步转化。这些中间底部优选地是水平的并且基本延伸到该容器的该平台所处的高度的整个截面。所述底部也可以相对于水平稍微倾斜。在所述中间底部中设置有可调节的开口,以改变穿过该底部并且从一个区到下一个区的流量。根据所讨论的干燥物质原料和混合浆料(其可以是酶混合物),在该容器中可以没有中间底部,使得生物质混合物的向下移动只依赖于重力和所导致的物质穿过该反应容器的塞流式(plugflow)向下流动。

[0017] 已经转化(液化)的浆料从该混合容器的低区(或底部)流出。一部分浆料流可以被

抽送或循环到该容器中的较高区,以调节该容器的高处的生物质原料的缓慢改变的粘度。

[0018] 当材料穿过该混合器流动时,圆锥形顶部可以提供近似恒定的扭矩。锥体的角度可以随着直径的增加而变化,因为在开始时粘度下降很快,然后慢下来。容器顶部还包括若干个堆叠的同心圆柱体,这些圆柱体的直径从上到下增加。

附图说明

[0019] 图 1 是以截面图示出垂直对准的生物质混合和水解反应容器的示意图。

[0020] 图 2 是示出图 1 中所示的反应容器中生物质的预期粘度作为该生物质在该容器中的保持时间的函数的曲线图。

[0021] 图 3 是以截面图示出圆锥形混合和水解容器连接到圆柱形混合和水解反应容器的示意图。

具体实施方式

[0022] 图 1 示意性示出具有圆锥形上部 12 和圆柱形下部 14 的反应和混合容器 10。这些部分 12、14 限定生物质在其中与酶混合并且水解的内部反应腔体。该内部反应腔体可以具有 50 立方米至 2500 立方米范围内的容积。根据反应和混合处理的具体应用,200 立方米至 1200 立方米或者 400 立方米至 800 立方米的较窄范围也是适当的。该反应腔体的容积可以充分大于传统上用于混合高粘度的生物质的批混合 / 反应容器的容积。

[0023] 该容器包括沿着该容器的垂直轴线延伸的转动轴 16。该轴由可安装到该容器的顶部或底部的电动机和变速箱驱动组件 18 驱动(转动)。该轴 16 可以是该容器的垂直轴线并且延伸到该容器的高度。该轴转动混合装置 28,例如,混合臂和桨,该混合装置 28 穿过该容器中的生物质移动,并且搅动该生物质。

[0024] 生物质和酶的源 20 可以连续地供给容器 10 的上入口 22。该生物质和酶可以作为混合物送入该容器,或者分开送入该容器。源 20 可以包括短保持时间的水平混合器,该生物质和酶在其中最初相互接触。如果需要,再循环的低粘度水解后的材料 21 被引入到源 20 或者该容器的上入口 22。

[0025] 入口 22 将该生物质送入圆锥形上部 12 的窄区域。该上部 12 的横截面积在上部 12 和下部 14 之间从该上窄区域到转折处 24 扩展。下部 14 的横截面积可以是沿着其整个高度一致的。该下部的底部邻近排出口 26,排出口 26 用于水解后的生物质连续流出到容器 10 的外部,进入其他处理单元,如蒸炼器、发酵器或者连续的酶促水解容器。该下部的底部可以是倾斜的,以从该下部的底部的整个横截面积提供均匀的排出。

[0026] 混合装置 28 (在图 1 中由转动臂 30 的树示意性示出)安装到轴 16,并且穿过生物质和酶转动,该生物质和酶穿过该容器的上部 12 和下部 14 向下移动。混合装置 28 可以包括在该容器中的不同高度处径向延伸的臂或辐条 30。该臂可以水平延伸,或者可以相对于水平倾斜。臂 30 可以被设置为从该轴延伸的辐条。该臂可以具有混合浆、叶片或者指状物 32,它们设置在该臂的径向端并且可选地设置在沿着每个臂的径向长度的不同位置处。

[0027] 臂 30 可以被调节以定位到该容器中的各种高度和位置处。类似地,该浆、叶片或者指状物 32 可以可调节地安装在每个臂上。该调节可以例如改变该浆、叶片或者指状物相对于臂的转动方向所成的角度。该浆、叶片或者指状物的方向可被设置为使该生物质轻微地

径向向外流动,以使该生物质均匀-地分布到该容器的整个横截面积。在一个或多个高度或半径处具有桨、叶片或指状物的臂的转动还可以使该生物质轻微上升,以防止该生物质从上到下直接穿过该容器。

[0028] 该臂以圆形旋转模式穿过该容器中的生物质转动。该臂通过转动轴 16 转动。该臂和混合桨、叶片或指状物的移动使酶混入到该生物质中,从而使酶与该生物质中的反应处接触。酶和生物质之间的反应促进了该生物质在该容器中的水解。

[0029] 混合挡板 32 可以安装在下部 14 以及可选地上部 12 的容器内壁上。与在容器入口处的粘度相比,穿过该下部流动的生物质将具有相对低的粘性。混合挡板最适合于穿过混合容器的低粘度流动。托盘或挡板还可以安装在混合臂之间,以帮助分布生物质材料。

[0030] 该轴和混合臂可以例如通过冷却或加热该臂中的通道来间接冷却或加热该生物质。类似地,该容器的内壁可以加衬套或者设置冷却或加热线圈 34。

[0031] 作为例子,为了每天水解 1200 吨生物质,其中该生物质具有 25% 的固体载荷,该反应容器的尺寸应当被设置为在二十四(24)小时保持时间段期间在该容器中处理大约 5000 立方米生物质。如果该生物质保持时间段越长,如 72 小时至 120 小时,则该容器应当越大。为了向连续流动的被水解的大量生物质,例如 1200 吨/天,提供长保持时间段,可能需要具有 15000 立方米至 25000 立方米的内部腔体容积的容器。

[0032] 容器的直径、高度和其他尺寸取决于生物质的流动以及生物质在该容器中的保持时间段。举例来说,为了以六个小时的保持时间段每天处理 1200 吨包含 25% 固体载荷的生物质,反应容器 10 可能需要大约 1200 立方米的有效内部容积。假定该容器的长宽比(直径比高度)是 6,那么该容器的直径大约为 5.4 米,并且其高度大于 33 米。

[0033] 圆锥形上部 12 在接收进入该容器的高粘度生物质的上入口处最窄。该生物质的粘度在该容器的上入口处最大。尽管该高粘度增加了转动该混合装置所需的起始扭矩,但是因为在该窄的顶部混合臂较短,所以该扭矩被减小。随着该生物质与酶混合并且穿过该容器向下移动,该生物质的粘度降低。降低的粘度允许混合臂更长而不增加使轴转动所需的扭矩。在上圆锥形部分的较低部分处的臂长于大部分或所有更高处的臂 30。在生物质的粘度保持恒定的情况下,较长的臂需要较大的扭矩以穿过该生物质转动。生物质的粘度降低和臂的长度加长的综合效果导致在上圆锥部分中混合装置的扭矩要求可以接受。

[0034] 该上部的圆锥形几何形状降低了起始扭矩的要求。混合所需的功率较小,生物质可以被彻底混合,并且生物质不容易穿过该容器向下窜行。该圆锥形形状还导致在该容器的入口附近相对频繁且鲁棒的混合,此处的混合最有利于促进水解。

[0035] 扭矩以直径的平方增加。环形地移动(混合)流体所需的扭矩是移动该流体所需的力量乘以该力量到转动中心的半径的函数。移动该流体所需的力量是该流体的粘度、移动的速度和该流体必须移动的距离的函数。

[0036] 假定流体粘度是恒定的并且混合装置的转动也是恒定的,那么使该混合装置转动所需的扭矩取决于该容器的半径的平方。由于扭矩和容器直径之间的平方关系,减小容器的直径会急剧减小扭矩量,或者允许以相同的扭矩量混合高粘度的生物质流。

[0037] 圆锥形上部 12 适合于在粘度高的该容器的上部区域中混合臂较短。最短的混合臂在该容器的顶部,这里生物质粘度最大并且机械混合该生物质的阻力高。当生物质穿过该上部向下移动时,生物质的粘度降低,混合阻力减小,并且考虑到该容器的圆锥形部分的

直径增加,可以使用更长的混合臂。

[0038] 通过知道在该上部 12 中不同高度处生物质的粘度,可以选择上部的圆锥角度,使得混合臂的半径以导致每个高度处臂的扭矩一致的比率增加。因此,即使该圆锥形部分的直径沿向下的方向上增加,每个混合臂也可以需要相同的扭矩来混合该材料。

[0039] 可以安装并调节中间底部、托盘或挡板 38,以将上部 12 分为多个区,从而随着液体含量比原始生物质高,优化生物质混合物向浆料的逐步转化。所述区在该容器中通常被垂直对准。这些中间的并且可调节的底部可以在该容器中是水平的,并且还可以相对于水平稍微倾斜。此外,在所述中间底部中的可调节的开口可被用于改变由所述底部限定的各区之间的流量。类似地,可以在下部 14 中设置托盘和挡板 39,以将其分成多个区。

[0040] 图 2 包括作为时间的函数的容器 10 中生物质的粘度曲线图 40。该曲线图是用于说明的目的。该曲线图示出在具有以 20rpm 转动的混合装置的容器中在 50 摄氏度的温度混合的作为汽爆玉米秸秆的生物质的粘度。该曲线图示出经历糖化作用的生物质的以毫帕秒(mPas)为单位的粘度值范围。该范围是从用于该生物质的两个不同起始混合模式得到的。

[0041] 如曲线图 40 中所示,该生物质的粘度可以迅速减小,使得在该容器中反应六个小时之后,粘度已经减小了一半以上。已经知道,在该容器中将粘性生物质流转化为糖浆稠度的流仅需要大约六(6)小时的反应时间(或者稍多一点的反应时间)。在最初反应期间(例如,15 分钟至 8 小时,优选地 1 小时至 6 小时,最优选地 2 小时至 4 小时),随着酶将该生物质的聚合糖分解为较小的分子链,该生物质的表观粘度迅速下降。

[0042] 可以用传统手段计算或估计该生物质穿过该容器向下流动的流量。如图 2 中所示,在连续流动的容器 10 中生物质的反应时间与生物质穿过该容器向下的移动相关联。该容器可以具有如图 1 中所示的混合装置,加热线圈和中间底部。穿过该容器的连续的生物质流由该容器的图示中所示的斜短线来表示。

[0043] 可以使用将生物质粘度减小到一定水平,例如减小到 50% 或者更低的粘度,所用的穿过该容器的流量和反应时间,计算穿过该容器的垂直距离,从而确定在哪个高度 / 反应时间 42,该生物质的粘度为进入该容器的生物质的粘度的一半。圆锥形的上部 12 可以被设计为使得向下圆柱形部分 14 的转折点 24 出现在生物质粘度减小一半的高度处。

[0044] 图 3 是以截面图示出连接到圆柱形混合和水解反应容器 52 的圆锥形混合和水解容器 50 的示意图。穿过这些容器流动的生物质用斜短线来表示。圆锥形的混合和水解容器 50 在许多方面都与图 1 中所示的容器 10 的圆锥形部分类似,这些方面在图 1 和图 3 中用共同的附图标记来表示。

[0045] 生物质和酶从源 20 送入圆锥形混合和反应腔体 50 的窄端的上入口 22。混合装置 28 具有臂 36,臂 36 的长度随着该圆锥形混合器的直径的增加而增加。中间底部,例如,挡板、托盘或者其他板状物 38,可以设置在该圆锥形容器中以调节生物质穿过该容器向下流动。随着生物质在容器 50 中混合和反应,该生物质的粘度下降。与进入该容器的生物质 20 的粘度相比,当该生物质在端口 54 从该容器排出时,粘度可以减小一半。锥形或倾斜的底部 56 可以将该生物质引导到端口 54 中。

[0046] 传输管线,例如,管 58 和泵 60,可被用于将液化的生物质传输到圆柱形容器 52 的上入口端口 62。该圆柱形容器包括混合装置 64 和可选的挡板 32。该混合装置连接到由驱

动和齿轮组件 68 驱动的轴 66。水解后的生物质在端口 70 从该圆柱形容容器排出。

[0047] 已经为了澄清和理解的目的,详细描述了本发明。然而,应当理解,在所附权利要求的范围内可以实现所公开的本发明的实施例的某些变化和修改。

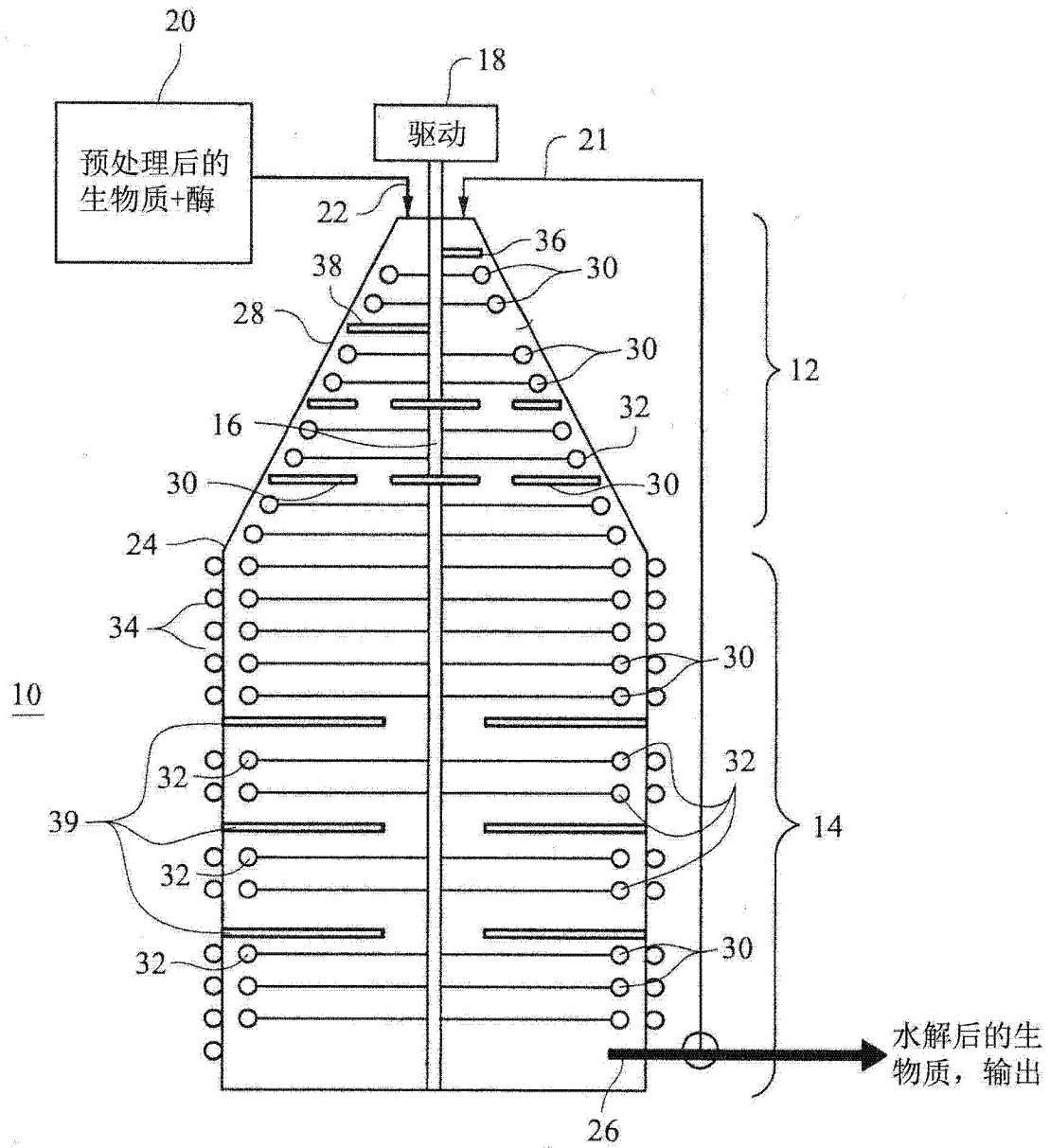


图 1

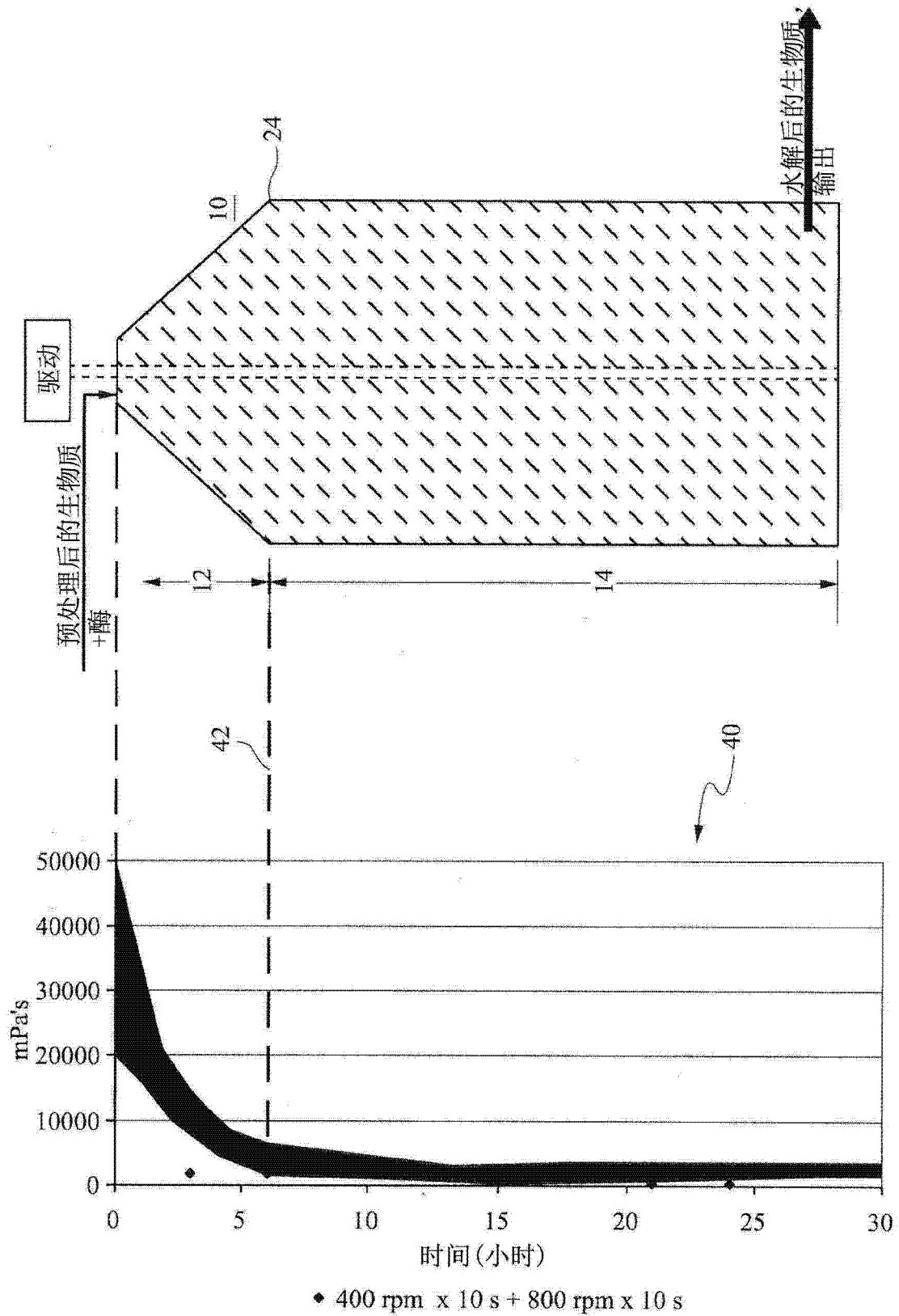


图 2

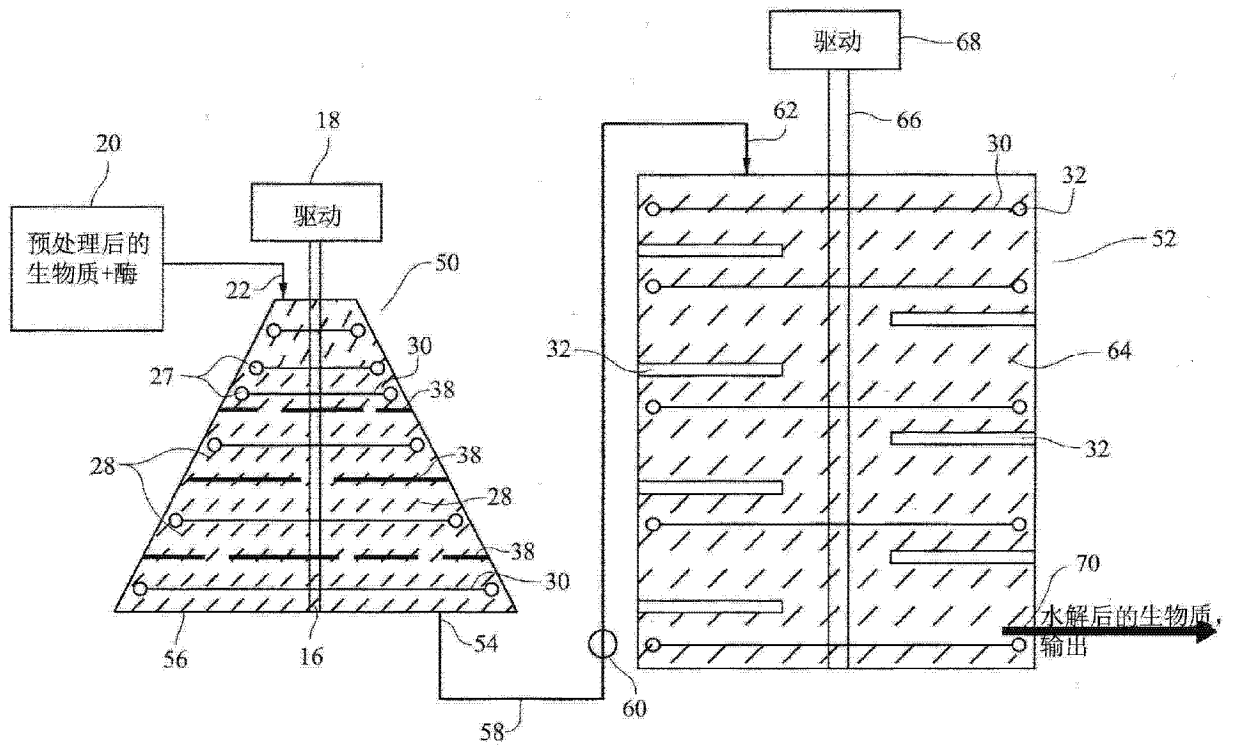


图 3