



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105745317 B

(45)授权公告日 2019.07.30

(21)申请号 201480061069.3

(22)申请日 2014.11.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105745317 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(30)优先权数据
13191922.7 2013.11.07 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.05.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/074010 2014.11.07

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/067737 EN 2015.05.14

(73)专利权人 安海斯-布希英博股份有限公司
地址 比利时布鲁塞尔

(72)发明人 D·德 舒特

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 顾峻峰

(51)Int.Cl.
C12C 7/22(2006.01)
C12C 13/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 1205031 A, 1999.01.13, 说明书附图1-2/8、说明书第3页4-5段/说明书第2页第2段、第5页第3-4段/权利要求3.

CN 1200762 A, 1998.12.02, 全文.
EP 1420064 A1, 2004.05.19, 全文.
CN 1875092 A, 2006.12.06, 全文.

审查员 樊海涛

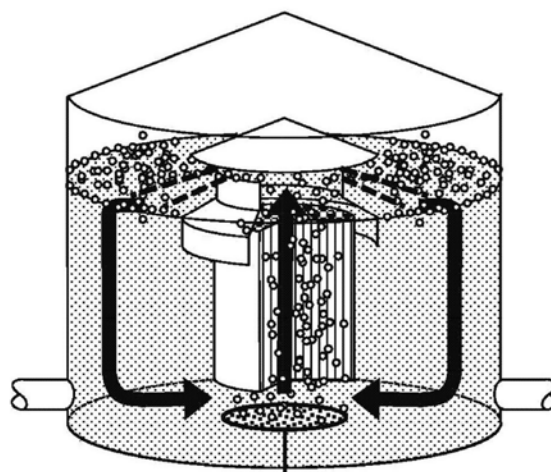
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

在煮沸锅中处理麦芽汁的方法

(57)摘要

本发明有关于一种处理煮沸锅中麦芽汁的过程,所述方法包括以下步骤:(a)提供:• 煮沸锅(1),其设有入口(1u)和出口(1d),入口(1u)适合于将麦芽汁进给到煮沸锅内,出口(1d)适合于使麦芽汁从煮沸锅流出,• 加热装置(2),其适合于使包含于煮沸锅内的麦芽汁接近或处于沸腾温度,以及控制所述温度;• 气体鼓泡系统,其适合于将惰性气体鼓泡到所述麦芽汁内;(b)将麦芽汁从滤清步骤通过所述入口进给到所述煮沸锅内,所述麦芽汁处于低于其沸腾温度的温度;(c)在使惰性气体通过麦芽汁鼓泡的同时,加热麦芽汁到处理温度并且维持麦芽汁在处理温度 T_a 持续一段时间 t_{treat} ,处理温度 T_a 低于沸腾温度 T_b ,持续时间 t_{treat} 在15分钟与90分钟之间,并且不长于蒸发最初存在于麦芽汁中的至多4重量%的水所需的时间;(d)将所述经处理的麦芽汁通过出口转移到残渣分离步骤。



(b)

1. 一种处理煮沸锅中麦芽汁的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 提供:

- 煮沸锅 (1), 其设有入口 (1u) 和出口 (1d), 所述入口 (1u) 适合于将麦芽汁进给到所述煮沸锅内, 所述出口 (1d) 适合于使所述麦芽汁从所述煮沸锅流出,

- 加热装置 (2), 其适合于使包含在所述煮沸锅内的麦芽汁接近或处于沸腾温度, 以及控制所述温度;

- 气体鼓泡系统 (3), 其适合于将惰性气体鼓泡到所述麦芽汁内;

(b) 将麦芽汁从滤清步骤通过所述入口进给到所述煮沸锅内, 所述麦芽汁处于低于其沸腾温度 T_b 的温度;

(c) 在使惰性气体鼓泡通过所述麦芽汁的同时, 加热所述麦芽汁到处理温度 T_a 并且维持所述麦芽汁在所述处理温度 T_a 持续一段时间 t_{treat} , 所述处理温度 T_a 低于所述沸腾温度 T_b , 所述持续时间 t_{treat} 在15分钟至90分钟之间, 并且不长于蒸发最初存在于所述麦芽汁中的至多4重量%的水所需的时间;

(d) 将所述经处理的麦芽汁通过所述出口转移到残渣分离步骤。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在所述麦芽汁停留在所述煮沸锅中的整个持续时间, 所述麦芽汁并未到达其沸腾温度 T_b 。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述处理温度 T_a 大于 90°C 。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 利用位于所述煮沸锅底部并且向上定向的气体鼓泡器 (3), 将所述惰性气体鼓泡到所述麦芽汁内。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 所述煮沸锅是内部煮器型, 包括竖直定向的加热管 (2a), 所述待加热或者维持在高温的麦芽汁通过所述竖直定向的加热管 (2a) 流动, 所述加热管位于所述气体鼓泡器上方。

6. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 所述煮沸锅是外部煮器型, 包括加热管 (2a), 所述待加热或者维持在高温的麦芽汁通过所述加热管 (2a) 流动, 所述加热管位于所述煮沸锅外部并且通过管件和泵 (8) 与所述煮沸锅成流体连通。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 在将所述麦芽汁引入到所述煮沸锅中时, 所述惰性气体鼓泡流率具有初始值, 所述初始值最高, 并且随着麦芽汁到达其处理温度 T_a 而逐渐地减小到在所述惰性气体鼓泡流率的初始值的25%与75%之间的值。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述处理时间 t_{treat} 在20分钟与75分钟之间。

9. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述惰性气体是氮气或二氧化碳。

10. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 经过这样处理的麦芽汁被转移到涡流槽, 然后被转移到另外的处理容器以产生啤酒或者基于麦芽的饮料。

11. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 所述啤酒或者基于麦芽的饮料具有以下性质中的一种或多种性质:

(a) 至少150s的泡沫稳定性;

(b) 在对新鲜啤酒或者基于麦芽的饮料测量时低于1.0EBC的浊度; 和/或

(c) 对在 60°C 陈化3天的啤酒或基于麦芽的饮料测量时低于1.5EBC的浊度。

在煮沸锅中处理麦芽汁的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在啤酒酿造过程中常规麦芽汁煮沸技术的改进。特别地，本发明涉及在能量消耗方面比到目前为止的工艺实现的能量消耗显著更经济的此类工艺。

背景技术

[0002] 如图1所示，酿造啤酒或者基于麦芽的饮料包括将麦芽(100)进给到研磨机(200)，然后，研磨机(200)使水和麦芽浆(300)在中高温混合以阻止淀粉酶促转变为可发酵的糖类。在滤清(lautering)步骤(400)，麦芽浆被分离为澄清液体的麦芽汁和残留颗粒。这样分离的麦芽汁然后被进给到煮沸锅(1)，在传统地被称作“煮沸”步骤的步骤中，因为麦芽汁常规地被加热到高于其沸腾温度以使之灭菌，由此终止酶活性，并且转变和/或移除不合需要的组分。在煮沸步骤之后通常在涡流槽(500)中分离煮沸步骤中形成的残渣与麦芽汁，例如，如在DE10 2008 033 287中所公开那样。然后使麦芽汁冷却(600)、发酵(700)、成熟(800)、过滤(900)和包装(1000)，例如包装在瓶、小桶、罐等中。

[0003] 在全球化世界中，啤酒厂面临着许多挑战，如不断增加的能源价格和由于出口造成的复杂的运输。增加的出口迫使啤酒厂寻求科技变化来改进胶体、微生物和风味稳定性。风味稳定性目前尚未完全被了解。然而，已知麦芽汁煮沸过程(参考图1，#1)对于啤酒风味稳定性具有重大影响。

[0004] 麦芽汁煮沸是在啤酒厂中最耗能的工艺步骤之一。其起到若干功能：

[0005] (a) 麦芽汁灭菌；

[0006] (b) 终止酶活性；

[0007] (c) α 酸异构化为异构 α 酸；

[0008] (d) 蛋白质和多酚凝固；

[0009] (e) S-甲基蛋氨酸(SMM)分解为二甲基硫醚(DMS)；

[0010] (f) 移除不想要的风味化合物，特别是DMS。

[0011] 当达到超过90℃的温度时，麦芽汁灭菌和酶活性终止容易实现。酒花酸的异构化是依赖温度的，大致每10℃加倍。酶和浑浊活性蛋白质的变性和随后随着多酚的凝固和沉淀必须在麦芽汁煮沸过程中完成。当液体与气体之间的界面扩大时显著地促进了凝固过程。当麦芽汁到达沸腾温度时，蒸气泡提供这种额外界面。

[0012] 在排出DMS之前，将S-甲基蛋氨酸(SMM)分解为很容易挥发的二甲基硫醚(DMS)是必要的步骤。最需要能量的目的是移除不想要的风味化合物，特别是DMS，但也会移除其它风味化合物。组分和麦芽汁的蒸气-液体平衡(VLE)决定了每种挥发性，麦芽汁被认为在物理上与纯水大致相同。这意味着需要确定的蒸发量来将不合需要的化合物水平减小到亚阈值水平。总是需要最小蒸发，并且大部分近来的系统在煮沸过程中以最小4-6重量%的蒸发来操作。

[0013] 在本领域中已经知道多种麦芽汁煮沸技术。例如，自从1970年代，常用的煮沸方法是利用内部煮(沸)器(internal boiler)进行自然对流而煮沸。内部煮器为圆柱形，由一束

中空热管形成,并且麦芽汁能自由流动穿过这些管。工作原理是‘热虹吸’类型,由此,麦芽汁进入加热管,到达沸腾温度并且蒸汽泡将形成并且上升。这些蒸汽泡(很低密度)为穿过内部煮器向上的驱动力,从而确保了自然对流。替代地,煮器可以位于煮沸锅外侧并且麦芽汁由泵进给通过煮器且返回到煮沸锅。

[0014] 在过去十年中,引入了许多新颖并且创新性煮沸系统。它们全都通过减少蒸发和通过减少利用硫代巴比妥酸(TBA)数值方法测量的麦芽汁的热负荷而集中在能量减少上。现代麦芽汁煮沸系统的示例是根据:动态麦芽汁煮沸;薄膜蒸发;具有增加的加热表面的外部热虹吸煮器;连续麦芽汁煮沸;真空煮沸;利用强制对流的内部煮器;利用闪蒸的轻柔煮沸;以及利用惰性气体鼓泡进行麦芽汁煮沸。特别地,利用惰性气体鼓泡进行麦芽汁煮沸可以包括煮沸麦芽汁持续大约30分钟,在这个点上,在仍煮沸的同时,惰性气体被鼓泡到煮沸的麦芽汁内,这显著地提高了DMS的移除速率。由位于麦芽汁煮沸锅底部的环形结构来提供鼓泡,诸如公开于EP875560中。由于便于DMS移除,煮沸时间可以缩短并且蒸发率可以减小到大约4%重量%。

[0015] 即使是对于最新的麦芽汁煮沸技术,麦芽汁煮沸仍然是整个酿造过程中最耗能的步骤。因此,在该领域中仍然明确地需要对从滤清槽发出的麦芽汁进行更经济处理的工艺。本发明提出了这种工艺。在下面的部分中展示了这种和其它优点。

发明内容

[0016] 在独立权利要求中限定了本发明。在附属权利要求中限定了优选实施例。特别地,本发明有关于一种处理煮沸锅中麦芽汁的过程,所述方法包括以下步骤:

[0017] (a) 提供:

[0018] • 煮沸锅,其设有入口和出口,入口适合于将麦芽汁进给到煮沸锅内,出口适合于使麦芽汁从煮沸锅流出,

[0019] • 加热装置,其适合于使包含于煮沸锅内的麦芽汁接近或处于沸腾温度,以及控制所述温度;

[0020] • 气体鼓泡系统,其适合于将惰性气体鼓泡到所述麦芽汁内;

[0021] (b) 将麦芽汁从滤清步骤通过入口进给到所述煮沸锅内,所述麦芽汁处于低于其沸腾温度的温度;

[0022] (c) 在使惰性气体通过麦芽汁鼓泡的同时,加热所述麦芽汁到处理温度 T_a 并且维持所述麦芽汁在处理温度 T_a 持续一段时间 t_{treat} ,处理温度 T_a 低于沸腾温度 T_b ,持续时间 t_{treat} 在15分钟与90分钟之间,优选地在20分钟与75分钟之间,更优选地在30分钟与60分钟之间,并且不长于蒸发最初存在于麦芽汁中的至多4重量%的水所需的时间;

[0023] (d) 将经处理的麦芽汁通过出口转移到残渣分离步骤。

[0024] 处理温度 T_a 优选地大于 90°C ,优选地大于 97°C ,更优选地在 $(T_b-2^{\circ}\text{C})$ 与 T_b 之间,其中 T_b 是麦芽汁的沸腾温度。优选地,甚至在处理时间段 t_{treat} 之后,在麦芽汁停留在所述煮沸锅中的整个持续时间,麦芽汁从未达到其沸腾温度 T_b 。

[0025] 本发明的过程在用来常规地煮沸麦芽汁的现有技术煮沸锅中执行,向现有技术煮沸锅添加了气体鼓泡系统。特别地,煮沸锅可以是内部煮器型,包括竖直定向的加热管,待加热或者维持在高温的麦芽汁通过竖直定向的加热管流动。有利地,所述加热管位于气体

鼓泡器正上方。或者,煮沸锅可以是外部煮器型,包括加热管,待加热或待维持在高温的麦芽汁通过加热管流动,所述加热管位于煮器外部并且通过管件和泵与煮沸锅成流体连通。

[0026] 利用位于煮沸锅底部并且向上并且在径向方向上或向旁侧定向的气体鼓泡器,能将惰性气体鼓泡到麦芽汁内,所述鼓泡器优选地包括设有许多孔口的圆形板、圆筒或环。孔口是烧结材料诸如烧结不锈钢的孔或开放空隙。为了在加热阶段均化麦芽汁的温度,优选地,在将麦芽汁引入煮沸锅中时,惰性气体鼓泡流率具有初始值,初始值最高并且优选地在 0.05 与 $50\text{m}^3/\text{h}/\text{hl}$ 麦芽汁之间,更优选地在 0.1 与 $10\text{m}^3/\text{h}/\text{hl}$ 之间。达到处理温度 T_a 时,气体流率可能逐渐降低到惰性气体鼓泡流率初始值的 25% 与 75% 之间,更优选地 37% 与 45% 之间的值。惰性气体优选地是氮气或二氧化碳。

[0027] 在过程结束时,经过这样处理的麦芽汁然后可以转移到残渣分离步骤,例如在涡流槽中,并且然后到另外的处理容器以产生啤酒或者基于麦芽的饮料。以此方式产生的啤酒或基于麦芽的饮料优选地具有以下性质中的一种或多种性质:

[0028] (a) 至少 150s 的泡沫稳定性(NIBEM);

[0029] (b) 对新鲜啤酒或者基于麦芽的饮料测量的低于 1.0EBC 的浊度;和/或

[0030] (c) 对在 60°C 陈化3天的啤酒或基于麦芽的饮料测量低于 1.5EBC 的浊度。

附图说明

[0031] 为了更全面地理解本发明的性质,结合附图理解,参考下文的详细描述,在附图中:

[0032] 图1:酿造过程的各个步骤。

[0033] 图2:在本发明的整个过程中麦芽汁和气体鼓泡流率的温度分布图的示意图;

[0034] 图3:示出了适合于本发明的内部煮器煮沸锅的第一实施例,(a)空的和(b)填充了麦芽汁并且在其中气体鼓泡。

[0035] 图4:示出了适合于本发明的外部煮器煮沸锅的第二实施例,(a)空的和(b)填充了麦芽汁并且气体在其中鼓泡。

[0036] 图5:示出了适合于本发明的外部煮器煮沸锅的第三实施例,(a)空的和(b)填充了麦芽汁并且气体在其中鼓泡。

[0037] 图6:示出了在 t_{treat} 期间麦芽汁中的DMS含量的演变。

[0038] 图7:分别比较根据本发明的伪沸腾过程的能量消耗与利用自然和强制对流执行的沸腾过程之一。

具体实施方式

[0039] 如图1所示,本发明解决了滤清(400)之后和残渣分离(500)之前的麦芽汁处理步骤,诸如最通常地在涡流槽中执行残渣分离(500)。显然,缓冲器或者预热罐可以插置于滤清槽与煮沸锅(1)之间,而不改变本发明的任何事物。为本发明主题的麦芽汁处理步骤传统地被称作“煮沸”步骤,因为麦芽汁传统地被加到高于其沸腾温度以使之灭菌,终止酶活性并且转变和/或移除不合需要的组分。然而,在本过程中,替代地使用术语“伪沸腾”步骤,因为与现有技术过程不同,在处理时间 t_{treat} 期间的任何时刻,并未使麦芽汁到其沸腾温度。

[0040] 本发明的伪沸腾过程意味着有利地替换在本领域中已经公开并且迄今还在使用

的沸腾过程,从而显著地减少能量消耗。特别地,在沸腾和伪沸腾步骤后:

- [0041] (a) 麦芽汁必须被灭菌;
- [0042] (b) 酶活性必须被终止;
- [0043] (c) α 酸量应减小并且被异 α 酸替代;
- [0044] (d) 大量S-甲基蛋氨酸(SMM)必须转变为二甲基硫醚(DMS);
- [0045] (e) 浑浊活性蛋白质和多酚必须凝固以分离;以及
- [0046] (f) 应移除不想要的风味化合物,特别是DMS。

[0047] 上述目的(a)至(d)大致为时间-温度依赖性的,并且可以在高于90℃的温度实现,以随着温度增加的速率实现。当增加了液体与气体之间的界面面积时,蛋白质和多酚的凝固和另一方面不想要的挥发性风味组分的移除显著加速。因此,需要使麦芽汁沸腾以便产生蒸汽泡,蒸汽泡显著地增加了液体-气体界面面积和因此浑浊活性蛋白质和多酚的凝固速率以及不合需要的挥发性组分的移除速率也增加。这种煮沸麦芽汁以增加液体-气体界面面积的方法起作用但是有两个主要的不便:

- [0048] (a) 其具有较高的能量消耗;以及
- [0049] (b) 对于最经济的煮沸系统而言,水蒸发范围为4重量%,并且对于更传统的煮沸技术而言,水蒸发范围是6-10重量%和更高。

[0050] 煮沸水是非常耗能的。麦芽汁的物理热性质与水的物理热性质非常接近。水(和麦芽汁)的汽化潜热很高:2260kJ/kg。由此得出,如果以温差 dT 加热1升麦芽汁到低于麦芽汁沸腾温度 T_b 的温度所需的热为 $Q = c_p \cdot dT \cdot \text{kJ/kg}$,其中是 c_p 是麦芽汁的比热($\approx 4.19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$),而一旦麦芽汁的温度到达沸腾温度 T_b ,系统将所述1升液体水转变为蒸气需要2260kJ/kg。应当指出的是,由于麦芽汁(和水)的沸腾温度是压力依赖性的, T_b 的实际值随着啤酒厂的天气和位置而不同。在大气压力下, $T_b = 100^\circ\text{C}$,但显然在位于墨西哥城或者拉萨的啤酒厂中,液体麦芽汁将从未达到这种温度。

[0051] 不想要的挥发性风味化合物诸如DMS的移除取决于每种挥发物与麦芽汁的蒸气-液体平衡(VLE)。这意味着需要确定的蒸发量来将不合需要的化合物水平降低到亚阈值水平。因此,总是需要最小的蒸发并且大部分近来的系统以最低4-6%蒸发来操作,4-6%蒸发仍然是一个相当大的量。

[0052] 为了执行根据本发明的工艺,需要一种煮沸锅(1),其设有入口(1u)和出口(1d),入口(1u)适合于将麦芽汁进给到煮沸锅内,并且出口(1d)适合于使麦芽汁从煮沸锅流出。必须设置加热装置(2),其适合于加热在煮沸锅中的麦芽汁。加热装置通常呈平行、带夹套的中空管束的形式,其中麦芽汁通过中空管的管腔循环,中空管由在夹套中循环的加热流体进行加热。加热装置(2)可位于煮沸锅内侧,因此形成如图3(a)所示的内部煮器煮沸锅。由于具有很低的密度,这些蒸汽泡是向上穿过内部煮器的驱动力,从而确保自然对流。在现有技术的某些系统中,泵位于内部煮器下方,以迫使在煮沸锅各个点收集的麦芽汁通过加热管流动。尽管可适用,但这种强制对流系统并非本发明中必须存在的,因为如下文所讨论,鼓泡的气泡已经形成了强制对流。替代地,加热装置(2)可以位于煮沸锅外侧,通过管流体地连接到煮沸锅,因此形成外部煮器煮沸锅,如在图4(a) & 5(a)中所示。泵(8)通常用来强制使麦芽汁通过煮器流动。在传统上用来执行麦芽汁煮沸步骤的大部分现有技术煮沸锅实现了前述要求。

[0053] 本发明所需的设备需要适合于将惰性气体鼓泡到所述麦芽汁内的气体鼓泡系统(3)。尽管本领域中已知,诸如在EP875560中所讨论的,少量煮沸锅设有气体鼓泡系统。气体鼓泡系统可以很简单,并且可以包括具有许多孔口的圆形板、圆筒或环。孔口可以是贯穿通道,如在淋浴头中的那些,或者它们可以是开孔结构诸如烧结材料(例如烧结不锈钢)的孔隙。如果所用的惰性气体是氮气,氮气转变器安装起来非常简单并且廉价,而如果替代地使用CO₂,显然,这种气体在所有啤酒厂中普遍易得。因此本发明的优点在于,其不需要修改现有设备或者仅对现有设备进行较少修改。如在图3(b)和图4(b)中所示,气体鼓泡器(3)优选地位于煮沸锅底部,使得气泡可以升高到麦芽汁的表面,在它们上升的途中解决挥发物和浑浊活性蛋白质。在图5(a)和(b)中示出的一替代实施例中,外部煮器煮沸锅设有气体鼓泡系统,气体鼓泡系统相对于麦芽汁流动方向位于外部煮器的上游端(在图5的情况下,在煮器底部)。迫使泡穿过中空加热管(2a)并且与麦芽汁一起喷射到煮沸锅内。对于内部煮器型煮沸锅而言,优选地,鼓泡器位于加热管(2a)下方并且优选地具有小于煮器(2)的最大直径的最大尺寸(在圆盘、圆筒或环的情况下的直径)。对于这种配置,穿过内部煮器的中空管(2a)上升的气泡形成驱动麦芽汁穿过煮器的中空管的管腔的强制对流。这是非常有利的,因为一方面,无需浸没的泵来形成这种强制对流,并且另一方面,当存在不充足的蒸气泡来形成自然对流并且具有使麦芽汁局部过热的风险时,与低于T_b的温度的自然对流系统相比,在加热阶段穿过中空加热管的麦芽汁的流率更高并且更均匀。

[0054] 当使用具有内部煮器(2)的煮沸锅时,挡板(5)和偏转器顶板(6)优选地设置于内部煮器顶部上以便导引上升的气泡和麦芽汁的流动,在麦芽汁的顶部液体-空气界面上重新分布它们,并且减小这样形成的泡沫厚度,以允许在空气中更好地消除气泡夹带的挥发物(参考图3(b))。

[0055] 麦芽汁从滤清步骤(400)进给到煮沸锅。在某些情况下,麦芽汁首先通过缓冲器或预热桶,之后进入煮沸锅。麦芽汁的温度通常低于90℃,常常在65℃与85℃之间。在用麦芽汁填充了煮沸锅(1)之后,惰性气体被鼓泡到麦芽汁内并且麦芽汁被顺带地加热到处理温度T_a,这个温度低于麦芽汁的沸腾温度T_b,如在图2中所示。当麦芽汁达到处理温度T_a时,其维持在所述温度T_a,仍在所述惰性气体流动下,持续时间段t_{treat},在15分钟与90分钟之间,优选地在20分钟与75分钟之间。如上文所提到的那样,惰性气体优选地是氮气或二氧化碳,氮气更优选。

[0056] 如图2所示,在将麦芽汁加热到温度T_a的时间段,惰性气体流率最高,并且当麦芽汁维持在温度T_a时,流率降低。初始惰性气体流率可以在0.05与50m³/h/hl麦芽汁之间,更优选地在0.1与10m³/h/hl之间。一旦麦芽汁达到其处理温度T_a,气体流率可以降低到惰性气体鼓泡流率的初始值(Q_{N2}(0))的约35%至50%,更优选地37%与45%之间。

[0057] 根据本发明的处理温度T_a低于麦芽汁的沸腾温度T_b。特别地,其优选地大于90℃,更优选地大于97℃。如上文所讨论,在伪沸腾过程中需要发生的这些反应中的若干反应的速率是温度依赖性的,诸如灭菌、终止酶活性、SMM转变为DMS等。因此发现存在权衡的温度值,其中处理时间t_{treat}保持商业上合理并且能量消耗低于目前的水平。这个处理温度T_a的权衡的温度值优选地在(T_b-2℃)与麦芽汁的沸腾温度T_b之间。并不排除在处理时间之后,在沸腾温度T_b加热麦芽汁,但是在很多种情况下,这并非必需的,并且使麦芽汁沸腾所需的过量能量,即使持续较短时间,也应当由经处理的麦芽汁的某些具体要求而证明其合理性。

[0058] 如图3 (b) 和4 (b) 所示, 位于煮沸锅底部的惰性气体鼓泡器产生气泡柱。存在于麦芽汁中的挥发性组分因此处于气相与液相之间的平衡, 而不需要麦芽汁沸腾。如上文所讨论的那样, 如在图3 (b) 中所描绘的穿过内部煮器的中空管的管腔的气泡柱形成不依赖温度的强制对流, 与自然对流不同, 为了形成充分蒸气泡, 自然对流是高度温度依赖性的。另一方面, 惰性气体泡在升至表面时像蒸气泡那样作用, 在消除挥发物和浑浊活性蛋白质凝固方面的效果类似于蒸气泡, 但不会使大量麦芽汁沸腾和蒸发。这种气体流动也是有利的, 因为如由图3 (b) 和4 (b) 中的黑色箭头所示, 其具有中央上升流动和外侧下降流动, 通过形成气流提升系统而均化麦芽汁。

[0059] 在本发明的伪沸腾过程之后, 麦芽汁可以进给到涡流槽或类似结构以分离残渣与澄清麦芽汁, 并且因此以与常规酿造过程完全相同的方式来进行以此方式生产的啤酒的发酵 (700)、成熟 (800)、过滤 (900) 和包装 (1000)。

[0060] 示例1

[0061] 从滤清步骤发出的5.4h1 麦芽汁被分成两批, 每批2.7h1。一批被进给到传统沸腾步骤, 并且用作参考 (= REX. 1), 而另一批通过根据本发明的伪沸腾过程进行处理 (= EX. 1)。两批在相同的内部煮器煮沸锅 (1) 中处理, 但是在参考批 REX1 中并未启动气体鼓泡器 (3)。

[0062] REX. 1 的沸腾过程

[0063] 当煮沸锅中的麦芽汁液位到达内部煮器时, 发生热交换并且麦芽汁被加热到 100 °C, 其中, 麦芽汁以高湍流剧烈沸腾并且在处理时间 $t_{\text{treat}}(\text{REX1}) = 60$ 分钟 (min), 维持在这种沸腾状态。在整个处理时间, 观察到密集的水蒸气。

[0064] EX. 1 的伪沸腾过程

[0065] 从喷洒头处于麦芽汁液位下方的时刻, 开始鼓泡过程, 其中氮气在 0.1m³/h/h1 的流率。为了确保麦芽汁在加热时充分均化, 在这个阶段, 强制对流是绝对需要的。因此, 在开始时施加最大氮气流率。

[0066] 当加热朝向处理温度 $T_a = 98.5^\circ\text{C}$ 进行时, 氮气流率可以有规律地减小直到在 98 °C 获得初始值 40% 的流率。将氮气流量的量值调整为麦芽汁在 98.5 °C 类似沸腾的状态。在这种动态系统中, 显然, 麦芽汁已经沸腾, 但是从热力学观点而言, 却完全不是这样。氮气和麦芽汁蒸气的混合物确保了很剧烈的循环。酒花添加可以在加热时期的任何阶段发生。在 Ex1 和 REX1 中, 只要煮沸锅填充了麦芽汁就可添加酒花。

[0067] 麦芽汁温度保持在大约 98.5 °C, 从而在处理时间 $t_{\text{treat}}(\text{EX1}) = 60$ min, 维持类似伪沸腾的状态。在整个过程中, 麦芽汁看起来以很高湍流剧烈沸腾, 就如在 REX1 中那样, 但是, 相反, 上升的蒸气很细小, 导致很有限的蒸发。因此排出不想要的挥发物, 而没有高蒸发率。

[0068] 上升的氮气泡也提供特别会在啤酒中导致形成浑浊的变性蛋白质定向的界面, 因此促进了这种蛋白质凝固。因此, 能发生凝固, 而无需达到沸腾温度, 因为氮气泡替换了蒸气泡。

[0069] 同时, 气泡柱在煮沸锅中提供强制对流。因此, 不需要大量加热来形成蒸气泡, 在利用自然对流的内部煮器煮沸锅中启用热虹吸原理需要蒸气泡。在形成煮器 (2) 的中空管 (2a) 的夹套中提供足够的加热流体诸如蒸汽仅用来维持所需的温度 $T_a = 98.5^\circ\text{C}$ 。

[0070] 啤酒生产

[0071] 根据本发明(=EX1)处理的批料被记录为蒸发率为2.8重量%,而用作参考(=REX.1)的批料记录为蒸发率10.8重量%。当比较EX1的伪沸腾过程与REX.1的常规麦芽汁煮沸过程时,必要的是在整个生产过程中,所有其它啤酒生产参数保持恒定。因此,在将经过这样处理的麦芽汁进给到涡流槽(500)时,将一定量的热水(76℃)添加到REX.1的麦芽汁以便补偿由于不同蒸发率造成的2种麦芽汁之间的密度差。在冷却之后,充气的麦芽汁被加入等量的酵母泥并且在发酵(700)期间温度分布图保持相等。在过滤(900)之后,将最终的啤酒装瓶(1000)并且其一部分经受加速(例如,受热或氧化)陈化,而后进行分析。

[0072] 结果

[0073] 利用在EX.1和REX.1中处理的麦芽汁生产的啤酒的一般品质参数在表1中列出。蒸发差异是惊人的:在REX.1的10.8重量%与EX.1的2.8重量%之间有8%的差异。没有观察到泡沫稳定性或浑浊稳定性的显著变化。EX.1的啤酒的浑浊稳定性比参考略好。EX.1的颜色比REX.1的颜色显著更佳,并且EX.1的TBA增加低于REX.1的TBA增加有28%。

[0074] • 根据所描述的NIBEM方法来确定泡沫稳定性。NIBEM机构设置了测量泡沫稳定性的标准。NIBEM泡沫稳定性测试仪测量在30mm距离的泡沫崩溃时间并且以秒来表达。

[0075] • 使用浊度仪(Turbidity Meter)来测量浊度,其测量由粒子造成的散射光,并且合并了来自MEBAK(Mitteleuropäische Brautechnische Analysekommission)的最新标准:

[0076] 90°测量角

[0077] 红光650±30nm

[0078] Formazin校准标准

[0079] • 小于1μm的粒子,诸如蛋白质,主要造成散射光并且在90°下测量。大于1μm的粒子,诸如硅藻土和酵母,主要造成向前散射光并且在25°下测量。

[0080] 样品(试管或瓶)放置于测量腔室中,测量腔室充满水。自动测量会定位样品并且旋转样品,进行100次测量并且计算平均值。

[0081] • 硫代巴比妥酸数值方法(TBA)如在Grigsby,J.H.和Palamand,S.R.“啤酒陈化的研究:在啤酒氧化测量中使用2硫代巴比妥酸方法(Studies on the Staling of beer:the use of 2 thiobarbituric acid in the measurement of beer oxidation)”,ASBC J.(1975) 34(2),49-55中所描述执行。将5ml的TBA溶液(在100ml醋酸(90%)中的288mg硫代巴比妥酸)添加到密封的派热克斯玻璃管中10ml的麦芽汁(一式两份)。混合物保持在70℃水浴中持续70分钟。样品在冰上冷却。前述热处理允许形成TBA与羟甲基糠醛(HMF)之间的复合物,羟甲基糠醛(HMF)在麦芽汁中的存在是由于美拉德(Maillard)反应造成,是本领域技术人员熟知的。HMF-TBA复合物的存在能容易地通过分光光度法识别和量化,因为它们的特征为在448nm波长的强吸收度。若需要,可稀释样品以便获得在分光光度计的线性范围内的值。作为空白测量,在相同波长测量具有TBA但未经热处理的相同麦芽汁的吸收度。TBA值可以计算如下: $TBA = 10 \times (D \times A_{448}(\text{样品}) - A_{448}(\text{空白}))$,其中D是稀释系数, $A_{448}(\text{样品})$ 和 $A_{448}(\text{空白})$ 分别是经热处理的麦芽汁+TBA溶液样品和空白(未经热处理的麦芽汁+TBA溶液)在448nm测量的吸收度。

[0082] 表1:根据EX1和REX.1用麦芽汁酿造的啤酒的品质参数的比较

[0083]

参数	EX1	REX1
----	-----	------

蒸发(重量%)(\)	2.8	10.83
泡沫稳定性(NIBEM), (s)(/)	269	274
浊度(在60℃在三天后), (EBC)(\)	0.51	0.58
浊度(新鲜啤酒), (EBC)(\)	0.29	1.01
颜色(EBC)(\)	7.55	8.75
在(伪)沸腾期间的热负荷(Δ TBA)(\)	7.9	10.9
2-糠醛(ppb)(\)	150	180
苯乙醛(ppb)(\)	122	140
芳樟醇(ppb)(/)	135	87
$R = \Delta \text{DMS} / \% \text{蒸发} (\text{ppb DMS} / \% \text{蒸气})(/)$	11.4	4.8

[0084] (/)期望的高值, (\)期望的低值

[0085] 在(伪)沸腾期间,根据麦芽汁蒸发量,主要通过DMS移除来评估麦芽汁煮沸系统的蒸发效率。在处理时间的 $t_{\text{treat}}=60\text{min}$ 时间段,在开始($t=0\text{min}$)、在中间($t=30\text{min}$)和在结束($t=60\text{min}$)时取得样品。在不同时间测量的DMS量在图6中标绘。在时间 $t=0\text{min}$,根据本发明处理的麦芽汁(=EX.1,黑色圆圈)包含38ppb DMS,而同时根据常规沸腾过程刚好到达其沸腾温度的麦芽汁(REX.1,白色圆圈)包含59ppb。这被解释为虽然两批麦芽汁在进入煮沸锅(1)时具有完全相同的65ppb的DMS含量,但在麦芽汁被加热到其各自处理温度 T_a 期间,在所述阶段期间在麦芽汁中鼓泡的氮气泡已经主动移除了DMS(参考,图2);而在REX.1中不存在鼓泡气体,DMS含量并未在加热阶段显著降低。在60分钟的处理时间 t_{treat} 之后,留在两批麦芽汁中的DMS量相当,其中EX.1中为6ppb DMS并且REX.1中为7ppb DMS。蒸发效率R可以表征为在(伪)沸腾阶段移除的DMS量与相同时间蒸发的水量之间的比例, $R = \text{DMS} / \% \text{蒸发}$,得到EX.1的11.4ppb DMS/%蒸气与REX.1的4.8ppb DMS/%蒸气,即EX.1得到比REX.1高2.4倍的蒸发效率。

[0086] 啤酒品质

[0087] 为了再次了解所产生的啤酒的风味稳定性,将数瓶新鲜啤酒在60℃储存3天并且测量EX.1和REX.1的啤酒的糠醛和苯乙醛量(参考表1的最后一行)。糠醛总体上被认为是热致风味破坏的指示化合物,而苯乙醛,作为斯特雷克(Strecker)醛类之一,也被怀疑与风味稳定性有关。在新鲜和陈化的参考啤酒中发现了更大量的这两种化合物。这并不意外,因为这些化合物与由TBA值所量化的总热负荷有关。明显地,芳樟醇和其它酒花风味化合物(未列出)的浓度在EX.1的啤酒中比REX.1啤酒高出80%(参考,表1的最后一行)。已知萜类(terpenoid)化合物对于总啤酒风味具有积极作用。可以假定氮气泡(幸运地)在移除这些萜类化合物方面的效率低于蒸气气泡。

[0088] 还由训练有素的品尝小组来评估啤酒。与评分为6.6的参考啤酒相比,EX.1的新鲜啤酒具有7.1的高总分。这当然至少部分地是由于在EX.1的啤酒中有益酒花挥发物更高的保留或者减少的苦味。在陈化后,EX.1的啤酒评分略微高于REX.1的参考啤酒,分别为3.9与3.5。小组推断总陈化强度、美拉德组分和醛类在参考啤酒(=REX.1)中略微更高,而陈化的酒花风味在本发明的啤酒(=EX.1)中变得更明显。显而易见,类似硫磺、干草的陈化风味在参考啤酒(REX.1)中更加显著。显然,硫磺风味或其前体化合物利用本发明的氮气鼓泡的伪沸腾过程(=EX.1)比参考示例REX.1的常规沸腾过程能更完全地驱除。

[0089] 示例2

[0090] 在EX.1的试验工厂中执行的沸腾实验在完全规模的啤酒酿造厂设备中重复。在根据本发明60分钟的时间 t_{treat} ,在使麦芽汁伪沸腾后,蒸发率为1.5重量%(=EX.2)。在使用自然对流的内部煮器煮沸锅的REX.1中使用类型的常规沸腾过程(=REX.2)得到8重量%的蒸发率。对于利用强制对流的内部煮器煮沸锅执行同样的实验(即,其中,麦芽汁由泵驱动穿过煮器热管)(=REX.3),得到5重量%的蒸发率。表2比较了EX.2和REX.2&3的三种(伪)沸腾过程的能量消耗。可以看出本发明的伪沸腾过程仅消耗利用自然对流的常规沸腾过程(REX.2)所消耗的能量的仅19%和利用强制对流的沸腾过程(REX.3)所消耗能量的三分之一。图7以图表比较了EX.2(黑柱)和REX.2&3(白柱)的绝对和相对能量消耗。

[0091] 表2:比较沸腾与伪沸腾过程之间的能量消耗

[0092]

	EX.2	REX.2	REX.3
	INV	利用自然对流的 内部煮器	利用强制对流的 内部煮器
蒸发(重量%)	1.5	8	5
能量消耗(kJ/hl)	3,387	18,063	11,290
能量(kWh / hl)	0.94	5.02	3.14
相对能量消耗(相对 REX.2)(%)	19%	100%	63%
400,000 hl 的消耗(MWh)	376	2,007	1,254

[0093] 本发明的伪沸腾过程是常规麦芽汁煮沸的有利替代,得到相当品质的啤酒,能量节省超过80%。根据本发明生产的麦芽汁和啤酒的所有观察到的品质参数与相对应参考啤酒相当或更好,而伪沸腾过程的蒸发率仅为参考蒸发率的20%至30%。本发明的工艺过程的可能的能量节省很高(高达4kWh/hL),这是有利条件,因为能量变得日益昂贵。

[0094] 本发明的伪沸腾过程组合了麦芽汁煮沸系统与强制对流、热保持或汽提的优点,并且提供了能满足麦芽汁煮沸要求的优良手段:

[0095] • 促进了挥发物排出,而无需大量蒸发和由此所需的能量

[0096] • 由氮气泡的持续向上流(气流提升)来确保强制对流。因此对流完全独立于加热强度

[0097] • 无需沸腾温度。热保持足够。

[0098] • 在不存在蒸气泡的情况下发生蛋白质凝固。小氮气泡提供较大界面,其允许变性的蛋白质凝固。最终啤酒的结果表现出良好的浊度和泡沫稳定性(参考表1)。

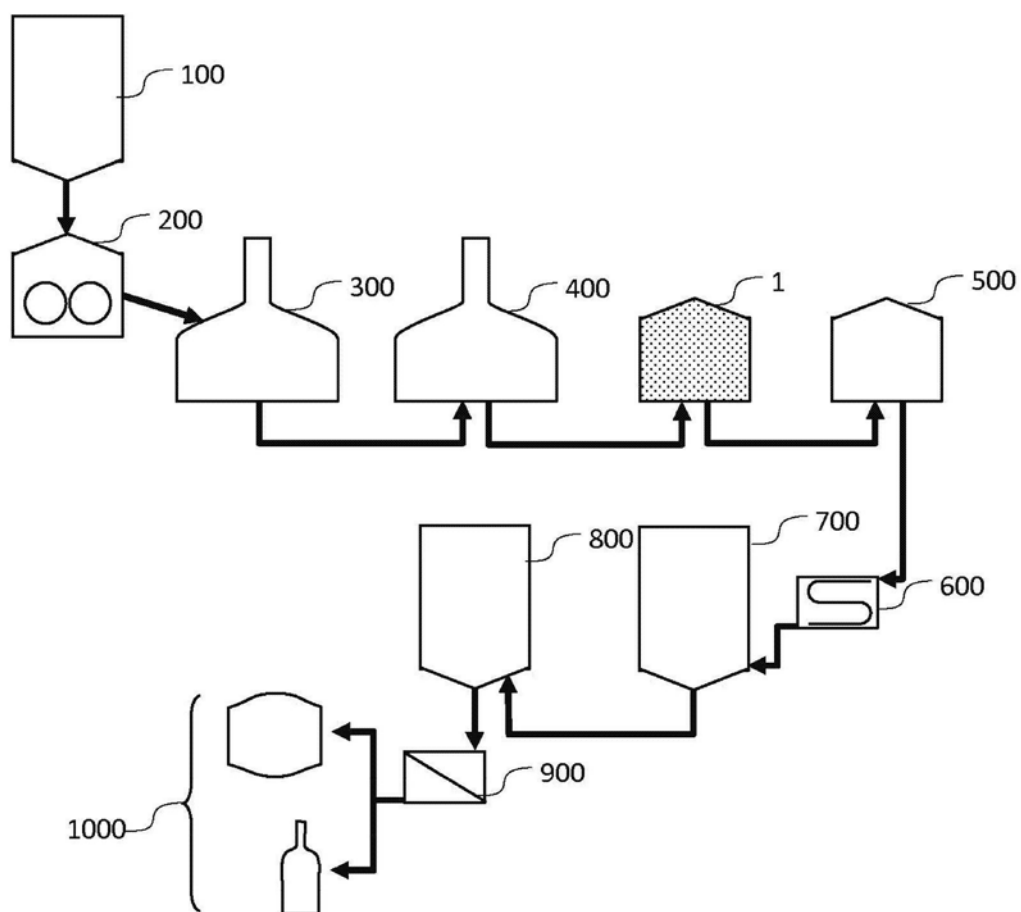


图1

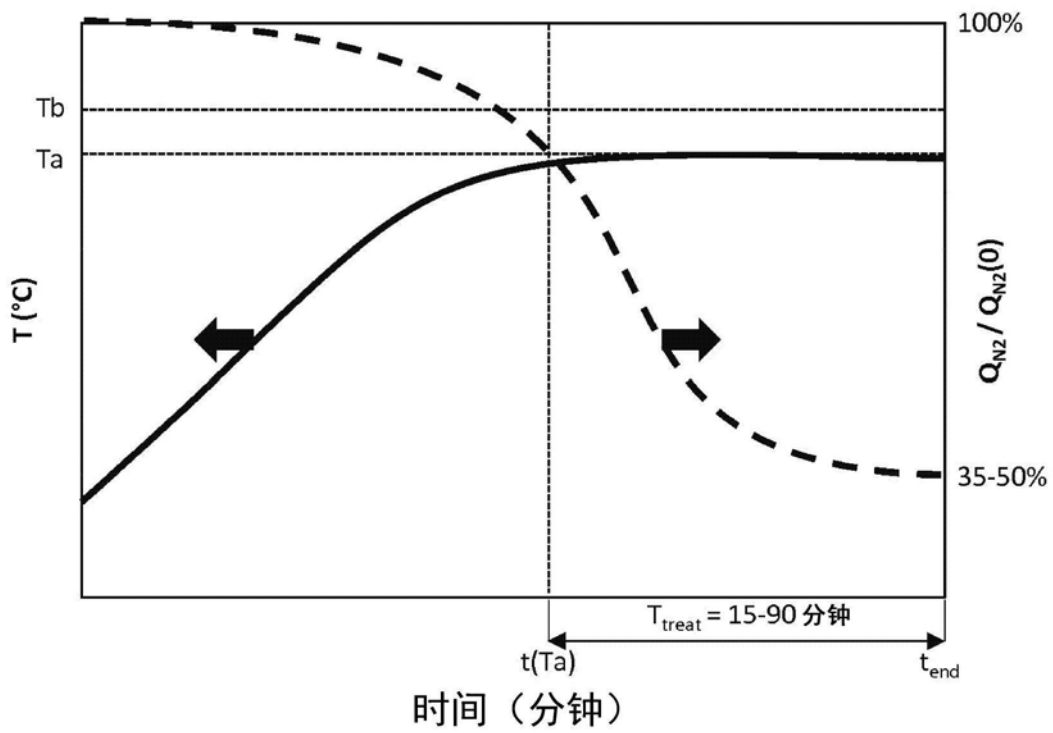
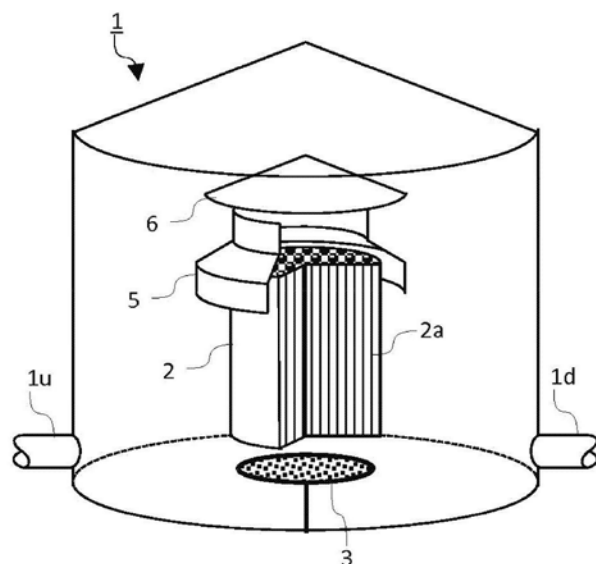
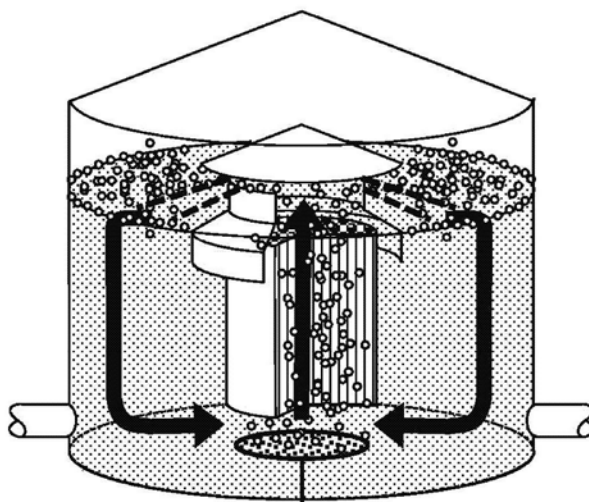


图2



(a)



(b)

图3

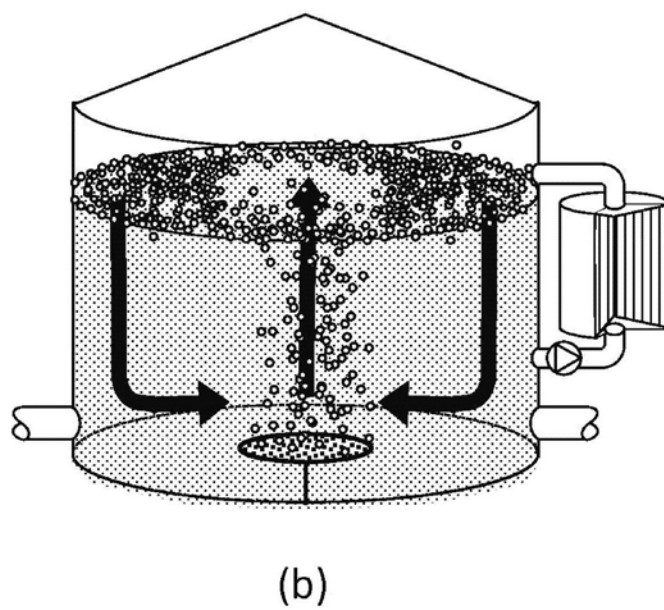
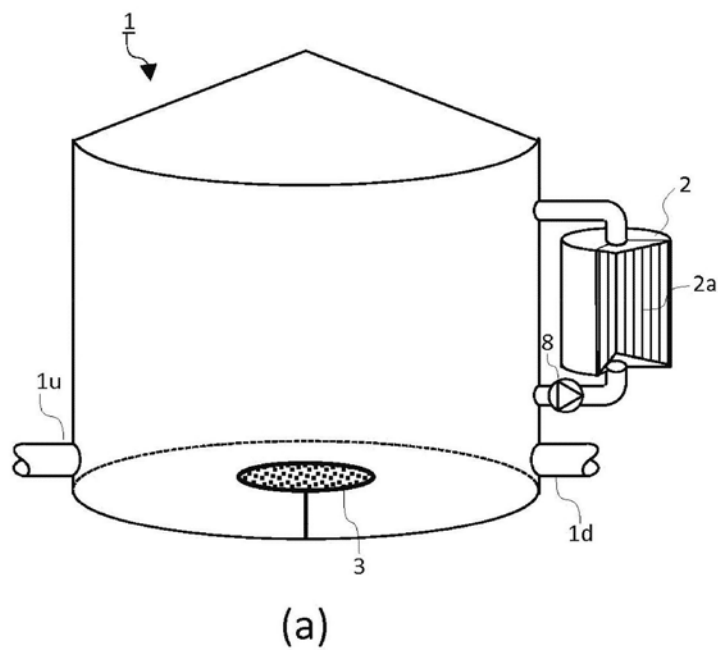
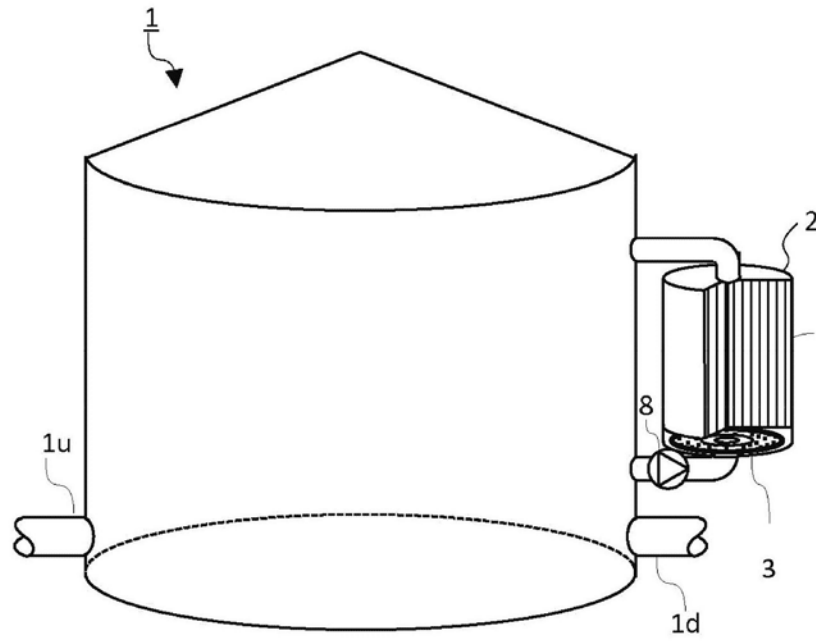
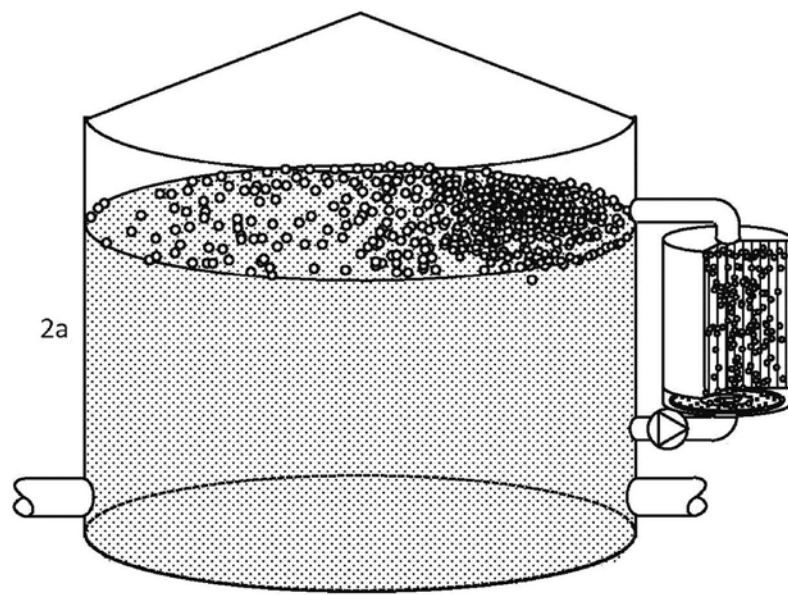


图4



(a)



(b)

图5

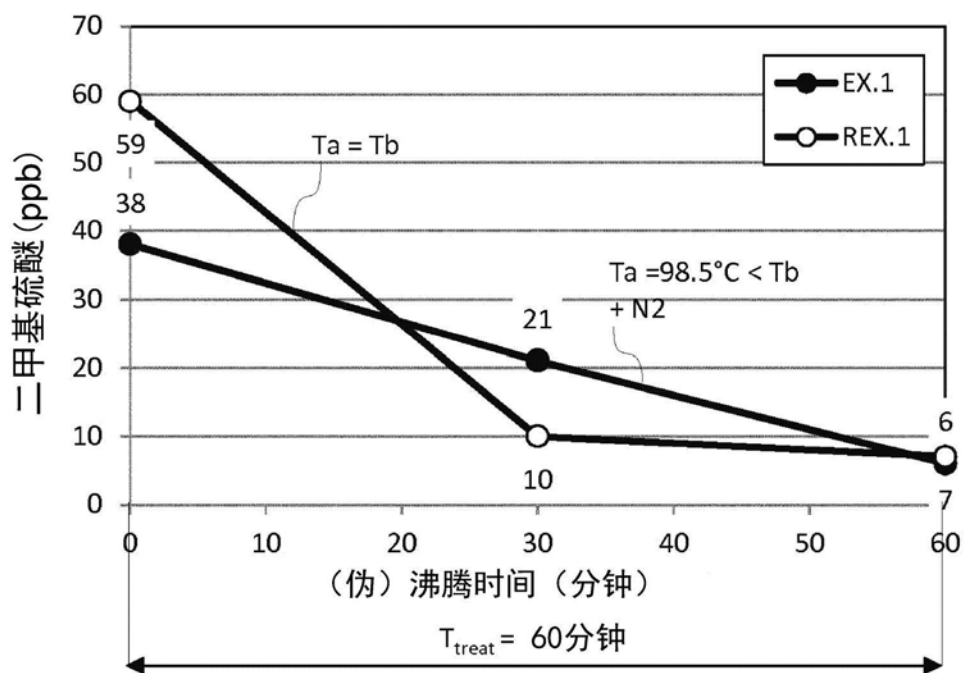


图6

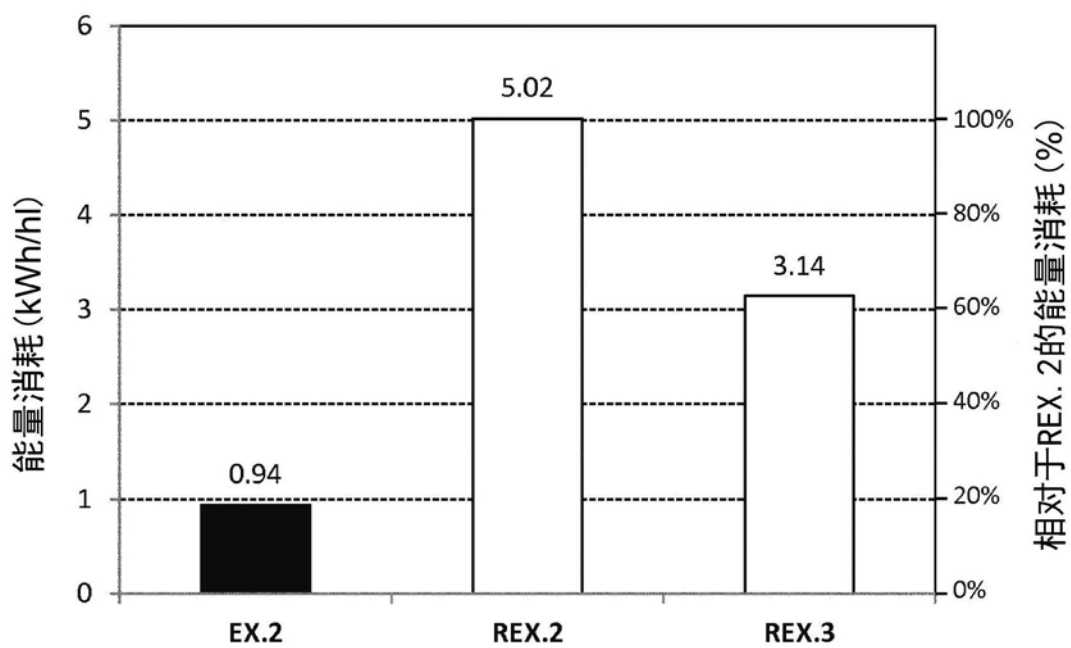


图7