



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107982948 B

(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201711273902.2

B01J 19/08(2006.01)

(22)申请日 2017.12.06

审查员 李雪梨

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107982948 A

(43)申请公布日 2018.05.04

(73)专利权人 华南理工大学

地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道南路25号华工大广州产研院

(72)发明人 韩光泽 蒙健佳 王琳 陈明东

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 林梅繁

(51)Int.Cl.

B01D 3/00(2006.01)

B01D 3/42(2006.01)

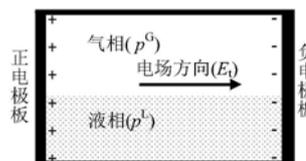
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法

(57)摘要

本发明公开了一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,在温度不变的情况下,当需要降低气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场平行施加于气液两相平衡系统的相界面,或者将静电场仅施加于气液两相平衡系统的液相区域;当需要提高气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场垂直施加于气液两相平衡系统的相界面。本发明通过改变静电场作用方向,在温度不变的情况下,以达到降低或增加蒸气压的目的,提高了蒸馏效率,强化了传热传质过程。



1. 一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、在温度不变的情况下,当需要降低气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场平行施加于气液两相平衡系统的相界面,或者将静电场仅施加于气液两相平衡系统的液相区域;

S2、在温度不变的情况下,当需要提高气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场垂直施加于气液两相平衡系统的相界面。

2. 根据权利要求1所述的利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,其特征在于,气液两相平衡系统的物质为电介质。

3. 根据权利要求2所述的利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,其特征在于,所述电介质为水、乙醇、苯或者四氯化碳。

一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及静电场改变气液两相系统的饱和蒸气压,特别是电场强化气液相变的传热传质过程,可应用于材料、化工、能源、制药和食品等行业。

背景技术

[0002] 相变过程同时涉及物质和能量的传递,例如以沸腾和冷凝为特征的相变传热,以蒸发和蒸馏为特征的相变传质等。气液相变现象广泛存在于自然界以及材料、能源、化工、食品和制药等工程领域,食品和药品的浓缩与干燥以及化工蒸馏分离等都涉及到气液相变过程。蒸馏分离是一种典型的气液相变过程,是目前化工和食品上最常用的分离混合物的方法。但蒸馏的最大缺点是能耗高,因为蒸馏操作需要将液体混合物气化和冷凝建立气液两相系统;为了建立气液两相体系,有时需要高压、高温或低压、低温等不易实现的条件。

[0003] 温度和压强是相变过程中涉及到的两个基本宏观物理量,强化气液相变过程的传统方法是改变系统的温度或压强,这种方法与设备投资和能耗密切相关,而且还常常受到技术和设备的限制。此外,像食品、药品等浓缩干燥时间和温度与产品的质量密切相关,一些热敏性物质对温度有特殊的要求。因此,开发新的强化技术以提高气液相变过程的效率和降低能耗是人们普遍关心的课题。

[0004] 电场能够有效地改变气液相变过程,提高蒸馏效率,强化传热传质过程。饱和蒸气压是压强在气液相变过程中的重要表现,是液体工质最基本的物性参数之一,是化工生产、科研、设计过程中的重要基础数据,许多工程工艺的流程设计与其应用工质的蒸气压密切相关。电场通过对电介质系统内压强的影响对于提高电场强化传递效率有着极为重要的意义。

发明内容

[0005] 为了解决现有强化气液相变过程的技术所存在的问题,本发明提出一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,提高了蒸馏效率,达到了强化传热传质过程的目的。

[0006] 本发明采用如下技术方案来实现:一种利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,包括以下步骤:

[0007] S1、在温度不变的情况下,当需要降低气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场平行施加于气液两相平衡系统的相界面,或者将静电场仅施加于气液两相平衡系统的液相区域;

[0008] S2、在温度不变的情况下,当需要提高气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场垂直施加于气液两相平衡系统的相界面。

[0009] 优选地,气液两相平衡系统的气液两相物质为电介质,如水、乙醇、苯或者四氯化碳等,但不限于这四种物质。

[0010] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:静电场可以改变电介质系统的平衡压强,压强降低或增加与电场的作用方向有关,压强变化的大小与电场强度和物质的介电

常数有关。对于相界面是平面的两相系统,当静电场的方向平行于相界面时,介电常数较大的相的压强较大;当电场的方向垂直于相界面时,介电常数较大的相的压强较小。对于气液两相平衡系统,当静电场的作用方向平行于相界面时,蒸气压降低;当静电场的作用方向垂直于相界面时,蒸气压上升;当静电场只作用在液相部分时,蒸气压降低。相同温度下,同种物质蒸气压的降低值远大于上升值。本发明通过改变静电场作用方向和作用区域,以达到降低或增加蒸气压的目的,提高了蒸馏效率,强化了传热传质过程。

附图说明

[0011] 图1是施加的静电场作用方向平行于气液两相界面的示意图;

[0012] 图2是施加的静电场作用方向垂直于气液两相界面的示意图;

[0013] 图3是施加的静电场仅作用在液相的示意图。

具体实施方式

[0014] 为了更好的理解本发明的内容,下面结合附图和实施例对本发明进一步的说明,但本发明要求保护的范围并不限于此。

[0015] 从本发明的理论基础来说,利用静电场减小或增加饱和蒸气压的方法,包括以下步骤:

[0016] S1、当需要降低气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场平行施加于气液两相平衡系统的相界面;

[0017] 如图1所示,容器内有气液两相平衡系统,当两相达到平衡时,液相的压强 p^L 与气相中的压强 p^G 之间有关系式

$$[0018] \quad p^L - p^G = \frac{\varepsilon_0 E_t^2}{6} [\varepsilon^L (\varepsilon^L - 2) - \varepsilon^G (\varepsilon^G - 2)] \quad (1)$$

[0019] 在式子(1)中, E_t 是方向沿两相分界面的电场强度, ε^L 是液相物质的介电常数, ε^G 是气相物质的介电常数,真空中的介电常数 $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$ 。设相同的温度下没有静电场作用时的饱和蒸气压是 p_0 ,由于与气相相比液相近似不可压缩,在静电场作用下液相内的压强仍然是 p_0 ,则此时的饱和蒸气压是:

$$[0020] \quad p = p_0 - \frac{\varepsilon_0 E_t^2}{6} [\varepsilon^L (\varepsilon^L - 2) - \varepsilon^G (\varepsilon^G - 2)] \quad (2)$$

[0021] 通常情况下液相物质的介电常数大于气相物质的介电常数, $\varepsilon^L > \varepsilon^G$,所以有 $p < p_0$ 。也就是说,在平行于相界面的静电场的作用下,两相平衡系统的饱和蒸气压降低了。

[0022] S2、当需要提高气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场垂直施加于气液两相平衡系统的相界面;

[0023] 如图2所示,在垂直于气液两相分界面的静电场作用下,系统达到平衡时,液相的压强 p^L 与气相的压强 p^G 之间有如下关系式:

$$[0024] \quad p^L - p^G = \frac{\varepsilon_0 E_n^G E_n^L}{3 \varepsilon^G \varepsilon^L} (\varepsilon^L - \varepsilon^G) (\varepsilon^L + \varepsilon^G - 2 \varepsilon^G \varepsilon^L) \quad (3)$$

[0025] 设没有静电场作用时的蒸气压是 p_0 ,静电场作用下液相内的压强仍然是 p_0 ,气相的压强是:

$$[0026] \quad p = p_0 - \frac{\varepsilon_0 E_n^G E_n^L}{3\varepsilon^G \varepsilon^L} (\varepsilon^L - \varepsilon^G) (\varepsilon^L + \varepsilon^G - 2\varepsilon^G \varepsilon^L) \quad (4)$$

[0027] 由于液体的介电常数大于气体的介电常数,而且都大于1,即 $\varepsilon^L > \varepsilon^G > 1$,因此有 $p > p_0$;也就是说,在垂直于相界面的静电场作用下,平衡系统的蒸气压增加了。

[0028] 本实施例中,上述步骤S1也可以用以下步骤来实现:S3、当需要降低气液两相平衡系统的饱和蒸气压时,将静电场仅施加于气液两相平衡系统的液相区域;

[0029] 如图3所示,设静电场只作用在液相区域,在系统到达平衡后有:

$$[0030] \quad p^L - p^G = \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon^L - 1) (\varepsilon^L + 2) (E^L)^2}{6} \quad (5)$$

[0031] 这就是静电场作用在气液两相平衡系统的液相区域时引起的压强差。该式说明, $p^L > p^G$,即有静电场作用区域的压强大于没有静电场作用区域的压强。静电场作用前后液相的压强都是 p_0 ,则静电场作用下的蒸气压是:

$$[0032] \quad p = p_0 - \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon^L - 1) (\varepsilon^L + 2) (E^L)^2}{6} \quad (6)$$

[0033] 即静电场只作用在液相时,蒸气压降低。

[0034] 本发明中,气液两相平衡系统的液相物质可以为任何电介质,如水、乙醇、苯或者四氯化碳等,下面分别举例做进一步说明。

[0035] 实施例1

[0036] 本实施例选用水进行说明,温度是46℃时,水的饱和蒸气压是10.10kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,蒸气压是2.83kPa,降低了7.27kPa,降低72.0%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了2.87Pa,增加0.028%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了7.58kPa,降低75.05%。

[0037] 温度是100℃时,水的饱和蒸气压是101.42kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,蒸气压是96.99kPa,降低了4.43kPa,降低4.37%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了2.85Pa,增加了0.0028%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了4.67kPa,降低4.6%。

[0038] 实施例2

[0039] 本实施例选用乙醇进行说明。

[0040] 温度是27.5℃时,乙醇的饱和蒸气压是10kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,蒸气压是9.18kPa,降低了0.82kPa,降低8.2%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了2.72Pa,增加0.027%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了0.923kPa,降低9.23%。

[0041] 温度是78.0℃时,乙醇的饱和蒸气压是100kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,蒸气压是99.47kPa,降低了0.53kPa,降低0.53%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了2.66Pa,增加了0.0027%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了0.62kPa,降低0.62%。

[0042] 实施例3

[0043] 本实施例选用四氯化碳进行说明。

[0044] 温度是15.8℃时,四氯化碳的饱和蒸气压是10kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用

下,当电场的方向平行于气液界面时,降低了2.31Pa,降低0.023%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了0.91Pa,增加0.0091%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了7.84Pa,降低0.084%。

[0045] 温度是76.2℃时,四氯化碳的饱和蒸气压是100kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,降低了1.88Pa,降低0.0019%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了0.83Pa,增加了0.00083%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了6.89Pa,降低0.0069%。

[0046] 实施例4

[0047] 本实施例选用苯进行说明。

[0048] 温度是23.7℃时,苯的饱和蒸气压是10kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,降低了2.39Pa,降低0.024%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了0.93Pa,增加0.0093%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了8.03Pa,降低0.08%。

[0049] 温度是79.7℃时,苯的饱和蒸气压是100kPa。在大小为 10^6 V/m静电场作用下,当电场的方向平行于气液界面时,蒸气压降低了2.02Pa,降低0.002%;当电场的方向垂直于气液界面时,蒸气压增加了0.86Pa,增加了0.00086%;当电场只作用在液相部分时,蒸气降低了7.20Pa,降低0.0072%。

[0050] 从以上各实施例可知,蒸气压的降低或升高与静电场的作用方向密切相关,不同的作用方向或作用区域导致不同的结果;蒸气压降低或升高的大小决定于电场强度及物质的介电常数;相同条件下,蒸气压的减小值远大于增加值。以上各实施例具有如下规律:

[0051] (1) 介电常数越大,压强变化越明显;即液体电介质的介电常数越大,压强的减小量更大或者增加量更大;

[0052] (2) 温度越低,压强变化越明显;即物质的平衡温度越低,压强的减小量更大或者增加量更大;

[0053] (3) 电场平行于相界面时的压强降低值远大于电场垂直于相界面时的压强增加值;

[0054] (4) 电场只作用在液相部分时,压强降低的效果更明显。

[0055] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

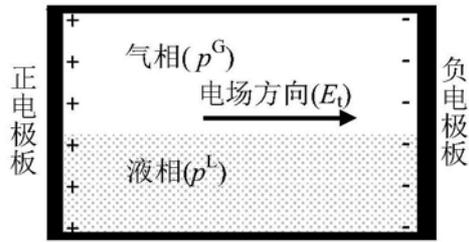


图1

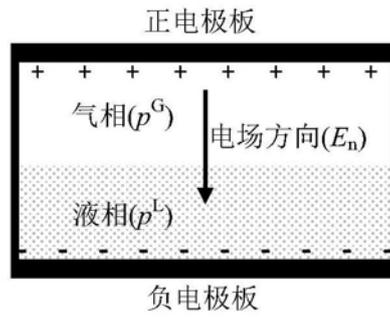


图2

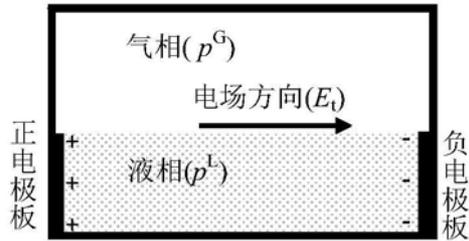


图3