



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105311853 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201510663768. 1

(22) 申请日 2015. 10. 15

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29 号

(72) 发明人 韩东 岳晨 何纬峰 蒲文灏

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B01D 9/02(2006. 01)

B01D 1/00(2006. 01)

F25B 21/02(2006. 01)

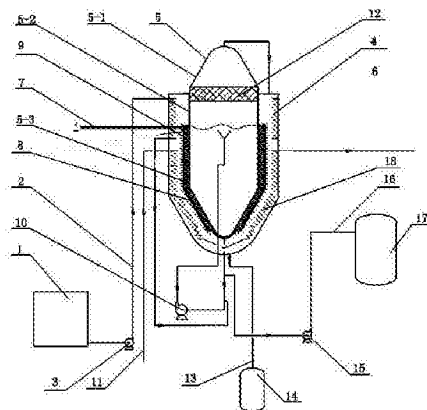
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统及方法

(57) 摘要

一种封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统及方法,属能源与动力领域。其特征在于:包括:原料罐(1)、原料泵(3)、预热管(4)、结晶器(5)、壳套(6)、直流电源(7)、半导体制冷片(8)、石墨导热膜(9)、循环泵(10)、丝网分离器(12)、冷凝液储罐(14)、浓缩液泵(15)、浓缩液储罐(17)和冷媒水管(18)。本发明可以实现整个低温蒸发系统的热泵性能系数高于1,较常规直接电加热的低温蒸发结晶系统节能。此外,与采用机械蒸汽再压缩的低温蒸发系统相比,尽管该系统的热泵性能系数较低,但其由于未采用结构尺寸庞大的压缩,因此整体的投资成本也较低。



1. 一种封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统,其特征在於:

包括原料罐(1)、原料泵(3)、预热管(4)、结晶器(5)、壳套(6)、直流电源(7)、半导体制冷片(8)、石墨导热膜(9)、循环泵(10)、丝网分离器(12)、冷凝液储罐(14)、浓缩液泵(15)、浓缩液储罐(17)和冷媒水管(18);

上述结晶器(5)从上到下分成结晶器第一段(5-1)、结晶器第二段(5-2)、结晶器第三段(5-3),结晶器(5)包括入口、气相出口和液相出口,其中气相

出口位于结晶器第一段上方,液相出口位于结晶器第三段下方;结晶器第二段和结晶器第三段位于壳套(6)内,结晶器第一段伸出壳套(6);结晶器第二段的上部还安装有丝网分离器(12);

半导体制冷片(8)贴于结晶器第三段(5-3)外侧,半导体制冷片(8)的内壁面为热侧,外壁面为冷侧,石墨导热膜(9)贴于半导体制冷片(8)外侧,石墨导热膜(9)与壳套(6)内壁具有间隙;

预热管(4)位于结晶器第二段(5-2)和壳套(6)之间,冷媒水管(18)位于结晶器第三段(5-3)和壳套(6)之间;

原料罐(1)通过原料泵(3)与预热管(4)入口相连,预热管(4)出口与循环泵(10)入口相连,循环泵(10)出口与结晶器(5)入口相连;结晶器(5)气相出口与壳套(6)入口相连,壳套(6)出口与冷凝液储罐(14)相连;其中壳套(6)入口位于壳套上部,壳套(6)出口位于壳套下部;

结晶器(5)液相出口分为两路:一路与通过浓缩液泵(15)与浓缩液储罐(17)相连,另一路与循环泵(10)入口相连;

冷媒水(11)进入冷媒水管(18)入口,冷媒水管(18)出口与环境相连。

2. 根据权利要求1所述的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统,其特征在於:

上述石墨导热膜(9)采用的是导热性能各向异性的石墨晶体,石墨导热膜(9)沿着结晶器(5)外壁面方向的导热系数最大,石墨导热膜(9)沿着结晶器(5)外壁面垂直方向的导热系数最小。

3. 根据权利要求1或2所述的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统的工作方法,其特征在於:

来自原料储罐(1)的原料(2)经过原料泵(3)进入预热器(4),由于预热器(4)位于壳套(6)中可吸收结晶器(5)气相出口的蒸汽的部分冷凝潜热,预热器(4)出口原料(2)温度升高;

结晶器(5)内物料吸收直流电源(7)驱动的半导体制冷片(8)热侧释放热能被加热,部分蒸发,蒸发出来的蒸汽先通过位于结晶器(5)上部的丝网分离器(12)对其中携带的小液滴进行分离,通过丝网分离器(12)的蒸汽进入壳套(6)对通过预热器(4)的原料进行预热,自身被部分冷凝,然后向冷媒水管(18)和半导体制冷片(8)冷侧继续释放热能至全部被冷凝,壳套(6)出口的冷凝液(13)被送入冷凝液储罐(14);

结晶器(5)底部液相出口的浓缩液(16)分为两路,一路通过浓缩液泵(15)送入浓缩液储罐(17),另一路与温度升高后的预热器(4)出口原料(2)混合,并通过循环泵(10)送入结晶器(5)。

封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统和工作方法,属于能源与动力领域。

背景技术

[0002] 低温蒸发结晶是一种广泛应用于化工、食品和医药等行业的技术过程,由于蒸发过程需要大量的潜力,采用直接电加热的方法需要消耗大量的电能,而且需要消耗大量的低温冷介质来冷却二次蒸汽。尽管采用机械蒸汽再压缩热泵蒸发是一种具有显著节能潜力的技术,然而由于蒸发结晶温度低于环境温度时,其对应的蒸汽蒸发压力不高,导致结晶器、二次蒸汽压缩机的结构尺寸庞大。因此如何继续降低现有低温蒸发结晶过程的能耗是目前的研究热点。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提出一种低能耗结构紧凑的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统和工作方法。

[0004] 本发明所述的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统的特征在于包括:原料罐、原料泵、预热管、结晶器、壳套、直流电源、半导体制冷片、石墨导热膜、循环泵、丝网分离器、冷凝液储罐、浓缩液泵、浓缩液储罐和冷媒水管;上述结晶器从上到下分成结晶器第一段、结晶器第二段、结晶器第三段,结晶器包括入口、气相出口和液相出口,其中气相出口位于结晶器第一段上方,液相出口位于结晶器第三段下方;结晶器第二段和结晶器第三段位于壳套内,结晶器第一段伸出壳套;结晶器第二段的上部还安装有丝网分离器;半导体制冷片贴于结晶器第三段外侧,半导体制冷片的内壁面为热侧,外壁面为冷侧,石墨导热膜贴于半导体制冷片外侧,石墨导热膜与壳套内壁具有间隙;预热管位于结晶器第二段和壳套之间,冷媒水管位于结晶器第三段和壳套之间;原料罐通过原料泵与预热管入口相连,预热管出口与循环泵入口相连,循环泵出口与结晶器入口相连;结晶器气相出口与壳套入口相连,壳套出口与冷凝液储罐相连;其中壳套入口位于壳套上部,壳套出口位于壳套下部;结晶器液相出口分为两路:一路与通过浓缩液泵与浓缩液储罐相连,另一路与循环泵入口相连;冷媒水进入冷媒水管入口,冷媒水管出口与环境相连。

[0005] 根据本发明所述的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统的工作方法,其特征在于:石墨导热膜采用的是导热性能各向异性的石墨晶体,石墨导热膜沿着结晶器外壁面方向的导热系数最大,石墨导热膜沿着结晶器外壁面垂直方向的导热系数最小。以上石墨导热膜的布置方式可以保证在结晶器外壁面热能向结晶器内传播,而且能够保证结晶器外壁面温度均匀。

[0006] 根据本发明所述的封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统的工作方法,其特征在于:来自原料储罐的原料经过原料泵进入预热器,由于预热器位于壳套中可吸收结晶器气相出口的蒸汽的部分冷凝潜热,预热器出口原料温度升高;结晶器内物料吸收直流电源驱

动的半导体制冷片热侧释放热能被加热,部分蒸发,蒸发出来的蒸汽先通过位于结晶器上部的丝网分离器对其中携带的小液滴进行分离,通过丝网分离器的蒸汽进入壳套对通过预热器的原料进行预热,自身被部分冷凝,然后向冷媒水管和半导体制冷片冷侧继续释放热能至全部被冷凝,壳套出口的冷凝液被送入冷凝液储罐;结晶器底部液相出口的浓缩液分为两路,一路通过浓缩液泵送入浓缩液储罐,另一路与温度升高后的预热器出口原料混合,并通过循环泵送入结晶器。

[0007] 由于该系统采用了直流电驱动的半导体制冷片,半导体制冷片的热侧实现了对结晶器内的物料的加热蒸发,而半导体制冷片的冷侧实现了部分二次蒸汽潜热的回收,因此通过该方法可以实现整个低温蒸发系统的热泵性能系数高于1,较常规直接电加热的低温蒸发结晶系统节能。此外,与采用机械蒸汽再压缩的低温蒸发系统相比,尽管该系统的热泵性能系数较低,但其由于未采用结构尺寸庞大的压缩,因此整体结构尺寸较为紧凑,投资成本也较低。

附图说明

[0008] 图1为封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统;

图中标号名称:1、原料罐,2、原料,3、原料泵,4、预热管,5、结晶器,6、壳套,7、直流电源,8、半导体制冷片,9、石墨导热膜,10、循环泵,11、冷媒水,12、丝网分离器,13、冷凝液,14、冷凝液储罐,15、浓缩液泵,16、浓缩液,17、浓缩液储罐,18、冷媒水管。

具体实施方式

[0009] 下面参照图1说明该自封闭式自回热半导体热泵低温蒸发系统的运行过程。首次启动该系统时,需要对整个系统抽真空。主要操作步骤如下:

首先来自原料储罐1的原料2经过原料泵3输送,进入预热器4吸收壳套6中蒸汽的部分冷凝潜热,预热器4出口原料2被加热温度升高,然后该原料2与结晶器5液相出口的部分浓缩液混合后,被循环泵10送入结晶器5;

在结晶器5内,溶液受到半导体制冷片8热侧释放热能后部分蒸发,蒸发出来的蒸汽先通过位于结晶器5上部的丝网分离器12,对其中携带的小液滴进行分离,然后通过丝网分离器12的蒸汽再进入壳套6,对通过预热器4的原料进行预热,自身被部分冷凝,然后向冷媒水管18和半导体制冷片8冷侧继续释放热能至全部被冷凝,壳套6出口的冷凝液13被送入冷凝液储罐14;

结晶器5底部液相出口的浓缩液16分为两路,一路通过浓缩液泵15送入浓缩液储罐17,另一路通过循环泵10送入结晶器5。

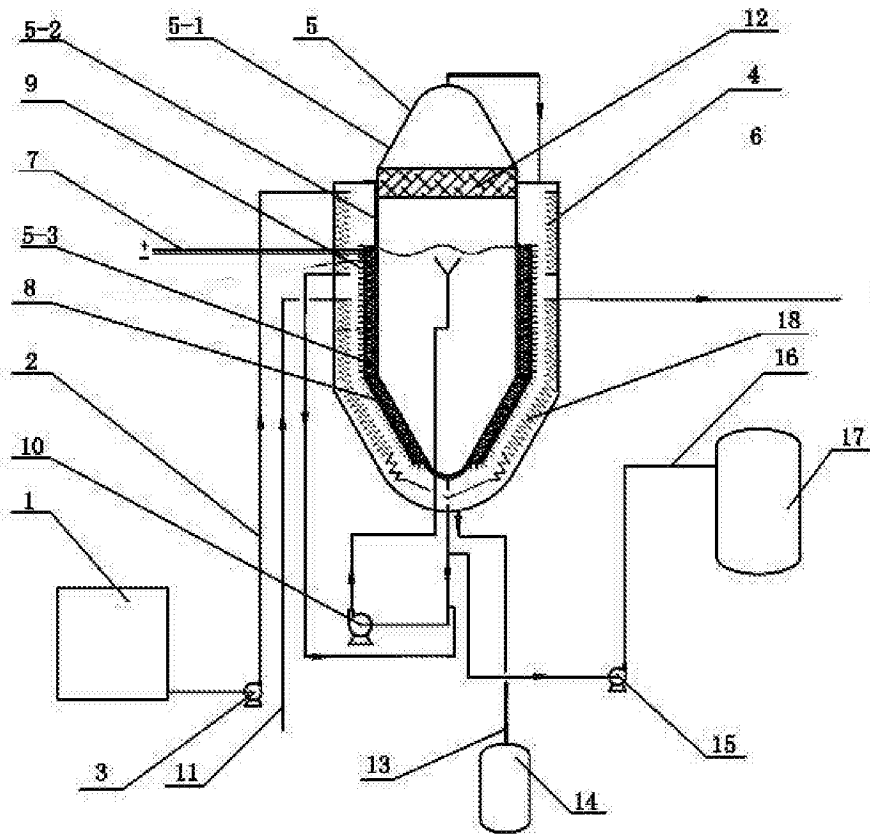


图 1