



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116324319 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202180069485.8

(22) 申请日 2021.09.08

(30) 优先权数据

2014072.9 2020.09.08 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/074680 2021.09.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/053498 EN 2022.03.17

(71) 申请人 卡洛瑞特姆公司

地址 比利时安特卫普

(72) 发明人 W·迪谢纳

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 朱海涛

(51) Int.Cl.

F26B 21/08 (2006.01)

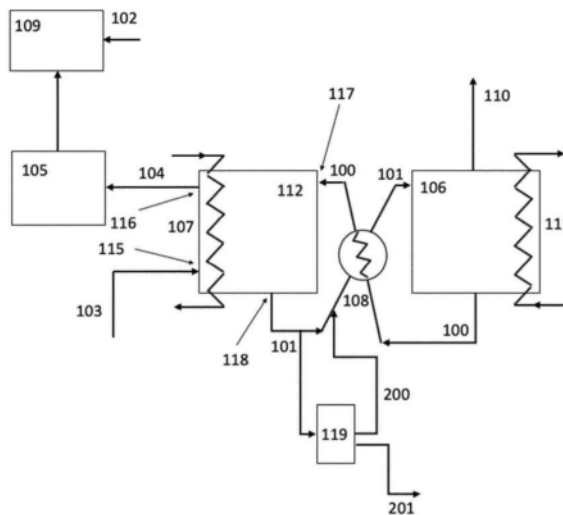
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

用于直接吸附干燥的单元及其方法

(57) 摘要

本发明涉及工业干燥单元领域。本发明提供了一种用于对物质进行干燥的单元和用于对物质进行直接吸附干燥的方法,所述物质例如但不限于颗粒、建筑材料、木材、气体、纸浆和纸张、来自合成反应或无机和有机酸生产的化学品的干燥、食品。



1. 一种用于对物质(102)进行干燥的干燥单元,包括:
 - 吸附单元(112),其具有能接收具有含水量 W_1 的第一空气流(103)的第一入口(115)、能排出具有含水量 W_2 的第二空气流(104)的第一出口(116)、能接收吸附材料(100)的第二入口(117)以及能排出已消耗的吸附材料(101)的第三出口(118),其中 $W_2 < W_1$;
 - 包含在所述吸附单元(112)中的吸附材料(100),所述吸附材料(100)包括无机含氧酸和/或其盐和水,
 - 其中在操作中,所述吸附材料(100)从所述第一空气流(103)吸附水,提供所述第二空气流(104),其中所述干燥单元还包括:
 - 第一热交换元件(107),其能与所述吸附材料(100)进行热交换;和
 - 连接到所述吸附单元(112)的夹带装置(105),所述夹带装置(105)能接收所述第二空气流(104)并将夹带的吸附材料与所述第二空气流(104)分离。
2. 根据前述权利要求所述的干燥单元,其中,所述第一热交换元件(107)能将所述吸附材料(100)的温度保持在150℃以下,优选地从大约50℃到100℃。
3. 根据权利要求1至2中任一项所述的干燥单元,还包括:
 - 温度装置,所述温度装置能测量所述吸附材料(100)的温度;
 - 控制单元,其能基于所测量的温度来调节所述吸附材料(100)的温度。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的干燥单元,还包括:
 - 湿度装置,所述湿度装置能测量所述第二空气流(104)的含水量
 - 控制单元,所述控制单元能基于测量的所述第二空气流(104)的含水量来调节所述吸附材料(100)的温度。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的干燥单元,还包括:
 - 阀单元,所述阀单元能响应于所述控制单元而调节所述第一热交换元件(107)内部的传热流体的流入。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的干燥单元,其中,所述无机含氧酸和/或其盐和水是磷酸和/或多磷酸,并且其 H_3PO_4 (PA/PPA)的质量百分比浓度在约85%至110%的范围内,优选95%至105%。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的干燥单元,还包括分离单元,所述分离单元被配置为从所述吸附材料清洁杂质。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的干燥单元,其中,所述吸附单元(112)包括:
 - 混合单元(113),其能将进入吸附单元(112)的具有含水量 W_1 的空气流(103)与吸附材料(100)混合;
 - 吸附单元基座(114),其能收集已消耗的吸附材料(101)。
9. 根据权利要求1所述的干燥单元,其中,所述夹带装置(105)是聚结液滴分离单元。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的干燥单元,还包括再生装置(106),所述再生装置包括:
 - 第二热交换元件(111),其能与已消耗的吸附材料(101)进行热交换,从而提供再生的吸收材料(100)。
 - 节约器(108),其以与已消耗的吸附材料(101)逆流的方式提供所述吸附材料(100)。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的干燥单元,还包括连接到所述吸附单元(112)

的接触装置(109),其中所述接触装置能提供与所述物质(102)接触的第二空气流(104)。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的干燥单元,其中,所述物质(102)是食品和/或饮料工业的产品。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的干燥单元,其中,所述吸附单元(112)至少部分地包括被设置为与所述吸附材料(100)接触的耐酸材料,其中所述材料选自:碳浸渍石墨、苯酚浸渍石墨、碳化硅、不锈钢、耐腐蚀金属合金、合金S28、合金G30、合金S30、合金G35。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的干燥单元用于对物质(102)进行干燥的用途。

15. 一种对物质(102)进行干燥的方法,该方法由根据权利要求1至13所述的单元执行,该方法包括以下步骤:

(a) 提供具有含水量 W_1 的第一空气流(103);

(b) 使所述第一空气流(103)与吸附材料(100)接触,所述吸附材料(100)包括无机含氧酸和/或其盐和水;

(c) 获得具有含水量 W_2 的第二空气流(104),其中 $W_2 < W_1$,从而提供已消耗的吸附材料(101);

(d) 使所述第二空气流(104)与所述物质(102)接触,从而对所述材料(102)进行直接干燥,并且还包括以下步骤:

(e) 通过加热而从已消耗的吸附材料(101)再生吸附材料(100)。

16. 根据权利要求15所述的物质(102)进行干燥的方法,其中,在步骤(b)中,所述无机含氧酸和/或其盐和水优选为多磷酸和/或高浓度磷酸。

17. 根据权利要求16所述的物质(102)进行干燥的方法,其中,所述多磷酸和/或高浓度磷酸的 H_3PO_4 (PA/PPA)的质量百分比浓度在约85%至110%的范围内,更优选95%至105%。

18. 根据权利要求15至17中任一项所述的物质(102)进行干燥的方法,其中,在步骤(e)中,所述吸附材料(100)连续再生。

19. 根据权利要求15至18中任一项所述的物质(102)进行干燥的方法,其中,在步骤(b)中,在低于150°C、优选从约50°C至100°C的温度下在吸附期间提供所述吸附材料(100)。

用于直接吸附干燥的单元及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业干燥单元领域。更具体地,本发明涉及一种用于物质的直接吸附干燥的单元,所述物质例如但不限于颗粒、建筑材料、木材、气体、纸浆和纸张、来自合成反应或无机和有机酸生产的化学品的干燥、食品。

背景技术

[0002] 干燥是许多工业中的一个重要过程,包括通过蒸发去除水或其他液体。干燥技术用于不同的行业 and 不同的应用,例如但不限于颗粒、建筑材料、纸浆和纸张、有机或无机反应产生的化学品、有机酸生产、食品等的干燥。几种干燥技术和相应的单元是现有技术的一部分(例如冷冻干燥、直接干燥、间接干燥、介电干燥、吸附干燥等)。

[0003] 直接干燥,也称为对流干燥,是业内已知的一种技术。直接干燥的主要优点之一是其高效率,这主要是由于待干燥物质与热气体(如热空气)密切接触。然而,只有使用缺氧(无毒)吸附液体才能考虑直接接触干燥。因此,基于卤素盐(Li-Cl;Li-Br...)的液体或有毒化学液体不能用于许多直接接触的工艺中,因为在干燥产品的过程中,即使是很小的浓度,例如ppm水平,也会始终存在污染。然而,使液体吸附系统与待干燥的空气直接接触,对于克服间接接触热交换器中空气和冷却/加热介质之间糟糕的传热系数具有巨大的优势。尽管如此,除了可能的污染风险外,对流干燥的一个限制是与热敏材料不兼容的热暴露。

[0004] 此外,现有技术中的吸附干燥单元具有主要缺点,例如:1)从待干燥的湿空气中取出热量的传热系数差,2)由于待干燥的物质/产品与热泵流体和/或吸附材料之间的污染,不可能使用直接接触,3)不可能在高温下对湿的空气进行干燥,从而使待获得的干燥空气具有较低的相对湿度并用于对物质/产品进行干燥。

[0005] CN105435596A描述了使用聚丙烯酸作为干燥剂来去除空气中的水分。其中所述的单元的缺点是不允许对可感物质例如食物进行干燥。此外,所述单元不适合连续操作。

[0006] US5048200提供了一种用于对湿空气进行除湿的方法和设备,该方法和设备使用具有循环吸收液体的吸收器,该循环吸收液体包括含水吸湿盐,并且通过间接热交换加热吸收液体的至少一部分。该美国专利中提供的设备是为干燥来自造纸工业中使用的液环泵的湿空气而开发的,其中较高的温度不是立即的问题,并且因此没有优化用于干燥可感物质,例如食物。

[0007] 本发明的目的是克服现有技术的缺点,并提供一种用于直接干燥和吸附干燥的改进的干燥单元及其干燥方法。具体地,本发明的目的是提供一种用于直接干燥的吸附干燥单元,其通过例如在较低的蒸汽压力下进行吸附干燥过程来减少待干燥物质的污染。本发明的另一个目的是提供增加的干燥速度和连续操作。本发明的另一个目的是提供一种吸附干燥单元,即使在较低的温度下也能提供提高效率、提高的干燥速度和连续操作。

发明内容

[0008] 本发明提供了一种用于干燥的单元。在下文中,提供了本发明的列举的实施例。

- [0009] 1. 一种用于对物质进行干燥的干燥单元,包括:
- [0010] -吸附单元,所述吸附单元具有适于接收具有含水量 W_1 的第一空气流的第一入口、适于排出具有含水量 W_2 的第二空气流的第一出口,其中 $W_2 < W_1$,并且因此其中具有含水量 W_1 的所述第一空气流相对于具有含水量 W_2 的所述第二空气流是湿的,并且其中所述吸附单元还包括适于接收吸附材料的第二入口和适于排出已消耗的吸附材料的第二出口;
- [0011] -包含在所述吸附单元中的吸附材料,所述吸附材料包括无机含氧酸和/或其盐和水,
- [0012] 其中在操作中,所述吸附材料从所述第一空气流中吸附水,以提供所述第二空气流,从而干燥所述第一空气流,并且其中所述干燥单元还包括:
- [0013] -第一热交换元件,其适于与所述吸附材料进行热交换;和
- [0014] -连接到所述吸附单元的夹带装置,其中所述夹带装置适于接收所述第二空气流并将夹带的吸附材料与所述第二空气流分离,换言之,从干燥空气中回收已消耗的吸附材料。
- [0015] 2. 根据前述实施例所述的干燥单元,其中,所述第一热交换元件适于将所述吸附材料的温度保持在 150°C 以下,优选地从约 50°C 至 100°C 。
- [0016] 3. 根据实施例1至2中任一项所述的干燥单元,还包括:
- [0017] -温度装置,所述温度装置适于测量所述吸附材料的温度;
- [0018] -控制单元,所述控制单元适于基于由所述温度装置测量的温度来调节所述吸附材料的温度。
- [0019] 4. 根据实施例1至3中任一项所述的干燥单元,还包括:
- [0020] -湿度装置,所述湿度装置适于测量所述第二空气流(104)的含水量
- [0021] -控制单元,所述控制单元适于基于测量的所述第二空气流(104)的含水量来调节所述吸附材料(100)的温度。
- [0022] 5. 根据实施例1至4中任一项所述的干燥单元,还包括:
- [0023] -阀单元,所述阀单元适于响应于所述控制单元调节所述第一热交换元件内部的传热流体的流入。
- [0024] 6. 根据实施例1至5中任一项所述的干燥单元,其中所述无机含氧酸和/或其盐和水是磷酸和/或多磷酸,并且其以 H_3PO_4 (PA)的质量相对于多磷酸(PPA)的的质量的百分比而计算的 H_3PO_4 的质量百分比浓度在约85%至110%的范围内,优选95%至105%。
- [0025] 7. 根据实施例1至6中任一项所述的干燥单元,还包括分离单元,所述分离单元被配置为从所述吸附材料中清洁杂质。
- [0026] 8. 根据实施例1至7中任一项所述的干燥单元,其中所述吸附单元包括:
- [0027] -混合单元,适于将第一空气流与吸附材料混合;
- [0028] -吸附单元基座,适于例如在重力作用下收集已消耗的吸附材料。
- [0029] 9. 根据实施例8所述的干燥单元,其中所述夹带装置是聚结液滴分离单元。
- [0030] 10. 根据实施例1至9中任一项所述的干燥单元,还包括再生装置,所述再生装置包括:
- [0031] -第二热交换元件,适于与已消耗的吸附材料进行热交换,从而提供再生的吸附材料,例如,通过使所述已消耗的吸附材料中的水蒸发,以回收可重复使用以获得其吸附特性

的吸附材料；

[0032] -节约器,所述节约器以与已消耗的吸附材料逆流的方式提供所述吸附材料,使得待再生的吸附材料可以被预热。

[0033] 11. 根据实施例1至10中任一项所述的干燥单元,还包括连接到所述吸附单元的接触装置,其中所述接触装置适于向所述物质提供第二空气流,因此是干燥的空气。

[0034] 12. 根据实施例1至11中任一项所述的干燥单元,其中所述物质是食品和/或饮料工业的产品。

[0035] 13. 根据实施例1至12中任一项所述的干燥单元,其中,所述吸附单元至少部分地包括被提供为与所述吸附材料接触的耐酸材料,其中所述材料选自:碳浸渍石墨、苯酚浸渍石墨、碳化硅(SiC) 不锈钢或耐腐蚀金属合金、S28合金、G30合金、S30合金、G35合金。

[0036] 14. 将根据实施例1至13中任一项所述的干燥单元用于对物质进行干燥的用途。

[0037] 15. 一种由根据实施例1至13所述的单元对物质进行干燥的方法,该方法包括以下步骤:

[0038] (a) 提供具有含水量 W_1 的第一空气流;

[0039] (b) 使具有含水量 W_1 的所述第一空气流与吸附材料接触,所述吸附材料包括无机含氧酸和/或其盐和水;

[0040] (c) 获得具有含水量 W_2 的第二空气流,其中 $W_2 < W_1$,从而提供已消耗的吸附材料;

[0041] (d) 使所述第二流与所述物质接触,从而直接干燥所述物质,并且还包括以下步骤:

[0042] (e) 通过加热从已消耗的吸附材料再生吸附材料。

[0043] 16. 根据实施例15所述的物质进行干燥的方法,其中在步骤(b)中,所述无机含氧酸和/或其盐和水优选为多磷酸和/或高浓度磷酸。

[0044] 17. 根据实施例16所述的物质进行干燥的方法,其中所述多磷酸和/或高浓度磷酸的 H_3PO_4 (PA/PPA) 的质量百分比浓度在约85%至110%的范围内,更优选95%至105%。

[0045] 18. 根据实施例15至17中任一项所述的物质进行干燥的方法,其中在步骤(e)中,所述吸附材料连续再生。

[0046] 19. 根据实施例15至18中任一项所述的物质进行干燥的方法,其中在步骤(b)中,在低于150°C、优选从约50°C至100°C的温度下的吸附过程中提供所述吸附材料。

附图说明

[0047] 现在具体参考附图,要强调的是,所示的细节是通过示例的方式并且仅用于说明性讨论本发明的不同实施例的目的。它们是为了提供被认为是本发明的原理和概念方面的最有用和最容易的描述而提出的。在这方面,没有试图比基本理解本发明所需的更详细地示出本发明的结构细节。结合附图进行的描述使本领域技术人员清楚地知道如何在实践中体现本发明的若干形式。

[0048] 附图1,也简称为图1,示意性地示出了根据本发明的干燥单元。

[0049] 附图2,也简称为图2,示出了本发明的具体实施例,其中吸附单元包括混合单元和吸附单元底座。

[0050] 附图3,也简称为图3,示出了本发明的示例中描述的系统的空气温度、含水量和焓

之间的关系。

具体实施方式

[0051] 现在将进一步描述本发明。在以下段落中,更详细地定义了本发明的不同方面。如此定义的每个方面可以与任何其他方面或多个方面相结合,除非明确指示相反。特别地,被指示为优选或有利的任何特征可以与被指示为优选或有利的任意其他一个或多个特征相结合。

[0052] 当描述本发明的化合物时,除非上下文另有规定,否则所使用的术语应根据以下定义进行解释。

[0053] 本文中使用的术语“约”或“大约”指的是可测量值,如参数、量、持续时间等,是指包含特定值的 $\pm 10\%$ 或更小,优选 $\pm 5\%$ 或更小,更优选 $\pm 1\%$ 或更小,还更优选 $\pm 0.1\%$ 或更小的变化,只要这样的变化适合在所公开的发明中执行。应该理解的是,修饰语“约”或“大约”所指的值本身也被具体地、优选地公开。

[0054] 如说明书和所附权利要求中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“所述”包括复数引用,除非上下文另有明确规定。举例来说,“一种物质”是指一种或多种物质。

[0055] 图1示出了根据本发明的干燥单元。图1示出了用于对物质进行干燥的干燥单元(102)。干燥单元(102)包括吸附单元(112)和吸附材料(100)。吸附单元(112)具有适于接收具有含水量 W_1 的第一空气流(103)的第一入口(115)和适于排出具有含水量 W_2 的第二空气流(104)的第一出口(116),其中 $W_2 < W_1$ 。因此,与第二空气流(104)相比,第一空气流是相对湿的,第二空气流(104)与第一空气流(103)相比是相对干燥的。

[0056] 在本发明的上下文中,术语“含水量”或湿度是指空气中存在的水蒸气的浓度。

[0057] 因此,通过本干燥单元对空气进行干燥。此外,吸附单元包括适于接收吸附材料(100)的第二入口(117)和适于排出被已消耗的吸附材料(101)的第三出口(118)。

[0058] 在本发明的上下文中,术语“吸附材料”或吸附剂是指能够吸附液体或气体(例如水、水蒸气)的物质或组合物。

[0059] 在本发明的上下文中,术语“已消耗的吸附材料”指的是液体或气体的吸收能力与它们的原始状态相比已经降低的吸附材料,使得它们必须被具有更高吸收能力的吸附材料取代或再生。

[0060] 第一空气流(103),也称为湿空气流或湿空气,通过吸附材料进行干燥,所述吸附材料吸附所述空气流中所含的水并被所述水消耗,从而提供不再适合于吸附水的吸附材料,其在进行干燥时已失去其功效。因此,吸附单元(112)提供吸附材料(100),其吸附水,然后被消耗。因此,换言之,在操作中,吸附材料(100)从第一空气流(103)或湿空气中吸附水,并提供第二空气流(104)或干燥空气。

[0061] 此外,包含在所述吸附单元(112)中的所述吸附材料(100)包括无机含氧酸和/或其盐和水。例如,合适的无机含氧酸具有 H_mXO_n 型的化学式,其中X是用作中心原子的原子,而参数m和n取决于元素X的氧化态,例如但不限于 H_2SO_4 、 H_3PO_4 等。

[0062] 根据本发明的优选实施例,所述无机含氧酸和/或其盐和水是磷酸和/或多磷酸。在另一个实施例中,所述磷酸和/或多磷酸的 H_3PO_4 (PA/PPA)的质量百分比浓度在约85%至110%的范围内,优选95%至105%。根据本实施例的浓度的优点是可以实现所需的干燥需

求和功率。

[0063] 根据本发明的另一个实施例,吸附单元(112)至少部分地包括被提供为与吸附材料(100)接触的耐酸材料,其中所述材料选自:碳浸渍石墨、苯酚浸渍石墨、碳化硅(SiC)不锈钢或耐腐蚀金属合金、合金S28、合金G30、合金S30、合金G35。

[0064] 此外,根据本发明的干燥单元还包括适于与吸附材料(100)交换热量的第一热交换元件(107)。具有根据本实施例的第一热交换元件(107)的优点是可以更容易地控制吸附材料的温度。因此,干燥的空气流(104)可以在干燥度和温度上得到控制,这在暴露于物质(102)时是一个很大的好处,因为与现有的干燥装置相比,干燥的空气流(104)的温度可以保持得更低。因此,根据本发明,通过控制干燥流(104)的温度使其对物质(102)无害,可以通过干燥流(104)的干燥度和温度在不影响所述物质的质量的情况下,大幅提高对所述物质(102)的干燥效率和干燥能力,所有这些都在于有利的连续操作中进行。根据本发明的干燥单元提供干燥空气(104),其湿度低于例如第一空气流(103)的周围大气的湿度。

[0065] 在本发明的上下文中,术语“热交换元件”指的是能够在两个实体(例如材料和物质、水和空气等)之间传递热量的系统。

[0066] 第一热交换元件(107)可以是具有填料、板的塔,以及具有板的热交换元件,该热交换元件可以结合在塔中,但也可以是结合在所述塔中的热交换器管。第一热交换元件(107)的存在是重要的,因为它允许控制吸附材料(100)的解吸温度。

[0067] 根据本发明的一个实施例,第一热交换元件(107)适于将吸附材料(100)的温度保持在150°C以下,优选地从大约50°C到100°C。由于几个原因,将吸附材料的温度控制在150°C以下,优选从大约50°C到100°C是有利的。首先,已经发现较高的温度可能对待干燥物质的质量有害。通过将吸附材料的温度保持在150°C以下,干燥空气流(104)可以直接暴露于待干燥的物质。此外,已经发现,通过将吸附材料的温度保持在50°C以上,可以提供足够的干燥力。使用低于50°C的吸附材料的温度是可能的,但在某些情况下提供的驱动力可能不够。

[0068] 此外,已经发现,通过保持吸附材料的温度低于150°C,优选低于100°C,包含在再生装置(106)内的已消耗的吸附材料(101)的温度可以保持在230°C以下,低于临界水平,在该临界水平中干燥单元的效率变低,并且可能需要额外的热交换器来将温度保持在230°C以下。

[0069] 这样,根据所述吸附材料(100)的含水量和所述吸附部件(100)的组成,可以更高效地调节已消耗的吸附部件(101)的温度。例如,再生装置(106)中的已消耗的吸附材料(101)的温度可以以这种方式被控制。

[0070] 根据本发明的一个实施例,如图1所示,吸附单元(112)连接到再生装置(106)。

[0071] 在本发明的上下文中,术语“再生装置”指的是适于重新提供物质或组合物的装置,或在物理和/或化学状态下使所述物质保持其原始功能或部分功能的装置。在本发明的上下文中,再生装置使吸附材料再生,以从不具有吸附特性的吸附材料提供具有其原始吸附特性的吸附材料。

[0072] 根据该实施例,干燥单元还包括再生装置(106),再生装置包括:第二热交换元件(111),其适于与已消耗的吸附材料(101)交换热量,从而提供再生的吸附材料(100);以及节约器(108),该节约器以与已消耗的吸附材料(101)的逆流提供所述吸附材料(100)。根据

本发明的吸附材料可以例如通过向所述已消耗的吸附材料(101)提供热量而再生。当已消耗的吸附材料(101)在再生装置(106)中被加热时,产生水蒸气(110)。在再生装置(106)之前,存在节约器。

[0073] 在本发明的上下文中,术语“节约器”指的是旨在例如通过交换热量和预热流体而减少能源消耗的装置。

[0074] 根据本实施例的节约器(108)从吸附单元(112)接收已消耗的吸附材料(101),并且在所述已消耗的吸附材料(101)和来自再生装置(106)的再生吸附材料(100)之间交换热量。以这种方式,已消耗的吸附材料(101)在到达再生装置(106)之前被预热,并且来自再生装置(106)的再生吸附材料(100)在到达吸附单元(112)之前被冷却以用于从湿空气中吸附水。

[0075] 最好将吸附材料(101)与可能存在的吸附材料团块或其他杂质分离。为了避免这种情况,根据本发明的另一个实施例,干燥单元还包括分离单元,该分离单元被配置为从吸附材料中清除杂质。杂质包括但不限于固体(任何种类的颗粒)、液体(任何不纯性质的液滴)和气体(恶臭气体、有毒化合物等)。

[0076] 在本发明的上下文中,术语“分离单元”指的是能够分离两种或多种实体或物质的单元,例如过滤器。

[0077] 分离单元(119)可以位于不同的位置,从而可能将吸附材料(100)或已消耗的吸附材料(101)与杂质分离。因此,例如,分离单元(119)不是设置在图1中的位于第二出口(118)和节约器(108)之间位置,而是可以设置在吸附材料(100)进入吸附单元(112)之前,因此位于节约器(108)和第二入口(117)之间。分离的位置可以取决于例如分离单元中使用的过滤器类型所接受的粘度。因此,分离单元(119)可以从可用的吸附材料(100)中分离杂质,并将分离的清洁吸附材料(200)提供回干燥单元,然后滤液(201)可以被处理或送往水处理厂。

[0078] 如前所述,根据本发明,干燥单元提供干燥空气流。所述干燥空气流可以用于对物质进行干燥。为了做到这一点,干燥空气流必须与所述物质接触。

[0079] 在本发明的上下文中,术语“物质”指的是任何状态或形式的任何物质,例如但不限于颗粒、建筑材料、木材、气体、纸浆和纸张、无机和有机酸生产或合成反应产生的化学品的干燥、食品。本发明的优点在于,它提供了不被例如吸附材料(101)或热交换流体污染的空气。这允许使用直接干燥技术来干燥所述物质。

[0080] 根据本发明的一个实施例,所述物质(102)是食品和/或饮料行业的产品。本发明提供的干燥空气的低污染对于需要符合高质量标准和要求的可感产品的干燥是有利的。

[0081] 根据本发明,干燥单元包括连接到吸附单元(112)的夹带装置(105)。夹带装置(105)适于接收第二空气流(104)或干燥空气,并将夹带的吸附材料(100)与所述第二空气流(104)分离。根据本发明的另一个实施例,夹带装置(105)是聚结液滴分离单元。

[0082] 根据本发明的另一个实施例,干燥单元还包括连接到所述吸附单元(112)的接触装置(109),其中接触装置适于提供与所述物质(102)接触的第二空气流(104),从而干燥所述物质。

[0083] 本发明及其实施例提供了通过本发明对干燥过程的有益控制。根据本发明的另一个实施例,干燥单元还包括适于测量吸附材料(100)的温度的温度装置,以及适于基于测量的温度调节吸附材料(100)的温度的控制单元。此外,在本发明的又一个实施例中,干燥单

元还包括适于测量第二空气流(104)的含水量的湿度装置和适于基于测量的所述第二空气流(104)的含水量调节吸附材料(100)的温度的控制单元。

[0084] 在本发明的上下文中,术语“温度装置”是指配备有测量温度的温度传感器的装置。在本发明的上下文中,术语“湿度装置”是指用于测量空气中含水量的设备,例如湿度计。

[0085] 在本发明的上下文中,术语“控制单元”或处理单元指的是适用于对提供给所述控制器(例如CPU)的指令中指定的数据执行逻辑和算术运算的单元。

[0086] 温度装置和控制单元用于/可以用于允许调节吸附材料(100)的温度,使得吸附材料的温度保持在控制之下,即在期望的温度范围内。连接到温度装置的控制单元适于基于测量的温度调节吸附材料(100)的温度。吸附材料的温度优选地由第一热交换元件调节,然而,其他装置也是可能的。

[0087] 在吸附材料(100)进入吸附单元(112)之前,温度装置被定位在有利于测量吸附材料(100)的温度的位置,例如在所述吸附材料流(100)的位置。

[0088] 此外,湿度装置和控制单元用于/可以用于允许调节干燥空气流的含水量,即第二空气流(104)的含水量。更具体地,每当第二干燥空气流(104)被认为对于特定应用不够干燥时,连接到所述湿度装置的控制单元提供对吸附单元(112)内的吸附材料(100)的温度的调节,从而调节该单元中的干燥能力。吸附材料的温度优选地由第一热交换元件调节,然而,其他装置也是可能的。通过这种方式,可以调节干燥空气的干燥和温度。

[0089] 根据本发明的另一个实施例,干燥单元还包括阀单元,该阀单元适于响应于控制单元而调节第一热交换元件(107)内部的传热流体(例如冷却剂)的流入。

[0090] 在本发明的上下文中,术语“阀单元”指的是包括用于控制液体或气体通过导管等的流动的装置的单元。

[0091] 与温度装置和控制单元相结合,阀单元可以提供进出本发明干燥单元的各个部分的输入流和输出流的打开和关闭。例如,阀单元可用于限定进入吸附单元(112)的吸附材料(100)的量,并因此控制该单元中的干燥能力。通过这种方式,可以调节干燥空气的干燥和温度。

[0092] 根据本发明及其一个或多个实施例,并参考图1,本发明提供了一种由根据本发明的干燥单元进行的对物质(102)进行干燥的方法,其中该方法包括以下步骤:(a)提供具有含水量 W_1 的第一空气流(103)。如图1所示,所述第一空气流(103),也称为湿空气,可以例如通过第一入口(115)提供给吸附单元(112)。在该步骤之前,所述湿空气可以选择性地进行过滤步骤以去除污染物或更大的颗粒。此外,在吸附单元(112)内,进行使所述第一空气流(103)与吸附材料(100)接触的步骤(b)。所使用的吸附材料(100)可以包括无机含氧酸和/或其盐和水。此外,在步骤(c)中,获得具有含水量 W_2 的第二空气流(104),也称为干燥空气,其中 $W_2 < W_1$,从而提供已消耗的吸附材料(101)。在随后的步骤(d)中,所述第二空气流(104)与物质(102)接触,从而直接干燥所述物质(102)。此外,进行通过加热从已消耗的吸附材料(101)再生吸附材料(100)的步骤(e)。

[0093] 根据本发明的另一个实施例,在步骤(b)中,无机含氧酸和/或其盐和水优选为多磷酸和/或高浓度磷酸。

[0094] 根据本发明的另一个实施例,所述多磷酸和/或高浓度磷酸的 H_3PO_4 (PA/PPA)的质

量百分比浓度在约85%至110%的范围内,更优选95%至105%。根据本实施例的浓度的优点是能够实现所需的干燥需求和功率。

[0095] 根据本发明的另一个实施例,在步骤(e)中,吸附材料(100)被连续再生。以这种方式,空气的干燥不必中断以例如用新的吸附材料(100)代替已消耗的吸附材料(101)。根据本发明的干燥单元如果能够提供连续功能,则可以用于流动生产线,其中不停止生产是有益的,例如因为涉及敏感材料,或者由于该步骤所需的高功率或其他原因,停止生产并重新启动生产太费力。

[0096] 根据本发明的另一个实施例,在步骤(b)中,在低于150°C、优选约50至100°C的温度下的吸附过程中提供吸附材料(100)。已经发现,由于几个原因,将吸附材料(100)的温度保持在150°C以下,优选从大约50°C到100°C是有益的。首先,已经发现较高的温度可能对待干燥物质的质量有害。通过将吸附材料的温度保持在150°C以下,干燥空气流(104)可以直接暴露于待干燥的物质。此外,已经发现,通过将吸附材料的温度保持在50°C以上,可以提供足够的干燥力。使用低于50°C的吸附材料的温度是可能的,但在某些情况下提供的驱动力可能不够。

[0097] 图2示出了本发明的另一个实施例,其中吸附单元(112)包括混合单元(113)和吸附单元基座(114)。根据本发明的该实施例,吸附单元(112)包括:混合单元(113),其适于混合第一空气流(103),所述第一空气流与吸附材料(100)一起进入吸附单元(112);以及吸附单元基座(114),其适于收集所已消耗的吸附材料(101)。

[0098] 在本发明的上下文中,术语“混合单元”指的是能够增加两个实体(例如两种液体、一种液体和一种固体等)之间的表面接触的单元。换句话说,混合单元可以是混合器。

[0099] 在本发明的上下文中,术语“吸附单元基座”指的是吸附单元的下部,其中液体和/或固体倾向于通过重力收集。换句话说,是指吸附单元的底部。

[0100] 例如,根据本发明及其一个或多个实施例,并参考图2,可以在本发明的上下文中使用的吸附单元可以是例如开放填充床反应器,其中所述混合单元(113)由喷嘴或其它装置表示,其允许所述吸附材料(100)更好地与所述湿空气流接触。在该吸附单元(112)中,存在于湿空气流中的水由吸附材料(100)保持。在吸附材料(100)是多磷酸和/或高浓度磷酸的情况下,所述吸附材料(100)用水富集,直到它们不再起到吸附剂的作用并且必须被替换。湿空气流可以从允许水的吸附发生的任何位置提供给吸附单元,优选地从吸附单元基座(114)提供,其中所述湿空气流被提供以进入第一入口(115)。吸附材料(100)从节约器(108)、再生装置(106)和/或活性吸附材料的外部流(100)通过第二入口(117)进入混合单元(113)。在进入混合单元(113)之后,吸附材料(100)在吸附单元(112)内部与湿空气紧密接触。吸附单元(112)内的填充床允许湿空气流与所述吸附材料(100)充分接触,所述吸附材料通过重力落到吸附单元基座(114)上。当吸附材料(100)被收集到吸附单元基座(114)时,吸附材料被吸附的水稀释,这意味着已消耗的吸附材料(101)被形成并收集在所述吸附单元基座(114)处。因此,被已消耗的吸附材料(101)在具有滞留的水之后被收集在床反应器的下部,其中所述材料例如从第二出口(118)被泵出吸附单元(112)以被处理或再生。在吸附单元(112)的上部,所获得的干燥空气流从第一出口(116)排出。

[0101] 根据第二方面,本发明涉及如本发明的实施例中所述的干燥单元用于对物质(102)进行干燥的用途。特别地,干燥单元可以用于若干工业领域和需要干燥步骤的不同制

造方法。例如,根据本发明的干燥单元可以用于任何工业中,其中稳定的干热空气流是工艺物质的优选干燥手段,例如食品工业、饮料工业、纸浆和造纸工业、化学工业、精细化学品工业、制药工业、农业工业、气体工业、木材工业等。更具体地,根据本发明的干燥单元可以例如通过干燥颗粒、建筑材料、木材、气体、纸浆和纸张、来自合成反应或无机和有机酸生产的化学品、例如来自丙烯酸的高吸收性聚合物的干燥来使用。

[0102] 示例:

[0103] 根据本发明,已经建立了根据本发明的100kW干燥单元系统。本示例性系统除了提高能源效率之外,还显著提高了待干燥物质(例如湿食品物质)的干燥速度。此外,通过液滴分离单元将液体吸附夹带保持在可接受的ppm水平。干燥装置使用PPA作为液体吸附介质。通过本干燥装置,在从湿空气流中吸收水的过程中,通过将液体PPA保持在100°C以下,显著提高了食品烘干过程的干燥速度。通过本实施例的干燥装置,通过在高达100°C的温度下作为吸附剂/解吸剂的PPA/PA和水作为吸附剂操作,显著提高了干燥速度,因为在这些较低的温度下,吸附剂的水蒸气压力要低得多。已经发现,该过程的驱动力,即空气中的水的蒸汽压与吸附剂中的水蒸汽压的差,在较低的吸附剂温度下要高得多。尽管较低的排气温度具有较低的热回收,但空气被充分干燥,从而产生更快的干燥循环。

[0104] 根据本发明的干燥技术的性能可以通过莫勒图(图3)来表示。在所给出的例子中,描述了两个可能发生在单元109中的干燥循环。一个(从1到2到3)表示根据本发明的吸附技术的用途。另一个(从1到3)描述了现有技术。点1表示在应用吸附技术时表示为流103的过程中可用的示例空气,而在不应用吸附技术的情况下表示为流102。点2表示作为单元112的输出的示例空气流,并且在应用吸附单元时被描绘为流104。点3表示从发生物质干燥的单元109输出的示例空气流。当前技术(箭头1至3)可解读如下:点1表示示例空气流(例如大气),表示为流102。在不考虑吸附单元并且因此流104不可用的情况下,流102的进入空气将需要暴露于额外的加热源以具有如点3所表示的相同的最终温度。为了实现这一点,空气需要暴露在100摄氏度或更高的热元件下,这可能会对干燥的物质造成伤害。为了实现可接受的温度,当不使用吸附单元时,需要加热和冷却两者来提供空气流102的可接受温度。此外,由于流102和104之间的绝对含水量差异是显著的,因此将需要更多体积的流102。该图形示例表明,在没有吸附单元的情况下,需要额外的加热源来提高流102的温度,并且需要显著更大的干燥力来获得相同的结果(点3)。

[0105] 更具体地说,图3中的莫勒图代表了空气中水的饱和曲线。下面通过图3说明了两个干燥循环,第一个干燥循环a和第二个干燥循环B。

[0106] 干燥循环A是可通过根据本发明的干燥单元实现的干燥循环,而干燥循环B是可通过现有技术实现的干燥循环。

[0107] 图3中的状态1、2和3表示空气状态,其特征在于以摄氏度(°C)表示的特定温度和以每千克空气的水蒸气克数(g/Kg)表示的含水量。

[0108] 循环A-状态1至状态2至状态3

[0109] 本干燥循环可以通过本发明的干燥单元来实现,其中状态1(点1)的大气的特征在于较低温度和含水量,温度大约27°C的并且含水量为26g/Kg。根据本发明,处于状态1的空气对应于流103。此外,在通过吸附单元112干燥之后,空气流处于状态2(点2),其特征在于大约2.5g/Kg的低得多的含水量和大约67°C的较高温度。然后利用状态2的干燥空气来干燥

诸如食物之类的物质。食物的干燥提供空气流作为输出状态3(点3)离开其中对物质进行干燥的单元109。

[0110] 循环B(现有技术)-状态1至状态3

[0111] 本干燥循环代表了现有技术状态,其中处于状态1的大气,其特征在于相对较低的温度和含水量,温度约为30°C并且含水量为25g/Kg。在没有吸附单元的情况下,处于状态1的空气将需要暴露于额外的加热源,以提供处于状态3的最终温度。为了实现这一点,空气需要暴露在100摄氏度或更高的加热元件,这可能会对干燥的物质造成伤害。为了达到可接受的温度,在目前的情况下,需要加热步骤和进一步的冷却步骤来提供空气流的可接受温度。此外,将需要更大体积的空气,因为初始空气流的含水量和最终空气流的含水量之间的绝对含水量差异是显著的。

[0112] 图3以及由此描述的循环A和循环B说明了根据本发明的单元的一些优点。更具体地,在没有本发明的情况下,需要额外的加热源来提高初始空气流的温度,并且需要显著更大的干燥力来获得相同的结果(点3)。

[0113] 在夏季,进气温度通常为20°C至30°C,湿度为50%至65%,来自本文所述系统的回收和干燥空气的湿度通常为15%至30%。由于一年中的进气量是恒定的,因此与冬季条件相比,生产能力要低得多。与纯气体燃料系统相比,这种独特的新组合,即年均干燥速度的提高和能源效率的提高,使该系统成为可行的工业应用。此外,该系统配备了聚结液滴分离单元,以将PA的夹带保持在食物阈值PA浓度以下。根据西欧的气候情况,食品干燥装置的容量估计每年增加约10%至30%。

[0114] 附图标记列表

[0115] 100吸附材料

[0116] 101已消耗的吸附材料

[0117] 102物质

[0118] 103含水量为 W_1 的第一空气流

[0119] 104含水量为 W_2 的第二空气流

[0120] 105夹带装置

[0121] 106再生装置

[0122] 107第一热交换元件

[0123] 108节约器

[0124] 109接触装置

[0125] 110水蒸气

[0126] 111第二热交换元件

[0127] 112吸附材料

[0128] 113混合单元

[0129] 114吸附单元底座

[0130] 115第一入口

[0131] 116第一出口

[0132] 117第二入口

[0133] 118第二出口

- [0134] 119分离单元
- [0135] 200清洁吸附材料
- [0136] 201滤液

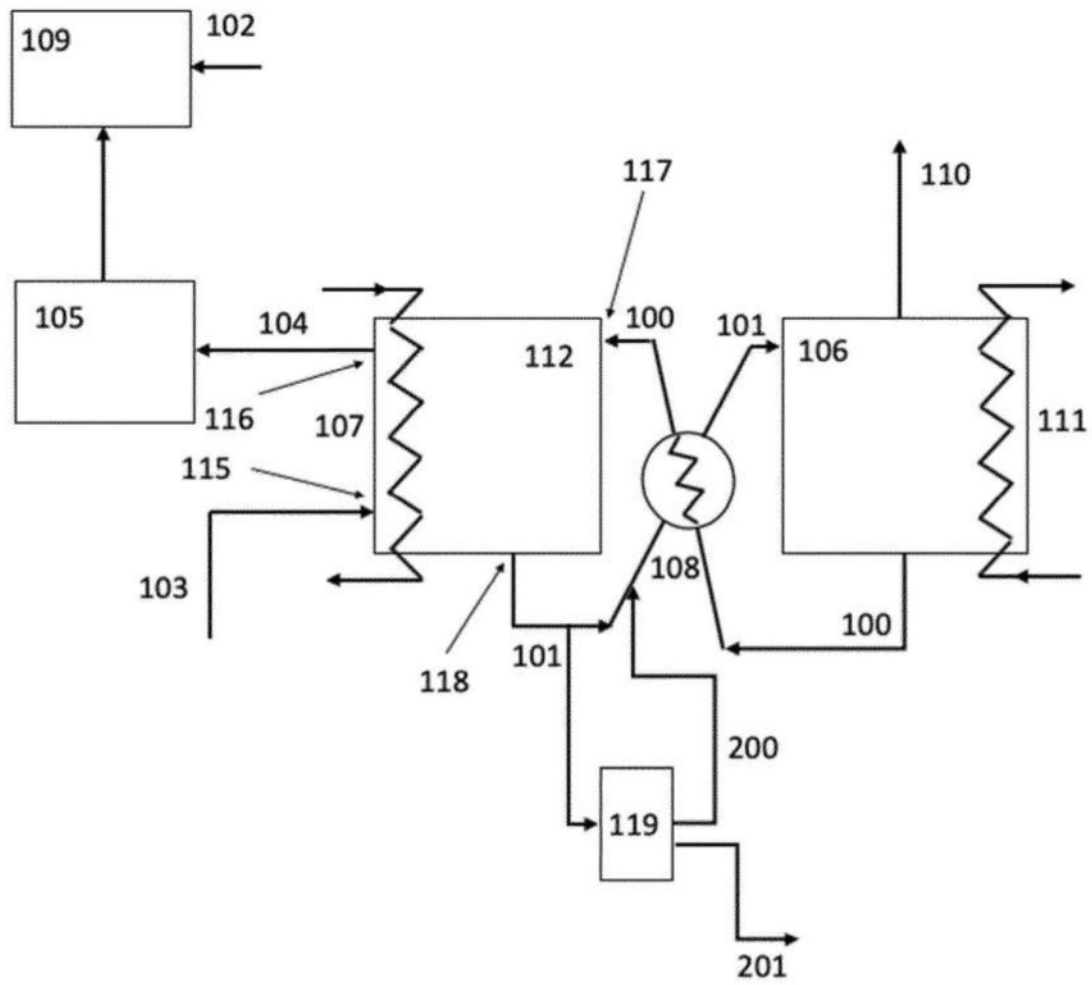


图1

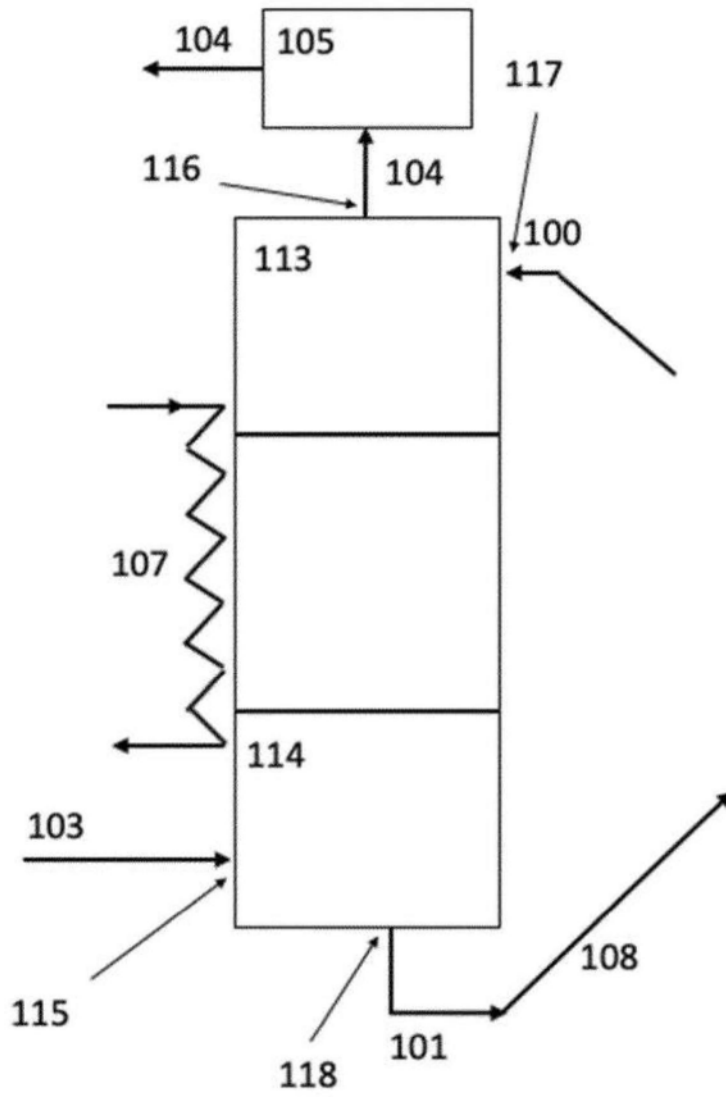


图2

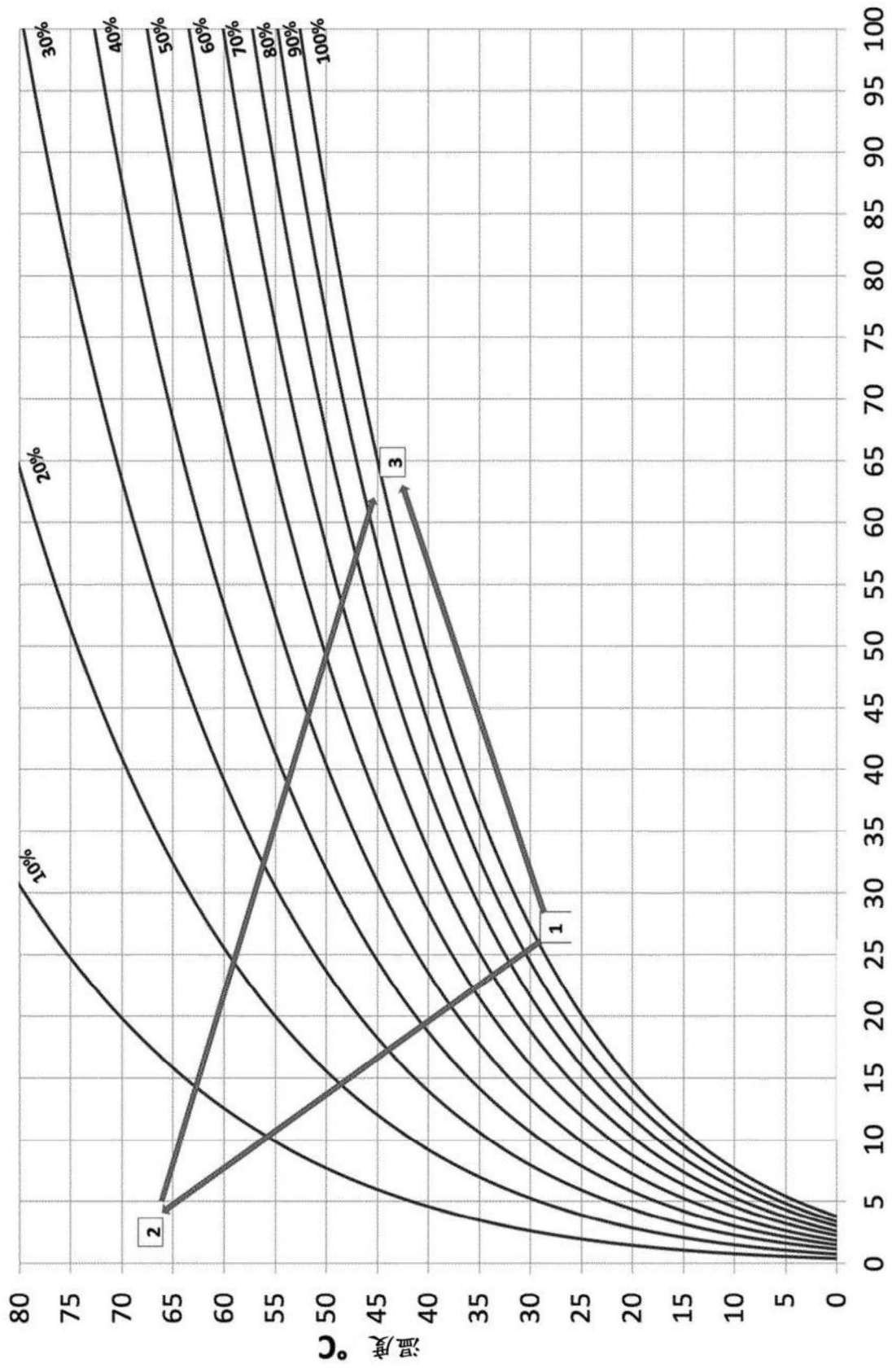


图3