



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105833559 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201610308288.8

审查员 牛蒙

(22)申请日 2016.05.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105833559 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(73)专利权人 耒阳金悦科技发展有限公司

地址 421849 湖南省衡阳市耒阳市遥田镇
电站居委会1组

(72)发明人 王宝华 高建 高宁宁

(74)专利代理机构 长沙星耀专利事务所(普通
合伙) 43205

代理人 龙腾

(51)Int.Cl.

B01D 3/10(2006.01)

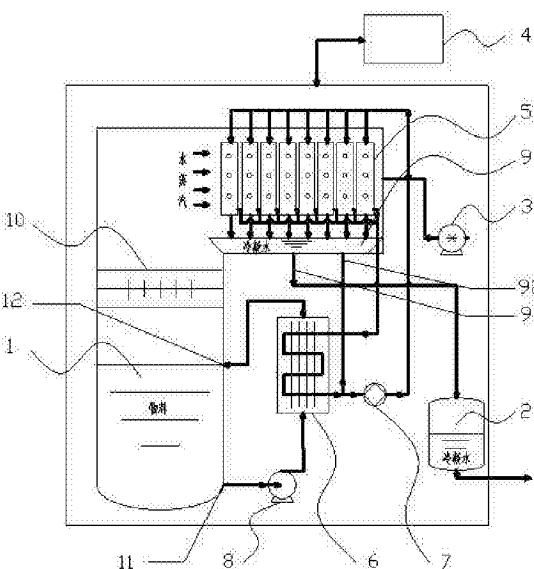
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种工业分离设备

(57)摘要

本发明提供了一种工业分离设备,涉及工业分离设备领域,本发明提供的工业分离设备包括物料与水进行蒸发分离的真空分离罐、水蒸汽形成二次蒸汽的分子压缩机构、强制循环泵、二次蒸汽与物料进行能量交换的热交换器、多级增压泵、冷凝水缓冲槽、冷凝水回收罐、真空泵机组及自动控制系统,本发明提供的工业分离设备相比传统的真空蒸馏塔,不但节能、环保,有效地降低了运行成本,还能使物料在10~40℃的温度范围内实现有效分离,不易使产品变性失活或产生有害物质,且整个分离过程采用自动控制系统进行参数和过程控制,控制精度高,操作简单。



1. 一种工业分离设备,包括真空分离罐(1)、冷凝水回收罐(2)、真空泵机组(3)及自动控制系统(4),所述真空分离罐(1)的出气口相连接于真空泵机组(3)的进气口,所述自动控制系统(4)可根据工艺要求自动调节现场设备的运行参数,其特征在于:所述工业分离设备还包括分子压缩机构(5)及热交换器(6),所述分子压缩机构(5)顶端开设有冷凝水入口端(51)、内设有多个串联的喷射器、底端设有气液分离区(53),所述喷射器包括第一腔室、喷嘴及第二腔室,所述喷嘴一端连接于第一腔室、另一端连接于第二腔室,第一个喷射器的第一腔室的顶端相连接于冷凝水入口端(51),最后一个喷射器的第二腔室的底端相连接于气液分离区(53),所述分子压缩机构(5)的外表面还开设有若干个通孔(54)且通孔(54)穿入第二腔室;所述真空分离罐(1)底部开设有出料口(11)、中部开设有进料口(12);所述分子压缩机构(5)的气液分离区(53)相连接于热交换器(6)且还相连接于冷凝水回收罐(2),所述真空分离罐(1)的出料口(11)相连接于热交换器(6)的进料口,所述热交换器(6)的出料口相连接于真空分离罐(1)的进料口(12)。

2. 根据权利要求1所述的工业分离设备,其特征在于:所述分子压缩机构(5)有若干个且其间隔排列成矩阵。

3. 根据权利要求2所述的工业分离设备,其特征在于:所述喷射器包括1号喷射器(521)、2号喷射器(522)及3号喷射器(523),所述2号喷射器(522)比1号喷射器(521)大且比3号喷射器(523)小。

4. 根据权利要求3所述的工业分离设备,其特征在于:所述通孔(54)每4个为一组,每组通孔(54)呈圆周均匀分布在分子压缩机构(5)的外表面且分别水平穿入1号喷射器的第二腔室(521c)内、2号喷射器的第二腔室(522c)内、3号喷射器的第二腔室(523c)内。

5. 根据权利要求4所述的工业分离设备,其特征在于:所述气液分离区(53)的底端开设有出水端(531)、侧面开设有二次蒸汽出口端(532),所述工业分离设备还包括多级增压泵(7),所述分子压缩机构(5)的出水端(531)及热交换器(6)的出水口均相连接于多级增压泵(7)的进水口,所述多级增压泵(7)的出水口相连接于分子压缩机构(5)的冷凝水入口端(51)。

6. 根据权利要求5所述的工业分离设备,其特征在于:还包括强制循环泵(8),所述真空分离罐(1)的出料口(11)相连接于强制循环泵(8)的进料口,所述强制循环泵(8)的出料口相连接于热交换器(6)的进料口,所述热交换器(6)的出料口相连接于真空分离罐(1)的进料口(12)。

7. 根据权利要求6所述的工业分离设备,其特征在于:还包括冷凝水缓冲槽(9),所述冷凝水缓冲槽(9)包括1号出水口(91)及2号出水口(92),所述分子压缩机构(5)的出水端(531)相连接于冷凝水缓冲槽(9)的进水口,所述冷凝水缓冲槽(9)的1号出水口(91)相连接于冷凝水回收罐(2)的进水口,冷凝水缓冲槽(9)的2号出水口(92)相连接于多级增压泵(7)的进水口,所述分子压缩机构(5)的二次蒸汽出口端(532)相连接于热交换器(6)。

8. 根据权利要求7所述的工业分离设备,其特征在于:所述真空分离罐(1)与分子压缩机构(5)之间设有除沫器(10),用于降低进入分子压缩机构(5)中的雾滴含量。

9. 根据权利要求5~8任一所述的工业分离设备,其特征在于:所述冷凝水回收罐(2)包括有1号调节阀(21)、2号调节阀(22)、3号调节阀(23)及4号调节阀(24),所述1号调节阀(21)位于冷凝水缓冲槽(9)的1号出水口(91)通向冷凝水回收罐(2)进水口的管道之间,所述2号调节阀(22)位于真空泵机组(3)通向冷凝水回收罐(2)的管道之间,所述3号调节阀

(23)位于冷凝水回收罐(2)通向外界的气体管道之间,所述4号调节阀(24)位于冷凝水回收罐(2)通向外界的液体管道之间;所述多级增压泵(7)包括5号调节阀(71)及6号调节阀(72),所述5号调节阀(71)位于热交换器(6)的出水口通向多级增压泵(7)的管道之间,所述6号调节阀(72)位于冷凝水缓冲槽(9)的2号出水口(92)通向多级增压泵(7)的管道之间。

10.根据权利要求9所述的工业分离设备,其特征在于:所述热交换器(6)为板式换热器。

一种工业分离设备

技术领域

[0001] 本发明涉及工业分离设备领域,特别是涉及一种工业分离设备。

背景技术

[0002] 随着社会的发展进步,生活水平逐步提高,越来越多的高科技产品进入了人们的生活,例如中药颗粒冲剂、植物精华液、新鲜的浓缩果汁等,这些产品对人们的健康、生活质量的提高、环境的改善有着很大的作用。这些产品的诞生,离不开这些年化工工艺的不断改革创新,其中,分离提取是重要的技术之一,它是把水从产品中分离,从而实现产品的浓缩或干燥,但通常很多产品都要求在分离温度比较低的情况下进行操作,因为温度过高容易造成产品的变性失活或生成有害物质,例如,在生物酶的分离过程中,温度过高会造成酶失活;在天然蜂蜜的浓缩过程中,如果温度过高,会产生甲基糠醛等致癌物质。

[0003] 目前,工业上采用真空低温蒸馏塔分离产品的技术运用得比较成熟,它利用的是水的沸点随所处环境的压力降低而降低,因而在高真空环境下,水能低温蒸发成水蒸汽与原溶液分离。这种设备投资较小、操作简单,但由于它依赖电或者锅炉产生的蒸汽来为系统提供热源,耗能会很高,同时造成环境污染。

[0004] 因此,开发一种新型节能、环保的低温分离提取设备对推动医药、食品、生物等行业的进步有着举足轻重的作用,这也是国家现在大力提倡和支持的新型环保节能的项目。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术的不足,而提供一种工业分离设备,它能解决传统分离设备耗能大、污染环境的问题。

[0006] 本发明的技术方案是:包括真空分离罐、冷凝水回收罐、真空泵机组及自动控制系统,所述真空分离罐的出气口相连于真空泵机组的进气口,所述自动控制系统可根据工艺要求自动调节现场设备的运行参数,其特征在于:所述工业分离设备还包括分子压缩机构及热交换器,所述分子压缩机构顶端开设有冷凝水入口端、内设有多个串联的喷射器、底端设有气液分离区,所述喷射器包括第一腔室、喷嘴及第二腔室,所述喷嘴一端连接于第一腔室、另一端连接于第二腔室,第一个喷射器的第一腔室的顶端相连于冷凝水入口端,最后一个喷射器的第二腔室的底端相连于气液分离区,所述分子压缩机构的外表面还开设有若干个通孔且通孔穿入第二腔室;所述真空分离罐底部开设有出料口、中部开设有进料口;所述分子压缩机构的气液分离区相连于热交换器且还相连于冷凝水回收罐,所述真空分离罐的出料口相连于热交换器的进料口,所述热交换器的出料口相连于真空分离罐的进料口。

[0007] 其中,所述分子压缩机构有若干个且其间隔排列成矩阵。

[0008] 优选地,所述喷射器包括1号喷射器、2号喷射器及3号喷射器,所述2号喷射器比1号喷射器大且比3号喷射器小。

[0009] 进一步,所述通孔每4个为一组,每组通孔呈圆周均匀分布在分子压缩机构的外表面上且分别水平穿入1号喷射器的第二腔室内、2号喷射器的第二腔室内、3号喷射器的第二腔

室内。

[0010] 再进一步，所述气液分离区的底端开设有出水端、侧面开设有二次蒸汽出口端，所述工业分离设备还包括多级增压泵，所述分子压缩机构的出水端及热交换器的出水口均相连于多级增压泵的进水口，所述多级增压泵的出水口相连于分子压缩机构的冷凝水入口端。

[0011] 更进一步，所述工业分离设备还包括强制循环泵，所述真空分离罐的出料口相连于强制循环泵的进料口，所述强制循环泵的出料口相连于热交换器的进料口，所述热交换器的出料口相连于真空分离罐的进料口。

[0012] 其中，所述工业分离设备还包括冷凝水缓冲槽，所述冷凝水缓冲槽包括1号出水口及2号出水口，所述分子压缩机构的出水端相连于冷凝水缓冲槽的进水口，所述冷凝水缓冲槽的1号出水口相连于冷凝水回收罐的进水口，冷凝水缓冲槽的2号出水口相连于多级增压泵进水口，所述分子压缩机构的二次蒸汽出口端相连于热交换器。

[0013] 优选地，所述真空分离罐与分子压缩机构之间设有除沫器，用于降低进入分子压缩机构中的雾滴含量。

[0014] 进一步，所述冷凝水回收罐包括有1号调节阀、2号调节阀、3号调节阀及4号调节阀，所述1号调节阀位于冷凝水缓冲槽的1号出水口通向冷凝水回收罐进水口的管道之间，所述2号调节阀位于真空泵机组通向冷凝水回收罐的管道之间，所述3号调节阀位于冷凝水回收罐通向外界的气体管道之间，所述4号调节阀位于冷凝水回收罐通向外界的液体管道之间；所述多级增压泵包括5号调节阀及6号调节阀，所述5号调节阀位于热交换器的出水口通向多级增压泵的管道之间，所述6号调节阀位于冷凝水缓冲槽的2号出水口通向多级增压泵的管道之间。

[0015] 更进一步，所述热交换器为板式换热器。

[0016] 由于采用了上述技术方案，与现有技术相比较，本发明提供的工业分离设备是在真空低温蒸馏塔的基础上运用文丘里效应引入分子压缩机构，水蒸汽在冷凝水的引射作用下被吸入分子压缩机构进行多级压缩，形成高热能的二次蒸汽，为设备提供热能，整个分离过程节能、环保，不但有效地降低了运行成本，还能使物料在10~40℃的温度范围内实现高效分离，不易使产品变性失活或产生有害物质，且整个分离过程采用自动控制系统进行参数和过程控制，控制精度高，操作简单。

附图说明

- [0017] 图1为本发明的工艺流程图；
- [0018] 图2为由本发明的分子压缩机构组成的矩阵的正视图；
- [0019] 图3为由本发明的分子压缩机构组成的矩阵的轴测图；
- [0020] 图4为由本发明的分子压缩机构组成的矩阵的俯视图；
- [0021] 图5为本发明的分子压缩机构的正视图；
- [0022] 图6为图5中A-A方向的剖视图；
- [0023] 图7为本发明的分子压缩机构的俯视图；
- [0024] 图8为本发明的热交换器的工艺流程图；
- [0025] 图9为本发明的冷凝水回收罐的工艺流程图；

- [0026] 图10为本发明的多级增压器的工艺流程图；
 [0027] 图11为本发明的真空分离罐局部的工艺流程图；
 [0028] 附图标记为：
- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| [0029] 1——真空分离罐 | [0030] 2——冷凝水回收罐 | [0031] 23——3号调节阀 | [0032] 4——自动控制系统 | [0033] 521——1号喷射器 | [0034] 521b——1号喷嘴 | [0035] 522——2号喷射器 | [0036] 522b——2号喷嘴 | [0037] 523——3号喷射器 | [0038] 523b——3号喷嘴 | [0039] 53——气液分离区 | [0040] 54——通孔 | [0041] 71——5号调节阀 | [0042] 9——冷凝水缓冲槽 | [0043] 10——除沫器。 | [0030] 11——出料口 | [0031] 21——1号调节阀 | [0032] 24——4号调节阀 | [0033] 5——分子压缩机构 | [0034] 521a——1号喷射器的第一腔室 | [0035] 521c——1号喷射器的第二腔室 | [0036] 522a——2号喷射器的第一腔室 | [0037] 522c——2号喷射器的第二腔室 | [0038] 523a——3号喷射器的第一腔室 | [0039] 523c——3号喷射器的第二腔室 | [0040] 531——出水端 | [0041] 6——热交换器 | [0042] 72——6号调节阀 | [0043] 91——1号出水口 | [0044] 12——进料口 | [0045] 22——2号调节阀 | [0046] 3——真空泵机组 | [0047] 51——冷凝水入口端 | [0048] 532——二次蒸汽出口端 | [0049] 7——多级增压泵 | [0050] 8——强制循环泵 | [0051] 92——2号出水口 |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|

具体实施方式

[0044] 为了便于本领域技术人员的理解，下面结合实施例与附图对本发明作进一步的说明，实施方式提及的内容并非对本发明的限定。

[0045] 如图1所示，一种工业分离设备，包括真空分离罐1、冷凝水回收罐2、真空泵机组3、分子压缩机构5、热交换器6、多级增压泵7及强制循环泵8。

[0046] 为了加大分子压缩机构5的水蒸汽吸入率，如图2、图3及图4所示，分子压缩机构5有48个，排列成6行8列的矩阵。如图5、图6及图7所示，分子压缩机构5顶端开设有冷凝水入口端51，内设有串联的1号喷射器521、2号喷射器522及3号喷射器523，底端开设有气液分离区53，1号喷射器521包括1号喷射器的第一腔室521a、1号喷嘴521b及1号喷射器的第二腔室521c，2号喷射器522包括2号喷射器的第一腔室522a、2号喷嘴522b及2号喷射器的第二腔室522c，3号喷射器523包括3号喷射器的第一腔室523a、3号喷嘴523b及3号喷射器的第二腔室523c，1号喷射器的第一腔室521a的顶端相连于冷凝水入口端51，1号喷嘴521b一端相连于1号喷射器的第一腔室521a、另一端相连于1号喷射器的第二腔室521c，2号喷射器的第一腔室522a的一端相连于1号喷射器的第二腔室521c、另一端相连于2号喷嘴522b的一端，2号喷嘴522b的另一端相连于2号喷射器的第二腔室522c，3号喷射器的第一腔室523a一端相连于2号喷射器的第二腔室522c、另一端相连于3号喷嘴523b的一端，3号喷嘴523b的另一端相连于3号喷射器的第二腔室523c的一端，3号喷射器的第二腔室523c的另一端相连于气液分离区53。

[0047] 分子压缩机构5开设有12个通孔54，作为进一步的优选实施方式，每4个通孔54为一组，第一组通孔54呈圆周均匀分布在分子压缩机构5的外表面上且水平穿入1号喷射器的第

二腔室521c内，第二组通孔54呈圆周均匀分布在分子压缩机构5的外表面上且水平穿入2号喷射器的第二腔室522c内，第三组通孔54呈圆周均匀分布在分子压缩机构5的外表面上且水平穿入3号喷射器的第二腔室523c内。这种设计的目的在于：方便水蒸气能从分子压缩机构5的多个方位进入第二腔室，提高水蒸气的吸入率。

[0048] 如图6所示，气液分离区53的底部开设有出水端531、侧面开设有二次蒸汽出口端532。

[0049] 如图1和图11所示，真空分离罐1的底部开设有出料口11、中部开设有进料口12。为保证上述实施方式的工业分离设备的真空度，如图1所示，真空分离罐1为封闭式筒体，其出气口通过管道相连接于真空泵机组3的进气口，分子压缩机构5设于真空分离罐1内部的上方，真空分离罐1蒸发分离的水蒸汽可直接通过分子压缩机构5的通孔54进入分子压缩机构5中。

[0050] 需要说明的是，由于水蒸气在1号喷射器521的压缩作用下，部分水蒸气形成了液态水，因此进入2号喷射器522的液态水将比1号喷射器521中的液态水多，依次类推，为使每个喷射器能容纳相应体积的液态水，上述实施方式中3号喷射器523比2号喷射器522大，而2号喷射器522又比1号喷射器521大。

[0051] 为了方便收集、缓冲分子压缩机构5生成的冷凝水，作为优选，如图1所示，上述实施方式的工业分离设备还包括冷凝水缓冲槽9，冷凝水缓冲槽9包括1号出水口91及2号出水口92，冷凝水缓冲槽9设于真空分离罐1的内部。

[0052] 如图1所示，上述实施方式的工业分离设备的分子压缩机构5的二次蒸汽出口端532相连接于热交换器6，分子压缩机构5的出水端531通过管道相连接于冷凝水缓冲槽9的进水口，冷凝水缓冲槽9的1号出水口91通过管道相连接于冷凝水回收罐2的进水口，冷凝水缓冲槽9的2号出水口92及热交换器6的出水口分别通过管道相连接于多级增压泵7的进水口，多级增压泵7的出水口通过管道相连接于分子压缩机构5的冷凝水入口端51，真空分离罐1的出料口11通过管道相连接于强制循环泵8的进料口，强制循环泵8的出料口通过管道相连接于热交换器6的进料口，热交换器6的出料口通过管道相连接于真空分离罐1的进料口12，真空分离罐1的出气口相连接于真空泵机组3的进气口。

[0053] 如图9所示，冷凝水回收罐2包括有1号调节阀21、2号调节阀22、3号调节阀23及4号调节阀24，1号调节阀21位于冷凝水缓冲槽9的1号出水口91通向冷凝水回收罐2进水口的管道之间，用于调节冷凝水回收罐2进水口的水流量大小，2号调节阀22位于真空泵机组3通向冷凝水回收罐2的管道之间，用于调节冷凝水回收罐2内的真空度，3号调节阀23位于冷凝水回收罐2通向外界的气体管道之间，用于平衡冷凝水回收罐2内外的大气压强，4号调节阀24位于冷凝水回收罐2通向外界的液体管道之间，用于排放冷凝水。

[0054] 如图10所示，多级增压泵7包括5号调节阀71及6号调节阀72，5号调节阀71位于热交换器6的出水口通向多级增压泵7的管道之间，用于调节热交换器6的出水口的水流量大小，6号调节阀72位于冷凝水缓冲槽9的2号出水口92通向多级增压泵7的管道之间，用于调节冷凝水缓冲槽9的2号出水口92的水流量大小。

[0055] 需要说明的是，上述实施方式提供的工业分离设备在运行过程中，所涉及的参数和控制点比较多，如果采用人工控制将很难维持设备的稳定，为解决该问题，此实施方式的工业分离设备还包括自动控制系统4，其可根据工艺要求自动调控现场设备的运行参数。

[0056] 如图11所示,真空分离罐1中的物料在蒸发分离时存在三种形态:气相、气液混合相及液相,为了降低水蒸汽进分子压缩机构5中雾滴的含量,作为进一步的优选实施方式,如图1所示,真空分离罐1与分子压缩机构5之间设有除沫器10。

[0057] 为了提高二次蒸汽与物料的换热效率,作为更进一步的优选实施方式,热交换器6采用板式换热器。

[0058] 上述实施方式提供的工业分离设备在操作过程中,先将物料放入真空分离罐1中,打开2号调节阀22、5号调节阀71及6号调节阀72,打开真空泵机组3对整个设备进行抽真空,打开自动控制系统4自动调控现场设备的运行参数;然后不断加热物料,当达到沸点时,物料中的水连续气化形成水蒸汽与物料分离,此时,物料被慢慢浓缩,水蒸汽上升到达除沫器10时,大部分雾滴被去除,水蒸汽继续上升,在分子压缩机构5的冷凝水入口端51注入水压为1Mpa、水流为200m/s的冷凝水,冷凝水通过冷凝水入口端51进入1号喷射器的第一腔室521a中,接着经过1号喷嘴521b,此时,冷凝水的流速突然增大,1号喷射器的第二腔室521c内产生低压,部分水蒸汽通过通孔54被吸入1号喷射器的第二腔室521c中,紧接着冷凝水流入1号喷射器的第二腔室521c内,由于此时冷凝水的流速很快,能在很短的时间内带着水蒸气往2号喷射器522的方向快速运动,即水蒸气在很短的时间内被冷凝水压缩,因此水蒸汽的动能及温度迅速升高;然后由1号喷射器521排出的水气混合物进入2号喷射器522中,此时,在冷凝水的引射作用下又有很多水蒸汽通过通孔54被吸入2号喷射器522中进行压缩,同样再进入3号喷射器523中进行压缩,就这样通过3个喷射器的压缩处理,冷凝水将85%的能量都转换给水蒸汽,最后,温度降低的冷凝水进入冷凝水缓冲槽9,而温度升高的水蒸汽被送入板式换热器中,在强制循环泵8的驱动下,物料进入板式换热器,与水蒸汽进行热量交换后回到真空分离罐1内继续蒸发分离,而水蒸汽放热后由气相变为液相形成冷凝水,与冷凝水缓冲槽9中的冷凝水一起进入多级增压泵7,此过程需通过5号调节阀71和6号调节阀72来控制流入多级增压泵7的冷凝水水量,冷凝水增压后被送入分子压缩机构5中;最后,当物料浓缩浓度达到要求浓度时,在自动控制系统4的作用下自动关闭2号调节阀22、5号调节阀71及6号调节阀72,自动打开1号调节阀21及3号调节阀23,让冷凝水缓冲槽9中的冷凝水被收集到冷凝水回收罐2中,打开4号调节阀24,冷凝水被排放出去,关闭真空泵机组3及自动控制系统4,整个操作过程完成。

[0059] 为了说明工业分离设备相比于传统的分离设备在能耗、运行成本、环保、分离温度方面具有很大进步,下面进行一组试验,试验1采用传统的真空低温蒸馏塔,试验2采用实施例中所述设备,分别将4000KG浓度为50%的丁烯二醇溶液分离、浓缩,当浓度为90%时即停止试验,记录相关参数,两种设备得到的参数见表1。

[0060] 表1 不同分离设备在分离温度及能耗方面的影响

[0061]

	试验1	试验2
产品名称	丁烯二醇溶液	丁烯二醇溶液
采用分离方式	真空低温蒸馏塔	工业分离设备
起始浓度 (%)	50	50
终止浓度 (%)	90	90
起始分离温度 (℃)	25	50
终止分离温度 (℃)	35	110
蒸汽消耗 (Kg)	1770	0
电量消耗 (Kwh)	25	170
总运行成本 (元)	403.15	93.5

[0062] 说明:对照组1采用0.6Mpa的饱和蒸汽,蒸汽价格按220元/T计算,电价按实际价格0.55元/Kwh计算。

[0063] 由以上数据对比可知,试验1的分离温度高且变化大,分离温度从50℃达到了110℃,升高60℃,而试验2的分离温度低且变化小,分离温度从25℃达到了35℃,升高10℃,这就说明工业分离设备能实现更低温度下的分离。

[0064] 众所周知,水的沸点越低,蒸发时所需要吸收的能量将越少,因此等量分离丁烯二醇溶液中的水时,试验2相对于试验1耗能更少;而且试验1不仅需要消耗电量,还需要消耗大量蒸汽,试验2只需要消耗电量,蒸汽在生产过程中会排放多种污染物,如SO₂、CO₂及氮氧化物等,会对环境造成一定污染,因此工业分离设备更节能、环保。

[0065] 同样,由以上数据对比可知,采用工业分离设备的运行成本更低,约为真空低温蒸馏法的23% ($93.5/403.15 \approx 23\%$)。

[0066] 为了对比分析工业分离设备与传统的真空低温蒸馏塔分离热敏性产品时对产品性质的影响,下面进行一组试验,试验3采用传统的真空低温蒸馏塔,试验4采用实施例中所述设备,分别将浓度为30%的果糖溶液分离、浓缩,当浓度为70%时即停止试验,记录相关参数,两种设备得到的参数见表2。

[0067] 表2 不同分离设备对产品性质的影响

[0068]

	试验 3	试验 4
产品名称	果糖溶液	果糖溶液
技术方法	真空低温蒸馏塔	新型工业常温分离设备
分离温度	60	25
分离前浓度	30	30
分离后浓度	70	70
分离前糠醛含量 (mg/kg)	5.1	5.1
分离后糠醛含量 (mg/kg)	31	6.5

[0069] 说明：果糖溶液在高温分离时极易产生甲基糠醛，该物质属于致癌物质，国家食品药品监督管理局执行标准是每千克产品中甲基糠醛含量小于40mg。

[0070] 由以上数据对比可知，试验4比试验3的分离温度低，且分离后试验4中甲基糠醛的含量约为试验3的21%($6.5/31 \approx 21\%$)，由此可见工业分离设备能有效防止热敏性物料分离时生成副产物，有效保证产品的质量。

[0071] 上述实施方式为本发明较佳的实现方案，除此之外，本发明还可以其它方式实现，在不脱离本技术方案构思的前提下任何显而易见的替换均在本发明的保护范围之内。

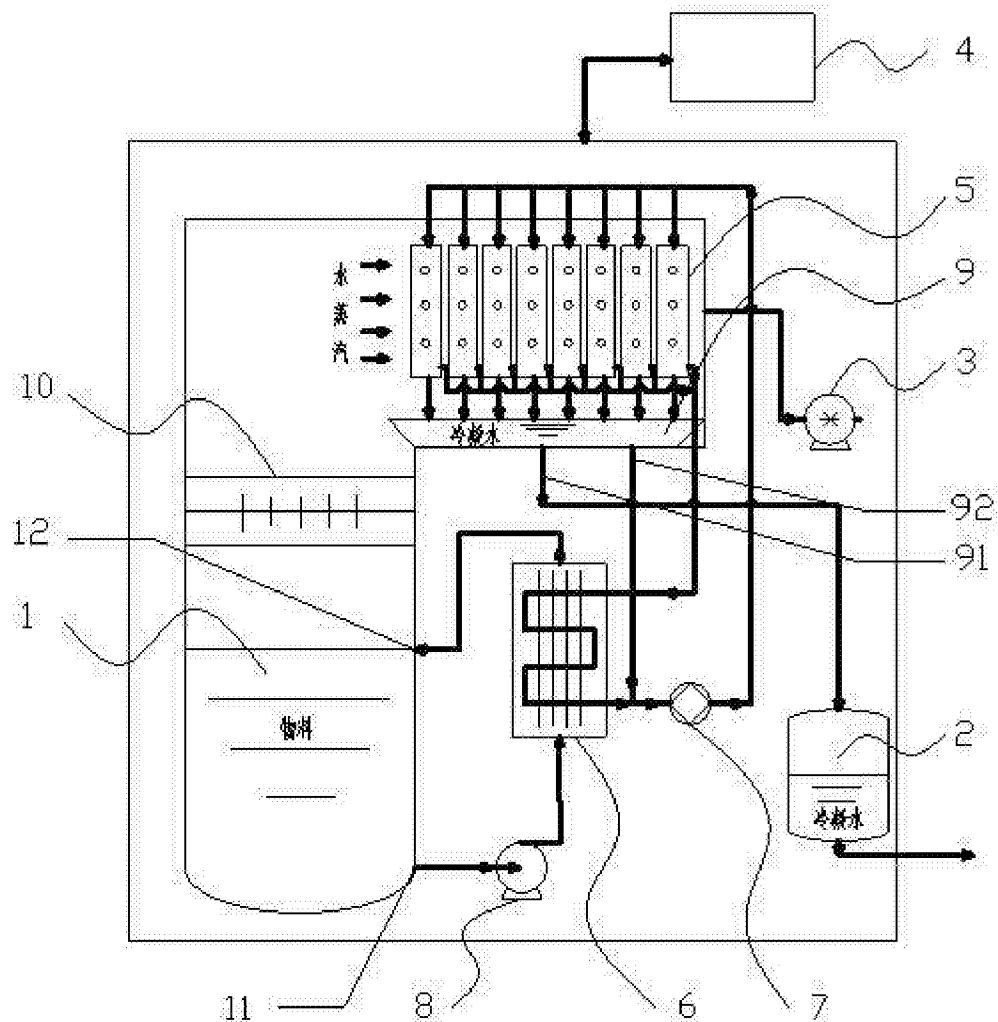


图1

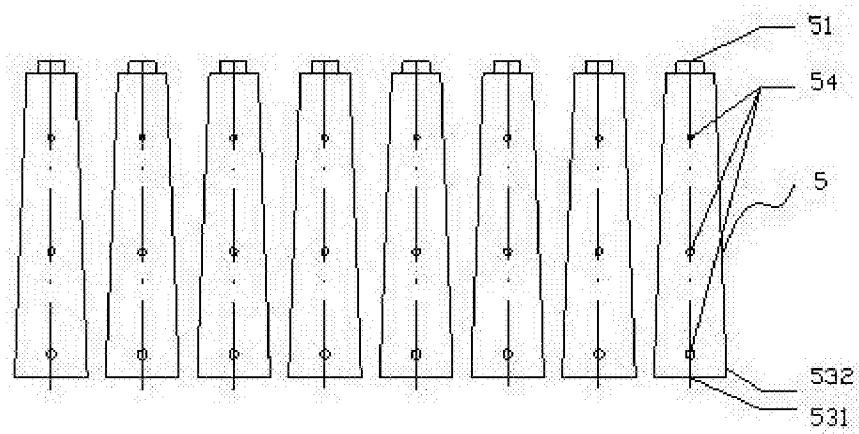


图2

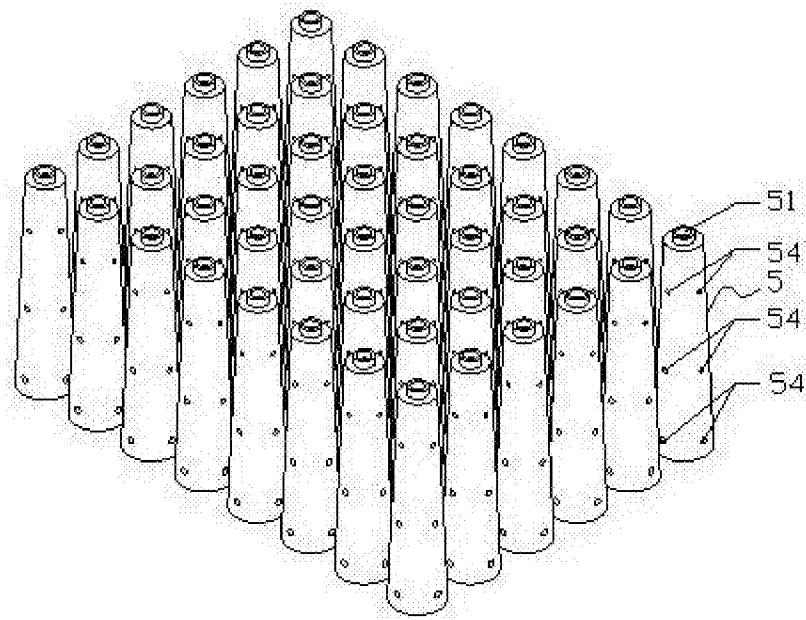


图3

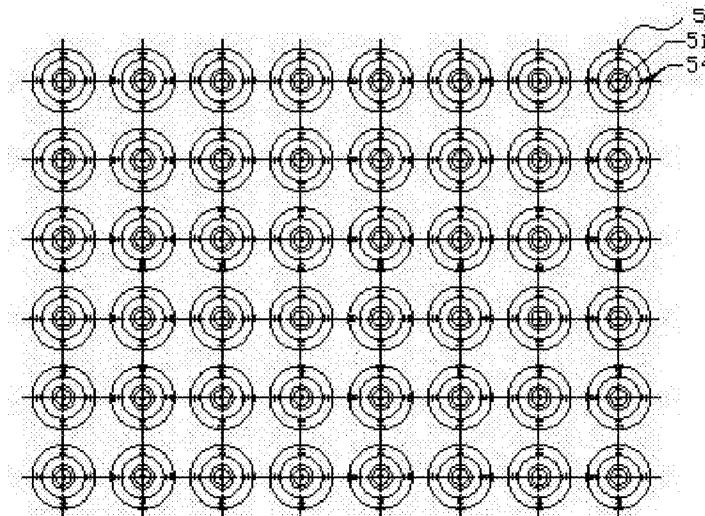


图4

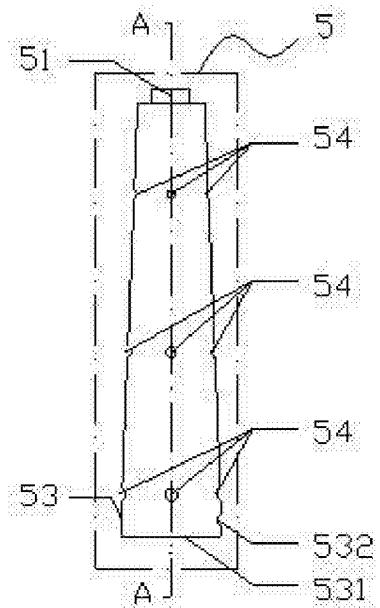


图5

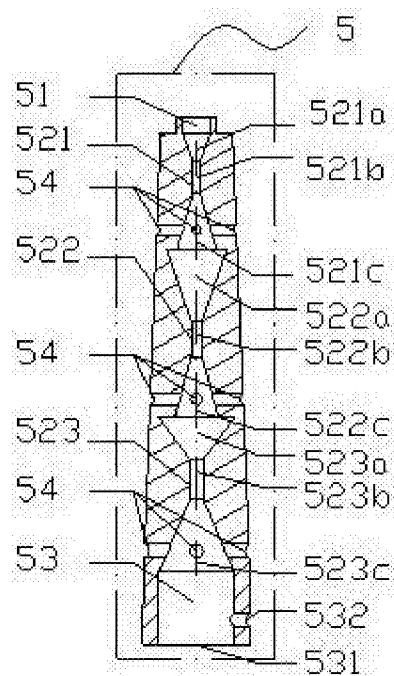


图6

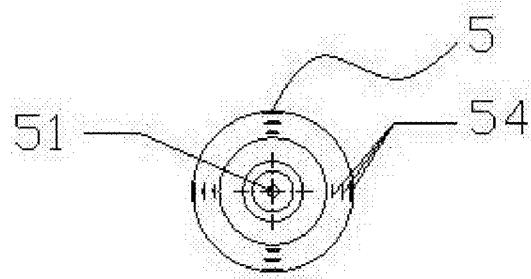


图7

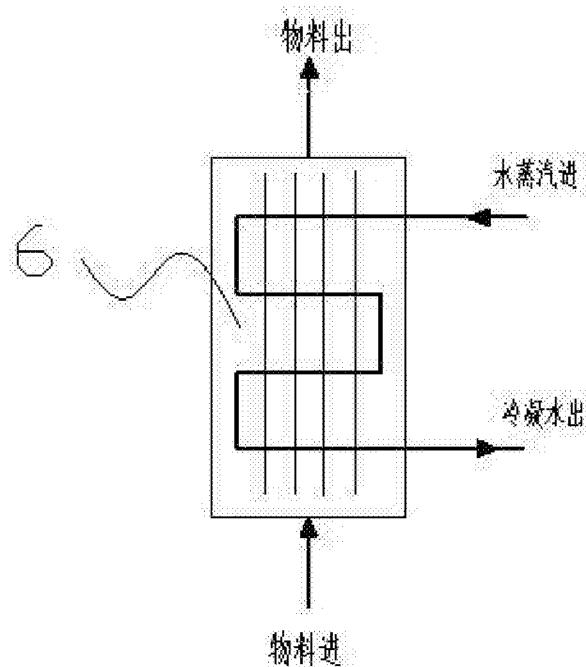


图8

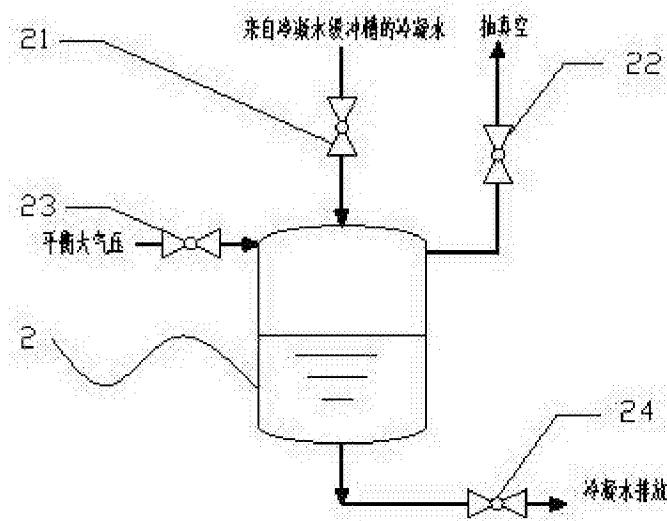


图9

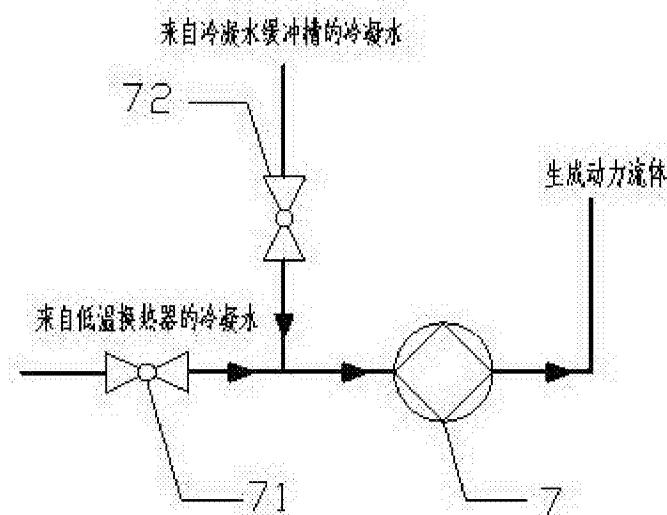


图10

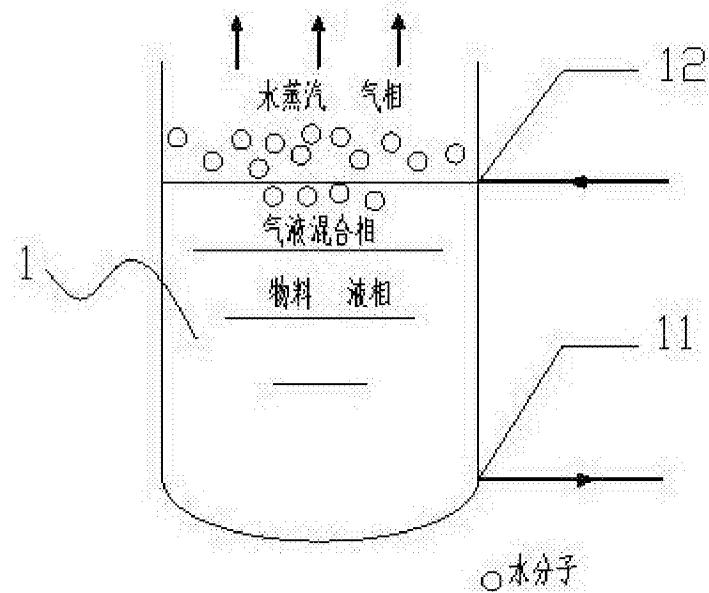


图11