



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105688429 B

(45)授权公告日 2018.08.24

(21)申请号 201610141870.X

(22)申请日 2012.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105688429 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(30)优先权数据

2006776 2011.05.13 NL

(62)分案原申请数据

201280023781.5 2012.05.14

(73)专利权人 菲仕兰产品有限公司

地址 荷兰阿姆斯特福特

(72)发明人 赫拉尔杜斯·阿德里安乌斯·约瑟

夫斯·范 吉尔斯

卡罗利耶纳·马尔让·施罗德-吉

伊特

扬·科恩·阿克曼

马蒂杰恩·巴斯蒂安·福克斯

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 李静 马强

(51)Int.Cl.

B01D 1/06(2006.01)

B01D 1/28(2006.01)

审查员 许远平

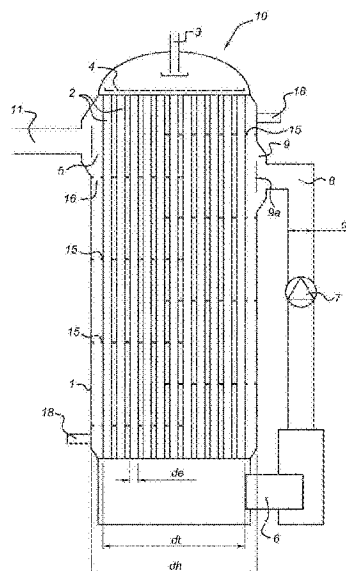
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

蒸发器系统及其组合和相关操作方法

(57)摘要

本申请提供了机械蒸汽再压缩型的蒸发器系统,其具有壳体(1)和彼此平行地定位的蒸发器管(2)。与分配元件(4)流体连通的产品入口(3)被连接至蒸发器管(2),并且,次级通道(5)被形成于壳体(1)的内表面与蒸发器管(2)的外表面之间。水蒸气液体分离器(6)被定位在蒸发器管(2)和次级通道(5)的底侧处。压缩器(7)与水蒸气液体分离器(6)的水蒸气出口流体连通,并且,第二传输管(8)被连接至次级通道(5)的入口(9)。该多个蒸发器管中的每个蒸发器管(2)具有至少50mm的内径(de)。



1. 一种机械蒸汽再压缩型的蒸发器系统,包括:壳体(1)和彼此平行地定位的多个蒸发器管(2),产品入口(3),所述产品入口与连接至所述多个蒸发器管(2)的分配元件(4)流体连通,

次级通道(5),所述次级通道形成于所述壳体(1)的内表面与所述多个蒸发器管(2)的外表面之间,

水蒸气液体分离器(6),所述水蒸气液体分离器定位在所述多个蒸发器管(2)和所述次级通道(5)的底侧,

压缩器(7),所述压缩器与所述水蒸气液体分离器(6)的水蒸气出口流体连通,

以及第二传输管(8),所述第二传输管连接至所述压缩器和所述次级通道(5)的入口(9),

其中,所述次级通道(5)的入口(9)设置有导板(9a),所述导板构造成增强蒸汽流入所述次级通道(5)中,

其中,所述多个蒸发器管中的每个蒸发器管(2)具有至少50mm的内径(d_e),

其中,多个水平定向的挡板(15)被设置在所述壳体(1)中,每个所述挡板在结构上支撑所述多个蒸发器管(2)的至少一部分,并且其中,所述挡板(15)在所述蒸发器管(2)与所述壳体(1)之间的区域中设置有通路(16),

其中,所述壳体(1)在所述壳体(1)的顶部和/或底部中包括空气释放管(18)。

2. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述挡板(15)被定位为,沿所述壳体(1)的纵向方向看,部分地重叠。

3. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述挡板(15)在相邻蒸发器管(2)之间的区域中设置有次级通路。

4. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述挡板(15)被设置为随着距所述次级通道(5)的入口(9)距离逐渐增加,彼此间的距离逐渐减小。

5. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述第二传输管(8)具有至少为900mm的内径(d_s)。

6. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,两个相邻蒸发器管(2)之间的距离是所述蒸发器管(2)的内径(d_e)的至少1.4倍。

7. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述壳体(1)的内径(d_h)大于平行定位的所述多个蒸发器管(2)的组合直径(d_t)。

8. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述壳体(1)设置有具有相应内径的至少一个截面,其中,所述至少一个截面的内径(d_h)随着离所述次级通道(5)的入口(9)的距离的逐渐增加而减小。

9. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述壳体(1)具有与所述蒸发器管(2)的长度基本上对应的高度,其中,所述次级通道(5)的入口(9)被定位在所述壳体(1)的顶部中。

10. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述壳体(1)具有与所述蒸发器管(2)的长度基本上对应的高度,其中,所述次级通道(5)的入口(9)被定位在所述壳体(1)的高度的1/3与2/3之间。

11. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,其中,所述蒸发器管(2)由节约型双相钢制成。

12. 根据权利要求1所述的蒸发器系统,还包括反馈通道,所述反馈通道用于在所述壳

体(1)的底侧中收集第一流体,并使所述第一流体重新引入于所述分配元件(4)中。

13.至少两个根据权利要求1至12中任一项所述的蒸发器系统的组合,其中,至少两个所述蒸发器系统以串联结构连接。

14.根据前述权利要求1至12中任一项所述的蒸发器系统的操作方法,其中,所述多个蒸发器管(2)内的水蒸气的水蒸气速度被限制为小于25m/s。

15.根据权利要求14所述的方法,其中,所述第二传输管(8)内的水蒸气的水蒸气速度被限制为小于60m/s。

蒸发器系统及其组合和相关操作方法

[0001] 本申请是申请日为2012年5月14日、申请号为201280023781.5且发明名称为“蒸发器系统及其组合和相关操作方法”的发明专利申请(对应的国际申请为PCT/NL2012/050331)的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种机械蒸汽再压缩型的蒸发器系统。更特别地,本发明涉及一种蒸发器系统,其包括:壳体和彼此平行地定位的多个蒸发器管;产品入口,与连接至所述多个蒸发器管的分配元件流体连通;次级通道,形成于所述壳体的内表面与所述多个蒸发器管的外表面之间;水蒸气液体分离器,定位于所述多个蒸发器管和所述次级通道的底侧;压缩机,与所述水蒸气液体分离器的水蒸气出口流体连通;以及第二传输管,连接至所述压缩机及次级通道的入口。

背景技术

[0003] 英国专利公开GB-A-1 458 492公开了一种用于使盐水脱盐的热压缩型的设备。设置了许多蒸发器管,管40的公称直径被规定为在50-100mm之间。此设备的重要特征是,其在低于大气压的压力下工作(以降低盐水的沸点)。

[0004] 美国专利公开US-A-3 244 601公开了一种使用波纹管42的有凹槽管状蒸馏设备。被公开的管道42的直径是2.5至6英寸。

[0005] 英国专利公开GB-A-967 929公开了一种蒸发器系统,具有类似于MVR型系统的结构。第5页,第71-79行的一段讨论了图8的图表,并提到从1英寸开始以及更高(1.5,2和4英寸)的管径。此文献指出,在该系统中使用更高的蒸汽速度是有利的。此文献还公开了其中多个蒸发器系统被串联的实施方式。

[0006] 国际专利公开W02010/079148公开了一种用于在流体之间进行热交换的热虹吸管蒸发器,包括用于为第一流体形成流径的多个平行定位的空心管。

[0007] 欧洲专利公开EP-A-1 767 257公开了一种用于处理液体的装置,包括具有主蒸发器和压缩机装置的机械蒸汽再压缩(MVR)型的蒸发器。

发明内容

[0008] 本发明寻求提供一种改进的蒸发器系统,其具有比现在的蒸发器系统更高的效率。

[0009] 根据本发明,提供了一种根据以上前序阐述的蒸发器系统,其中,多个蒸发器管中的每个蒸发器管具有至少50mm的内径。这将相当大地减小蒸发器系统中的压降,从而提高蒸发器系统的效率。

[0010] 在另一实施方式中,第二传输管具有至少900mm的内径,例如,1000mm。这将减小蒸发器系统的另一部分中的压降,再次使得效率增加。

[0011] 在又一实施方式中,两个相邻的蒸发器管之间的距离是蒸发器管的直径的至少

1.4倍。再次,这将使得在蒸发器系统中产生更小的阻力,以及因此产生更低的压降。

[0012] 在又一实施方式中,壳体具有比多个平行定位的蒸发器管的组合直径更大的内径。结果,可提供给水蒸汽流更大的可用的体积,再次,使得在蒸发器系统中产生更低的压降,并使得效率增加。

[0013] 在又一实施方式中,在壳体中提供有多个水平定向的挡板,每个挡板在结构上支撑所述多个蒸发器管的至少部分。在又一实施方式中,在壳体的纵向方向上看,挡板被定位为部分地重叠,其结果是,产生出曲折的流径。在又一实施方式中,挡板在蒸发器管与壳体之间的区域中被设置有通路,进一步降低了压降。在又一实施方式中,挡板在相邻的蒸发器管之间的区域中被设置有次级通路,其结果是,水蒸汽流的阻力甚至可以被进一步减小。

[0014] 在一个实施方式中,挡板被设置成随着距入口的距离增加而彼此间的距离减小。结果,在蒸发器系统中形成更有效的蒸汽路径。

[0015] 在一个特定实施方式中,壳体具有与蒸发器管的长度基本上对应的高度,其中,入口部分被定位在壳体的顶部中。作为替代实施方式,壳体具有与蒸发器管的长度基本上对应的高度,其中,入口部分被定位在壳体的高度的1/3与2/3之间,例如,定位在壳体的高度的一半处。因而改进了蒸汽在壳体内部的循环。

[0016] 在又一实施方式中,壳体在壳体的顶部和/或底部中包括排气管。这允许排出被限制在蒸发器系统中的空气,从而进一步提高蒸发器系统运行中的效率。

[0017] 在又一实施方式中,蒸发器管由节约型双相钢(lean duplex steel)制成,其对应应用在蒸发器系统中的长管提供足够的强度和硬度。

[0018] 在又一实施方式中,蒸发器系统进一步包括反馈通道,该反馈通道用于在壳体的底侧中收集第一流体,并将第一流体重新引入在分配元件中。使用多通技术可增加达到高浓缩度产品的蒸发器系统的效率。

[0019] 本发明进一步涉及根据任何一个本发明实施方式的至少两个蒸发器系统的组合,其中,该至少两个蒸发器系统以串联构造连接。

[0020] 在另一方面中,本发明涉及一种操作根据任何一个本发明实施方式的蒸发器系统的方法,其中,该多个蒸发器管内的水蒸气的水蒸气速度被限制为小于25m/s,例如,小于20m/s。这具有减小系统中的内部阻力(internal drag)的效果,结果是效率被提高。

[0021] 在又一实施方式中,第二传输管内的水蒸气的水蒸气速度被限制为小于60m/s。这在系统中的内部阻力和内部损耗上也具有有利的效果,使得效率提高。

附图说明

[0022] 下面将参考附图,使用许多示例性实施方式,更详细地讨论本发明,其中:

[0023] 图1示出了被用在本发明实施方式中的单个蒸发器管的横截面图;

[0024] 图2示出了其中本发明的多个实施方式被执行的蒸发器系统的横截面图;

[0025] 图3示出了本发明的蒸发器系统的另一实施方式的横截面图。

具体实施方式

[0026] 蒸发器系统在许多应用中被广泛地使用,所述应用例如,乳清(奶酪制造的副产品)的干燥。机械蒸汽再压缩(MVR)型的蒸发器系统的引入已经通过使用机械压缩器有效地

再利用热量,而提高了水提取过程的效率。

[0027] 这些年来,蒸发器系统在效率方面已得到改进,但是,目前的蒸发器系统的实现方式看起来功能仍未达最佳水平。令人惊讶地发现,在蒸发器系统的并不期望的部分中存在压力差(其是用于使待处理的流体和其他被用在蒸发器系统中的流体循环的驱动力),或者,某些部分中的压力差比预期的高。

[0028] 在图1中,示出了在MVR型蒸发器系统(使用多个基本上彼此平行定位的蒸发器管2,进一步的结构细节见下面)中使用的蒸发器管2的简化横截面图。蒸发器管2提供了限制,将产品/水蒸气侧2a限制在蒸发器管2内,并将蒸汽侧2b限制在蒸发器管2外。待经受蒸发工艺的产品(进料20,例如,流体产品,例如,乳清或浓缩的乳清)进入系统,并用分配元件4(在所实施方式中,另外设置有可选的水蒸气管4a)分配在多个蒸发器管2上。产品在蒸发器管2中像薄膜一样沿着蒸发器管2的内表面向下流动。蒸发器管材料在蒸汽侧2b被输入的水蒸气24从外表面加热。这导致流体的部分蒸发,并且由于压力差使得水蒸气向下流动。在蒸发器管2的底部处,在产品/水蒸气侧2a中,产品的处理过的部分(“浓缩物”21)可被收集(例如,使用底侧处的简单的出口结构),并且被蒸发的成分(“水蒸气”22)还可以被提取(并在MVR系统中作为蒸汽被重新使用)。蒸汽侧中的部分蒸汽将冷凝在蒸发器管2的外表面上,并且也可在蒸汽侧部分2b的底部处被收集(“冷凝物”23)。

[0029] 此蒸发工艺的效率取决于许多因素。水蒸气在蒸发器管2中由于压力差而向下流动。水蒸气速度越高,压力差将越大($dp \sim v^2$)。根据众所周知的蒸汽表(steam table),在饱和水蒸气中的压力差还与温度差直接相关。

[0030] 在代表性的现有MVR系统中,在蒸发器管的底部中蒸汽速度 $> 25\text{m/s}$,并且测得的压力差(在蒸发器管2的顶部(位置 T_{p0})与底部(位置 T_{p1})之间,也见图2)是15毫巴(mbar),其相当于 1.5°C 的温度差。因此,如果 $T_{p1} = 60^\circ\text{C}$,那么 $T_{p0} = 61.5^\circ\text{C}$ 。如果蒸汽温度 $T_s = 65^\circ\text{C}$,那么蒸汽与产品之间的平均温度差仅是 4.2°C ,而不是 5°C ,这就导致15%的效率损失。

[0031] 根据本发明实施方式,在MVR型的蒸发器系统的此部分中提供了改进,但是在其他部分中也提供了改进,如参考图2所示的MVR型的蒸发器系统10的示意图将要被说明的。对本发明的蒸发器系统的至少一些创新改进的结果是,水蒸气速度被减小至小于 25m/s ,优选地,小于 20m/s ,更优选地在 $15\text{--}20\text{m/s}$ 之间,优选地, $10\text{--}15\text{m/s}$ 。这使得在水蒸气管2中具有更小的温度差,在 0.05 和 0.2°C 之间。

[0032] 通常,MVR型蒸发器系统包括壳体1,所述壳体容纳多个基本上彼此平行地定位的蒸发器管2。待处理的产品(流体,例如乳清)通过产品入口3被引入,所述产品入口与连接至该多个蒸发器管2的分配元件4流体连通。结果,使用(例如打孔的或冲孔的板形状的)分配元件4,待处理的产品被分配在该多个蒸发器管2上方。

[0033] 次级通道5被形成在壳体1的内表面与该多个蒸发器管2的外表面之间,允许使用例如蒸汽来加热蒸发器管2。水蒸气液体分离器6被定位在所述多个蒸发器管2和次级通道5的底侧处,并且压缩机7与水蒸气液体分离器6的水蒸气出口流体连通。第二传输管8被连接至压缩机7和次级通道5的入口9。

[0034] 蒸汽入口11可以被分离地设置,以通过允许热蒸汽被引入壳体1,而允许蒸发处理的开始。蒸汽加热蒸发器管2,结果,水蒸气被形成并且在蒸发器管2中(即,在如图1中所示的产品/水蒸气侧2a中)向下流动。源自蒸发器管内部的蒸汽和浓缩物在壳体1的底侧处被

收集,并被水蒸气液体分离器6分离。然后,水蒸气被用压缩器7压缩,即,能量被加到水蒸气上。使用第二传输管8和入口9(即,在图1所示的蒸汽侧2b处),被压缩的(且由此再次加热的水蒸气)被重新引入壳体1中。

[0035] 为了提高蒸发器系统1的效率,已经在系统的部分中进行了许多技术改进。这些特征可分别地、与一些特征组合地、或者与所有特征组合地被执行。

[0036] 在已知的蒸发器系统中,被用作蒸发器管2的管具有标准尺寸,例如,38mm(内径)。为了减小蒸发器系统1的产品/水蒸气侧2a中(即,该多个蒸发器管2的内部)的压降,在本发明的一个实施方式中,所述多个蒸发器管的每个蒸发器管2具有至少50mm的内径 d_e (见图2)。例如,蒸发器管2的内径在50-95mm之间,更优选地,在55-95mm之间,或在65-95mm之间,例如,在65-80mm之间。在另一典型实施方式中,蒸发器管2的内径在80和95mm之间。为了给蒸发提供足够的接触面,这将增大该多个蒸发器管2(具有相同数量的管2,可能甚至需要更大数量的管2)的总直径 d_t 。虽然使用更大直径的管道2会伴随整个蒸发器系统1更高的成本,但是在实际操作过程中,效率的增加和随之而来的蒸发器系统1能耗的降低将快速地抵消增加的成本。

[0037] 基于63℃下的20.000kg/hr的水蒸汽(=148.000m³/hr)和750个蒸发器管2,在这种蒸发器系统1具有可变内径 d_e 的蒸发器管2的代表性实施方式中,在以下蒸发器管2中产生相应的水蒸气速度是:

[0038]

$d_e=50\text{ mm}$	水蒸气速度=25 m/s
$d_e=55\text{ mm}$	水蒸气速度=21 m/s
$d_e=65\text{ mm}$	水蒸气速度=15 m/s

[0039]

$d_e=80\text{ mm}$	水蒸气速度=10 m/s
--------------------	--------------

[0040] 在其他实施方式中,蒸发器系统1的蒸汽侧2b中的压降被减小,例如,在其中第二传输管8具有至少900mm(例如,1000mm(用于20.000kg/hr的水蒸汽流))的内径 d_s 这样的实施方式中。这将减小第二传输管8中的水蒸气速度,例如,从80-100m/s减小至大约60m/s。例如,管道8具有标准的800mm的直径,25000kg/hr的水蒸汽在63℃下产生93m/s的水蒸气速度。将管道8的直径改变为1000mm,在63℃下将产生60m/s的水蒸气速度。当具有更低的水蒸气速度,例如,10.000kg/hr时,为了获得大约60m/s的水蒸气速度,第二传输管8的内径 d_s 仅需被增加至700mm。

[0041] 另外地或替代地,通过控制以减小蒸汽传输或以减小例如压缩器7的容量,蒸汽速度的减小可以被实现。

[0042] 在又一实施方式中,两个相邻的蒸发器管2之间的中心到中心的距离是蒸发器管2

的直径 d_e 的至少1.4倍,例如至少是70mm(注意,在现有的MVR设计中,管道之间的中心到中心的距离大约是管径的1.2-1.3倍)。此实施方式的中心到中心的距离的增加并不一定会导致壳体1的更大的直径 d_h 。在极端的情况中,该多个管2的总直径 d_t 可变得等于壳体直径 d_h 。在又一实施方式中,两个相邻的蒸发器管之间的最短距离在15-40mm之间。这还将减小蒸发器系统1的蒸汽侧2b中的水蒸汽所经受的阻力,其结果是,热量将更有效地被传递至该多个蒸发器管2的内表面上的产品。

[0043] 在实际使用的蒸发器系统10中,具有大量蒸发器管2。考虑到成本因素,可以使用具有特定标准尺寸的市面有售(标准的)管2,例如,具有1、1.2或1.25mm(取决于蒸发器管2的直径)管壁厚的管。

[0044] 该多个蒸发器管2被基本上彼此平行地定位,例如,使用例如挡板形式的水平定向的结构15。蒸发器管2的组合具有如图2所示的总直径 d_t 。在一个实施方式中,壳体1具有内径 d_h ,其大于该多个平行定位的蒸发器管2的组合直径或总直径 d_t ,例如,至少大5%,甚至大至少10%,或甚至大至少15%。这是与管2的一通常间隔的组合,即,管2的中心到中心之间的距离大约是管径 d_e 的1.2-1.3倍。结果,为蒸发器系统1中的蒸汽流创造了更大的空间,其有效地减小了蒸发器系统1的蒸汽侧2b中的压降,从而增加效率。

[0045] 为了允许使蒸汽以有效方式与蒸发器管2的外表面接触,在又一实施方式中,在壳体1中设置多个水平定向的挡板15,每个挡板15在结构上支撑该多个蒸发器管2的至少部分。在又一实施方式中,挡板15被定位为,在壳体的纵向方向上看部分地重叠,为蒸汽提供了更曲折的图案。

[0046] 可采取其他措施以增加效率,例如,通过在壳体1的蒸汽侧2b中使用旁通特征。在一个实施方式中,这通过使挡板15在蒸发器管2和壳体1之间的区域中设置有通路16来实现。用于蒸汽的此额外空间将产生更低的压力损失,从而增加效率。在又一实施方式中,挡板15在相邻的蒸发器管2之间的区域中另外地或替代地被设置有次级通路。理论上,这将导致蒸发器管中的温度差进一步减小0.5℃,使蒸发器系统10的能量效率更高。

[0047] 为了进一步提高蒸发器系统1的效率,在另一实施方式中,挡板被设置成,随着距入口9的距离增加而彼此间的距离减小(即,在入口9上方的蒸发器系统10的向上方向上,和在入口9下方的向下方向上)。例如,在壳体的入口9处以相互距离大约为1.5m开始,在壳体的顶部(相应的,壳体的底部)处相互距离大约为1.0m或甚至更小。这在壳体1的远离入口9的部分提供了更多的和更小的弯折,迫使蒸汽在壳体中蒸汽流最低的地方,更曲折且更快地移动。这些更小距离的目的是,将俘获在内的空气推至蒸发器的顶部(和相应的,底部),并例如,使用空气释放管18将其从系统有效地去除。在所示实施方式中,在壳体1的顶部和底部均设置有空气释放管18,作为一个替代实施方式,可以仅提供一个空气释放管18。

[0048] 特定地,为了进一步提高空气释放管18的有效性,通过确保流体使用了由挡板15限定的整个轨道,对空气释放管18附近的最后的挡板15不提供通路16。

[0049] 在又一实施方式中,壳体1被设置有至少一个(例如,两个或三个)具有相应的内径 d_h 的截面,其中,该至少一个截面的内径随着离入口9的距离的增加而减小。在最靠近入口9的截面中,水蒸气流的质量将是最大的。离入口越远,水蒸气流的质量将越小,允许在蒸发器系统10中仍保持非常低的阻力的同时,使用更小的内径 d_h 。内径的变化可以是阶梯式的(例如,以一个或两个梯级),或是渐进式的(例如,当仅具有一个截面时)。

[0050] 在蒸发器系统10的实施方式中,使用的蒸发器管2的长度取决于蒸发器系统的实际使用。根据蒸发器系统10的工作参数(水蒸气速度、蒸发器管2上的蒸汽/产品的温度差),长度是例如大于8m(甚至高达20m的长度)。

[0051] 在其中壳体具有的高度与蒸发器管2的长度基本上对应并且其中入口部分9被定位在壳体1的顶部中的一个实施方式中,实现了效率的提高。从而,蒸汽在壳体1的一端处被引入,并被迫向下通过壳体1。

[0052] 在又一替代实施方式中,壳体1的高度与蒸发器管2的长度基本上对应,并且入口部分9被定位在壳体1的高度的大约1/2处(更一般地,被定位在总高度的1/3和2/3之间)。例如,当蒸发器系统1的总高度是大约20m时,在此实施方式中入口部分9被设置在蒸发器系统的底部上方的大约10m处。这正好在压缩机7上方,(因为可达性及与水蒸气液体分离器6的关系等原因),压缩机7通常位于蒸发器系统1的底部上方的大约3-4m处。结果,从压缩机7到入口部分9的管道8更短,从而更有效。额外效果是,蒸汽以更有效的方式遍布在壳体1的内部(即,蒸汽侧2b),因为其能够以几乎相等的量向上和向下运动。

[0053] 为了进一步增强遍布蒸汽在壳体1的内部流动,在又一实施方式中,入口部分9设置有导板9a。导板9a可位于入口部分9中的第二传输管8的连接侧处。在又一实施方式中,入口部分9被设置为围绕壳体圆周的一部分或甚至整个圆周的水蒸气入口,并且,导板9a可以被设置为入口部分9的一部分(例如,以圆筒的一部分的形状)。

[0054] 通过又一实施方式,可获得效率进一步可能的提高,其中,壳体1包括位于壳体1顶部中的空气释放管18。空气可被俘获在蒸发器系统1中。因为空气是一种不良的导热介质,另外,空气在蒸发器的工作条件下将不会冷凝,所以,所俘获的空气将导致效率降低。通过安装空气释放管18,可有效地去除俘获的空气。

[0055] 在蒸发器侧2b的蒸汽侧2b中可能被俘获的空气比在入口9处提供的蒸汽更重。为了确保迫使被俘获的空气向上到达空气释放阀18,蒸汽的速度应足够高。这可由压缩机7控制,但是,也取决于壳体1中的蒸汽路径,例如,所述路径由挡板15的定向和位置决定。

[0056] 允许减小在蒸发器系统10的产品/水蒸气侧2a和蒸汽侧2b中的压降的特征被布置为,例如,提供与(蒸发器系统的蒸汽侧2b中的)压缩机7的容量相关的最大压降。例如,整个产品/水蒸气侧2a和蒸汽侧2b中的最大压降被限制为压缩机7可提供的压力增加的5%。整个产品/水蒸气侧2a和蒸汽侧2b中的压降是蒸发器管2(包括流入和流出损失)、压缩机7的下游和上游的管道(第二传输管8)、包括可选的导板9a的入口部分9、以及蒸发器系统10的包括水蒸气液体分离器6的下部中的压降的总和。

[0057] 优选地,本发明实施方式的蒸发器管2由304或316L不锈钢制成,更优选地,由节约型双相钢制成。此类型的钢允许在使用更小厚度(例如,0.8mm或甚至0.6mm)的蒸发器管2中具有相同的硬度和结构强度,同时仍保持良好的热传递特性(通常,热传递随着厚度的减小而增加)。通常,四种主要类型的双相钢是可用的,包括节约型双相钢、标准双相钢、超双相钢(super duplex)和超高双相钢(hyper duplex)。这些类型之间的差异是化学分析及其机械和腐蚀特性。它们的相似性是,其均具有铁素体固化物,并且,奥氏体形成在大约1 420℃时开始,在大约800℃时奥氏体形成结束。双相钢具有两种晶体结构的事实使得产生了对钢的使用者有利的所需特性。铁素体基本上具有高的强度和对于SCC(应力腐蚀开裂)的耐受性,奥氏体具有延展性和一般的耐腐蚀性。在一构造中选择双相钢通常能够由于更高的强

度而减小板厚,从而减小所述构造的重量。节约型双相钢具有低Ni含量,并且组合了高强度与良好的抗疲劳性、非常好的可焊接性(当使用正确的技术时)、良好的耐腐蚀性和高能量吸收性。

[0058] 在又一实施方式中,蒸发器系统10还包括反馈通道,所述反馈通道用于在壳体1的底侧中收集第一流体并将该第一流体重新引入于分配元件4中。待处理的流体可因此经过多个通道(例如,4个通道蒸发循环),有效地达到更高的蒸发度。

[0059] 在图3中示意性地示出了一个代表性实施方式,其中,相似的数字表示图2的实施方式的相似元件。为了防止产品的向前和向后混合,应用了底部22中的产品收集元件和壳体的顶部中的分配元件4。此外,产品入口3分成两个部分3a和3b,其中,未处理的产品在部分3a中被引入,并且已处理一次的产品在部分3b中被引入。用分隔壁20(其可一直延伸至蒸发器管2的顶部)将分配元件4分成两个半部4a、4b。底部分隔壁21被定位在壳体1的底部22中(例如,从保持蒸发器管2的底板悬挂)。例如,通过使底部分隔壁21的一部分倾斜(例如,以20和30°之间倾斜),底部分隔壁21设置有开口19,以获得产品的良好分离。此外,开口19也适合于允许获得小于60m/s的水蒸气速度。

[0060] 在另一实施方式中,将整个蒸发器系统10分成两个或多个部分。接下来,在蒸发器系统中可选择特定尺寸的元件以进一步提高蒸发器系统10的效率。例如,在蒸发器系统的第一部分中,管2的内径de可以是65mm,在第二(另一)部分中,是50mm。

[0061] 蒸发器系统1(使用再压缩的MVR型)的本发明实施方式可以作为至少两个根据任一项本发明实施方式的蒸发器系统10的组合被应用,其中,该至少两个蒸发器系统10以串联的结构连接。在这种多级蒸发器系统组合中,可实现非常高的蒸发率,例如,对于乳清来说,实现例如,从6%的干燥固体物到高达60%的干燥固体物。使用所有MVR型蒸发器系统1替代TVR(热水蒸气再压缩)型蒸发器系统或MVR和TVR蒸发器系统的混合,将降低操作过程中的总能耗。

[0062] 本蒸发系统10还可被应用于处理其他产品,例如,牛奶、渗透物、蔬菜汁、奶酪乳清、脱糖奶酪乳清、糖蜜、家用或工业废水、用过的培养基肉汤、切土豆水(土豆淀粉和蛋白质回收废水)、酿造/蒸馏流出物、造纸业废水。

[0063] 以上已经参考如图所示的多个代表性实施方式描述了本发明实施方式。部分零件或元件的修改和替代实现方式是可能的,并且,所述修改和替代实现方式包括在如所附权利要求中定义的保护范围内。

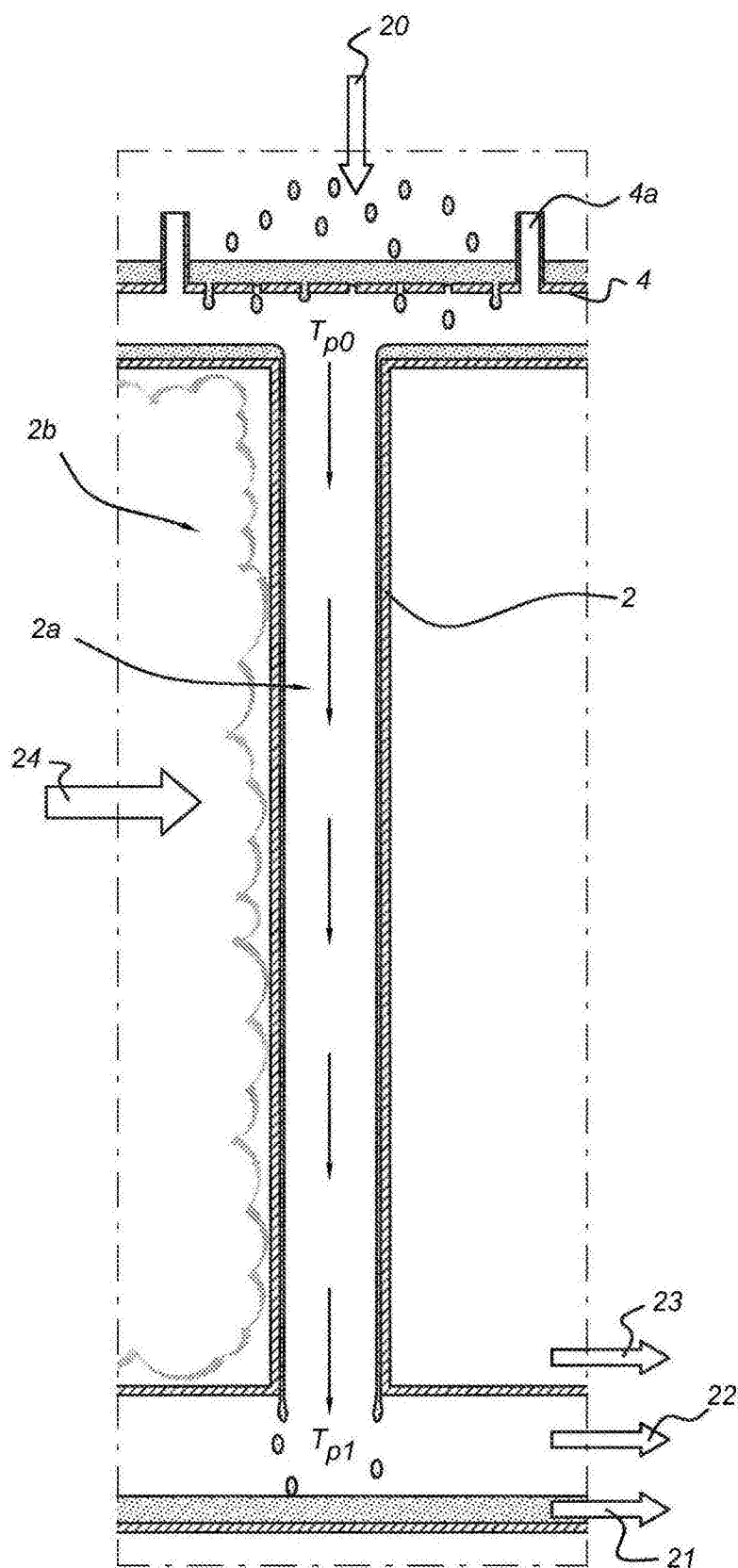


图1

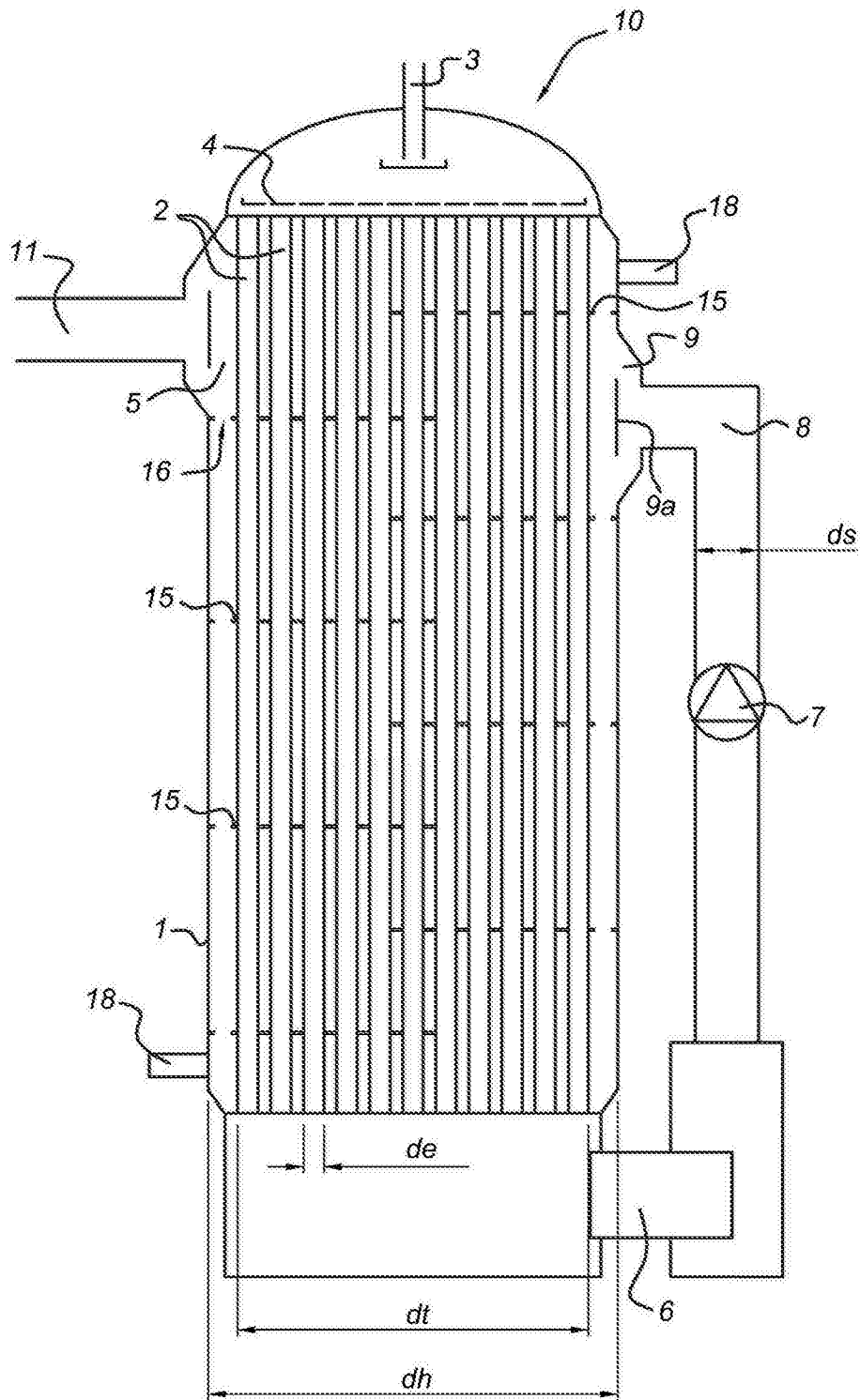


图2

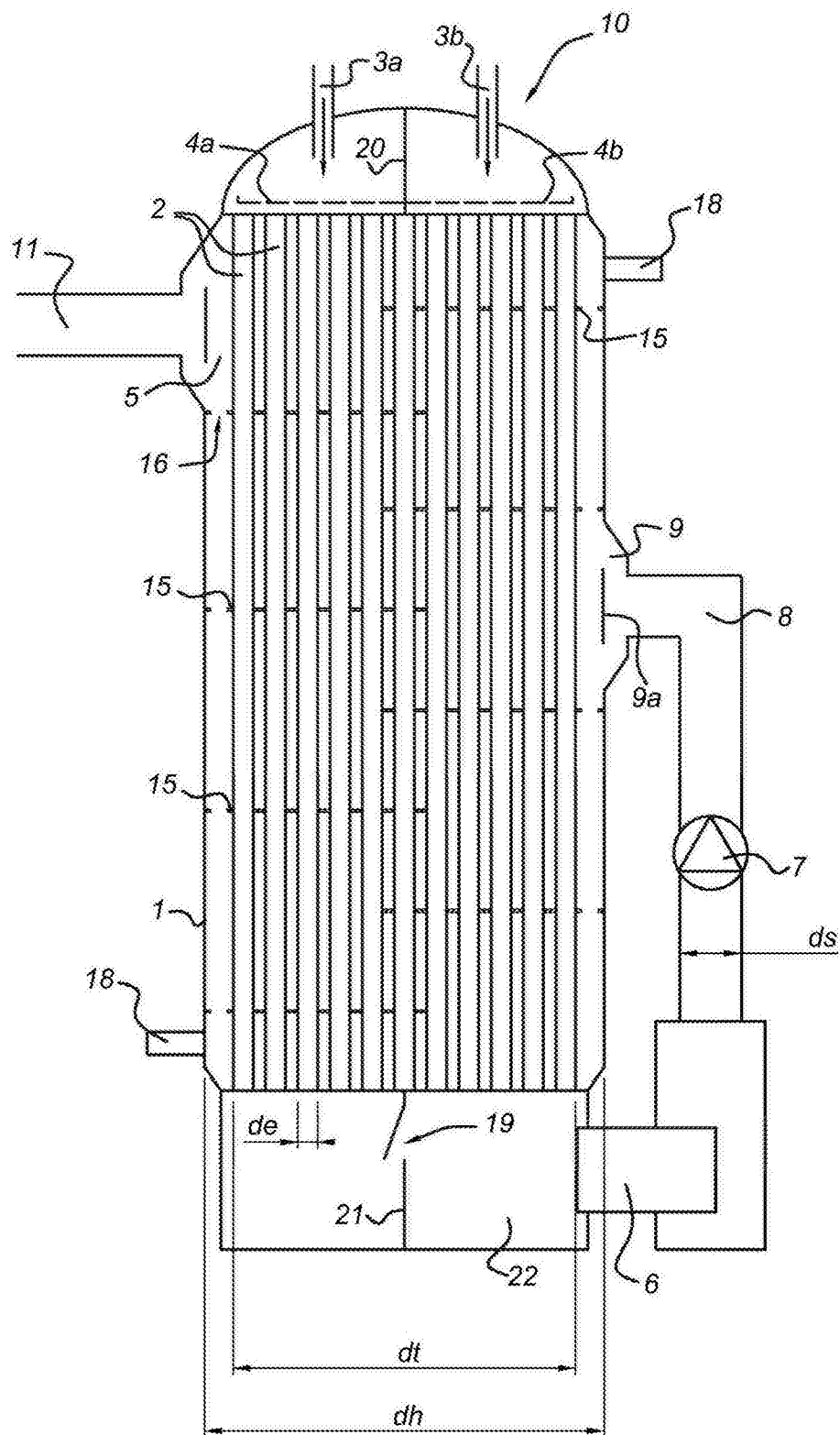


图3