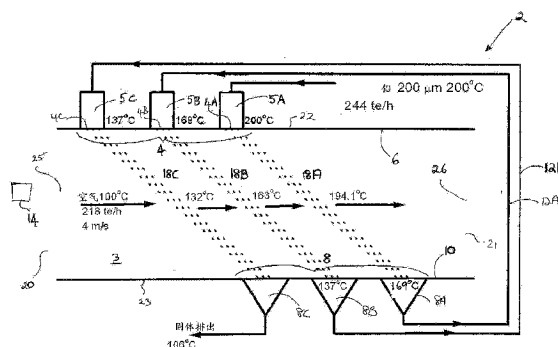




(45) 授权公告日 2015.09.09



1. 气体-颗粒处理器,包括:
具有气体入口、气体出口以及一个或多个颗粒入口的腔室;
气体流动装置,其可操作用于将气体以第一受控质量流率从所述气体入口经过所述腔室流至所述气体出口;
所述腔室包括至少一个颗粒出口,颗粒可经过所述至少一个颗粒出口离开所述腔室;
颗粒流动装置,其可操作用于将一个或多个颗粒流以第二受控质量流率引入到所述腔室中,每个颗粒流流动经过所述腔室内相应的处理区域,
其中,所述处理器可操作用于控制所述第一和/或第二受控质量流率,以将每个处理区域的大部分的气体-颗粒混合物的孔隙率提供为 0.900-0.995。
2. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述处理器可操作用于控制所述第一和/或第二受控质量流率,以将经过每个处理区域的大部分的气体-颗粒混合物的孔隙率提供为 0.990。
3. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述处理器可操作为使得经过每个相应处理区域的大部分的所述气体-颗粒混合物的孔隙率是基本恒定的。
4. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述处理器可操作为使得每个处理区域的所述气体-颗粒混合物的孔隙率随着远离其相应的颗粒入口增长。
5. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述腔室对于每个颗粒入口包括一个颗粒出口,所述颗粒入口和出口构造为使得每个所述颗粒流经过所述颗粒入口进入所述腔室并且经过特定的颗粒出口离开所述腔室。
6. 如权利要求 5 所述的处理器,其中每个颗粒入口和其特定的出口分别位于所述腔室内对置的区域。
7. 如权利要求 1 所述的处理器,其中每个颗粒入口包括多个入口部分,每个颗粒出口包括多个出口部分。
8. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述腔室包括单个颗粒出口,来自所有所述颗粒入口的所述颗粒经过所述单个颗粒出口离开所述腔室。
9. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述颗粒入口构造为沿所述腔室的区域的入口组,所述颗粒出口构造为沿所述腔室上与所述入口形成的区域对置的区域的出口组。
10. 如权利要求 9 所述的处理器,其中所述颗粒的入口组包括沿所述腔室的长度分布的初始入口以及多个后续入口,所述颗粒的出口组包括沿所述腔室的长度分布的多个中间出口以及最终出口,其中每个中间出口与相应的后续入口连通,使得所述处理器可操作用于将来自每个中间出口的颗粒再循环到其相应的后续入口。
11. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述处理器可操作为使得引入到所述腔室的每个颗粒流与其他颗粒流是分离的。
12. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述腔室包括第一端和对置的第二端,所述腔室在所述第一端和所述第二端之间延伸,所述气体入口位于所述第一端附近,而所述气体出口位于所述第二端附近。
13. 如权利要求 12 所述的处理器,其中所述腔室包括在所述第一端和所述第二端之间延伸的对置的第一壁部和第二壁部。
14. 如权利要求 13 所述的处理器,其中所述腔室定向为:所述气体出口所位于的所述

第二端处于所述气体入口所位于的所述第一端的上方,并且所述第一壁部和所述第二壁部大致竖直地延伸。

15. 如权利要求 13 所述的处理器,其中所述腔室定向为:所述气体出口所位于的所述第二端处于所述气体入口所位于的所述第一端的侧面,并且所述第一壁部和所述第二壁部大致水平地延伸。

16. 如权利要求 13 所述的处理器,其中至少一个所述颗粒入口在所述第一壁部中形成,并且至少一个所述颗粒入口在所述第二壁部中形成。

17. 如权利要求 12 所述的处理器,其中所述腔室包括内部构件,至少一个所述颗粒入口在所述内部构件内形成并且至少一个所述颗粒出口在所述腔室的所述第一和 / 或第二壁部中形成。

18. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述气体流动装置包括用于致使所述气体以螺旋流径流经所述腔室的气体旋转器。

19. 如权利要求 18 所述的处理器,其中所述气体旋转器包括一个或多个叶轮、桨板或叶片。

20. 如权利要求 18 所述的处理器,其中所述气体旋转器包括布置在多个储库内多个的叶轮或桨板。

21. 如权利要求 20 所述的处理器,其中所述储库在所述气体入口和气体出口之间被隔开。

22. 如权利要求 20 所述的处理器,其中所述储库处于每个处理区域之间。

23. 如权利要求 20 所述的处理器,其中至少一个所述储库位于每个处理区域内。

24. 如权利要求 18 所述的处理器,其中所述气体旋转器包括布置在多个储库内多个的叶轮或桨板,其中所述叶轮或桨板的所述储库通过转动环安装在所述内部构件上,以便能够将所述储库关于所述内部构件的轴线旋转。

25. 如前述权利要求中任一项所述的处理器,其中所述气体流动装置可操作用于将气体以第一速度从所述气体入口经过所述腔室流至所述气体出口,所述第一速度为所述气体经过所述腔室的流线速度,并且所述颗粒流动装置可用于操作将颗粒流以第二速度引入腔室,所述第二速度包括第一方向分量和第二方向分量,

其中所述处理器可操作为使得将当所述颗粒被引入所述腔室时所述颗粒的所述第二速度的所述第一方向分量控制为大致相等于相应的所述处理区域内的所述气体的所述流线速度减去在引入到腔室时由已知的将会在所述流线速度的相反的方向上作用在所述颗粒上的力引起的任何速度。

26. 如权利要求 25 所述的处理器,其中每个颗粒流的所述第二速度的所述第一方向分量为所述第二速度的分解的水平分量,并且每个颗粒流的所述第二速度的所述第二方向分量为所述第二速度的分解的竖直分量。

27. 如权利要求 25 所述的处理器,其中所述处理器可操作用于以此方式引入所述颗粒:所述第二速度的所述第二方向分量基本等于或大于所述颗粒的终端速度。

28. 如权利要求 25 所述的处理器,其中所述处理器可操作用于在重力加速度作用下引入所述颗粒,以使所述第二方向分量达到终端速度。

29. 如权利要求 25 所述的处理器,其中所述处理器构造为使得从所述腔室的所述气体

入口到所述气体出口的气体流动基本上是线性的,由此在所述腔室的所述气体入口和所述气体出口之间的所述气体流线速度是线速度。

30. 如权利要求 25 所述的处理器,其中所述处理器构造为使得气体从所述腔室的所述气体入口到所述气体出口沿螺旋形流径流动,由此所述气体的所述流线速度与此螺旋形流径一致。

31. 如权利要求 30 所述的处理器,其中每个颗粒流的所述第二速度的所述第二方向分量包括径向速度。

32. 如权利要求 25 所述的处理器,其中所述处理器可操作用于将每个颗粒流相对于所述第一速度的所述方向以一馈送角引入到所述腔室,每个颗粒流的所述馈送角以及所述第二速度被确定为使得将所述颗粒被引入所述腔室时所述第二速度的所述第一方向分量基本等于在相应的所述处理区域中所述气体的所述流线速度。

33. 如权利要求 1 所述的处理器,其中所述气体流动装置可操作用于使气体从所述气体入口经过所述腔室流至所述气体出口,使得所述气体在所述腔室内具有角分量速度和在所述气体入口与所述气体出口之间的线性速度分量。

34. 如权利要求 1 所述的处理器,其中在所述气体入口和所述气体出口之间限定腔室长度,所述腔室还具有至少两个颗粒入口;以及

所述腔室长度小于与所述腔室的颗粒入口同样个数的基本相同的腔室的联合最小长度,但这些腔室仅操作单个颗粒流和单个相应的处理区域。

35. 气体-颗粒处理方法,包括:

经过气体入口将气体引入到腔室中;

使所述气体以第一受控质量流率从所述气体入口经过所述腔室流至气体出口;以及

将至少一个颗粒流以第二受控质量流率经过所述腔室的一个或多个气体入口引入到所述腔室;

使每个颗粒流经所述腔室内的相应的处理区域;以及

控制所述第一和/或第二受控质量流率,使得在每个处理区域的大部分中的气体-颗粒混合物的孔隙率为 0.900-0.995。

36. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中经过每个处理区域的大部分的所述气体-颗粒混合物的孔隙率控制在 0.990。

37. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中经过每个相应的处理区域的大部分的所述气体-颗粒混合物的孔隙率控制为基本恒定的。

38. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中所述每个处理区域的所述气体-颗粒混合物的孔隙率随着远离其相应的颗粒入口增加。

39. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中气体从所述气体入口到所述气体出口基本线性地流动。

40. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中所述气体从所述气体入口到所述气体出口沿螺旋流径流动。

41. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中将每个颗粒流经过所述腔室的壁部引入到所述腔室。

42. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中将每个颗粒流从位于所述腔室内的内部构件

引入到所述腔室。

43. 如权利要求 35 所述的处理方法,所述方法包括使每个颗粒流从其相应的颗粒入口流动至所述腔室的壁部。

44. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中所述方法还包括经过相应的颗粒出口从所述腔室输出每个颗粒流。

45. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中所述气体以第一速度从所述气体入口经过所述腔室流至所述气体出口,所述第一速度为所述气体经过所述腔室的流线速度,并且每个颗粒流以第二速度引入所述腔室,所述第二速度包括第一方向分量和第二方向分量,

其中所述方法还包括:将当所述颗粒被引入所述腔室时所述颗粒的所述第二速度的所述第一方向分量控制为大致相等于在相应的处理区域内的所述气体的流线速度减去在引入到所述腔室时由已知的将会与气体的流线速度相反的方向上作用在所述颗粒上的力引起的任何速度。

46. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中所述第二速度的所述第一方向分量为所述第二速度的分解的水平分量,并且所述第二速度的所述第二方向分量为所述第二速度的分解的竖直分量。

47. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中将每个颗粒流以基本等于或大于所述颗粒的终端速度的所述第二速度的所述第二方向分量引入。

48. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中将每个颗粒流在重力加速度下引入,从而使所述第二方向分量达到终端速度。

49. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中所述方法包括使所述气体从所述腔室的所述气体入口基本线性地流动到所述腔室的所述气体出口,由此在所述腔室的所述气体入口和所述气体出口之间,所述气体的所述流线速度是线速度。

50. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中所述方法包括使所述气体从所述腔室的所述气体入口到所述气体出口沿螺旋形流径流动,由此所述气体的所述流线速度与此螺旋形流径一致。

51. 如权利要求 50 所述的处理方法,其中每个颗粒流的所述第二速度的所述第二方向分量是径向速度。

52. 如权利要求 45 所述的处理方法,其中所述方法包括将每个颗粒流相对于所述气体的流线速度的所述方向以一馈送角引入到所述腔室。

53. 如权利要求 52 所述的处理方法,还包括确定每个颗粒流的所述馈送角,以使将颗粒引入所述腔室的所述第二速度的所述第一方向分量基本等于所述气体的所述流线速度。

54. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中使用的所述颗粒具有小于 $300\ \mu\text{m}$ 的直径。

55. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中使用的所述颗粒具有 $200\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 之间的直径。

56. 如权利要求 35 所述的处理方法,其中使所述气体流过所述腔室包括使所述气体从所述气体入口经过所述腔室流至气体出口,使得所述气体在所述腔室内具有角分量速度和在所述气体入口与所述气体出口之间的线性分量速度。

气体 - 颗粒处理器

技术领域

[0001] 本发明涉及气体 - 颗粒处理过程以及气体 - 颗粒处理器,包括涉及气体 - 固体间的热量和质量传递、气体 - 催化剂的反应、气体吸收(在液滴中)以及冷却塔的处理过程和处理器。

背景技术

[0002] 有许多系统用于实施诸如气体 - 颗粒的能量回收和再生、气体 - 固体的化学反应、气化、吸附、干燥、气体吸收和蒸馏等气体 - 固体的过程。

[0003] 旋转式干燥机和旋转窑是这些系统的示例,但它们不是有效的气体 - 固体接触器。已使用诸如流化床和循环流化床的其它系统来代替它们。然而,这些系统也有其自己的不足,诸如增加的压降以及低的接触效率。

发明内容

[0004] 在第一实施方式中,提供了气体 - 颗粒处理器,其包括:

[0005] 具有气体入口、气体出口以及一个或多个颗粒入口的腔室;

[0006] 气体流动装置,其可操作用于将气体以第一受控质量流率从气体入口经过腔室流至气体出口;

[0007] 颗粒流动装置,其可操作用于将一个或多个颗粒流以第二受控质量流率引入到腔室中,每个颗粒流流经腔室内相应的处理区域。

[0008] 其中,处理器可操作用于控制第一和 / 或第二受控的质量流率,从而将经过每个处理区域的大部分的气体 - 颗粒混合物的孔隙率提供为 0.900-0.995。

[0009] 处理器可操作用于控制第一和 / 或第二质量流率,从而将经过每个处理区域的大部分气体 - 颗粒混合物的孔隙率提供为优选地不小于 0.955 甚至更优选地不小于 0.980,最优选地接近 0.990。这使得颗粒流内的大部分颗粒是不受妨碍的,即颗粒基本上不受颗粒流内相邻的颗粒的阻碍。其结果是,可实现增加气体到达颗粒表面的机会,并且可实现基本恒定的颗粒流速度。

[0010] 在一种形式中,处理器可操作为使得每个处理区域的大部分与其相应的颗粒入口是相邻的。在此实施方式中,在每个处理区域的气体 - 颗粒混合物的孔隙率可能会随着远离其相应的颗粒入口而增加。

[0011] 该处理器可操作为使得经过每个相应处理区域的大部分气体 - 颗粒混合物的孔隙率基本上是恒定的。

[0012] 该处理器可以可操作为使得每个处理区域的气体 - 颗粒混合物的孔隙率随着远离其相应的颗粒入口而增加。

[0013] 颗粒可以是固体颗粒,或可以是例如液滴以及薄层形式的液体颗粒。

[0014] 颗粒与气体移动经过腔室时,它们之间会发生热量和 / 或质量传递和 / 或化学反应。

[0015] 在一种形式中,处理器可以是水平构造的。在另一种形式中,处理器可以是竖直构造的。

[0016] 腔室包括至少一个颗粒出口,颗粒经过该至少一个颗粒出口从腔室中离开。

[0017] 腔室对每个颗粒入口可包括一个颗粒出口,颗粒入口和出口构造为使得每个颗粒流经过颗粒入口进入腔室并且经过特定的颗粒出口离开腔室。每个颗粒入口和其特定的出口形成处理级,此处理级还包括该处理级中入口和出口之间的颗粒流所占用的腔室内的处理区域。

[0018] 每个颗粒入口和其特定的出口可位于腔室的相应对置的区域。

[0019] 每个颗粒入口可包括多个入口部分,每个颗粒出口包括多个出口部分。

[0020] 每个颗粒入口可延伸经过腔室宽度的大部分,优选经过整个宽度。

[0021] 为了使处理器在操作过程中能够达到所需的气体-颗粒混合物的孔隙率,只要其需要,每个颗粒入口也可沿腔室长度延伸。

[0022] 腔室可包括单个颗粒出口,从所有颗粒入口进入的颗粒经过该单个颗粒出口离开腔室。单个颗粒出口可能在腔室底部包括网格、格栅等。

[0023] 颗粒入口可构造为沿腔室区域的入口组,颗粒出口可构造为沿腔室上入口形成的区域的对置区域的出口组。

[0024] 颗粒入口组可包括沿腔室长度分布的初始入口以及多个后续入口,颗粒出口组包括沿腔室长度分布的多个中间出口以及最终出口,其中每个中间出口与相应后续入口连通,使得处理器可操作为将来自每个中间出口的颗粒再循环到其相应的后续入口。

[0025] 处理器可操作为使得引入到腔室的每个颗粒流与其他颗粒流是分离的。

[0026] 在实施方式中,气体出口也可起颗粒从腔室离开的出口的作用(颗粒然后与气体一起离开腔室)或者,部分颗粒经过在腔室壁处的颗粒出口离开腔室,部分颗粒经过气体出口,气体和颗粒在气体出口聚集并且在其他地方分离。

[0027] 因此,颗粒穿过腔室再循环的每个实施方式提供了以“多级”过程工作的气体-颗粒处理器,由此,每个颗粒在处理器内多次经过气体。与具有多个处理器用于对单个颗粒流执行重复处理的情况相比,此处理器提供了减少空间和成本需求的优势。

[0028] 在其它实施方式中,气体-颗粒处理器以“多级”过程工作,由此多个颗粒流在腔室内同一时间被共同处理。这与具有同样数量的独立处理器相比,也提供了减少空间和成本需求的优势。

[0029] 腔室可包括第一端和对置的第二端,腔室在第一和第二端之间延伸,气体入口位于第一端附近而气体出口位于第二端附近。

[0030] 腔室可由壁部围封,由此腔室限定了处理区域所位于的围封空间。

[0031] 腔室可包括在第一端和第二端之间延伸的第一和第二对置壁部。

[0032] 腔室可定向为:气体出口所位于的第二端处于气体入口所位于的第一端的上方,并且壁部大致竖直地延伸。在此实施方式中,气体大致竖直地从气体入口向上经过腔室流动至气体出口,颗粒可相对于壁部大致径向地流动。

[0033] 腔室可定向为:气体出口所位于的第二端处于气体入口所位于的第一端的侧面,并且壁部大致水平地延伸。在此实施方式中,气体流大致水平地从气体入口经过腔室流动至气体出口,颗粒可大致竖直地在对置的壁部之间流动。

[0034] 腔室可大致为圆柱形(其中气体布置为基本竖直地流动)或矩形形状(其中气体布置为基本水平地流动)。

[0035] 至少一个颗粒入口可在第一壁部中形成,并且至少一个颗粒入口可在第二壁部中形成。

[0036] 腔室可包括内部构件,至少一个颗粒入口在内部构件中形成并且至少一个颗粒出口在腔室的第一和/或第二壁部中形成。

[0037] 气体流动装置可包括用于致使气体以螺旋流径流经腔室的气体旋转器。

[0038] 在此实施方式中,将每个颗粒流在径向方向引入腔室,然后在每个流的相应颗粒入口位置处受到由旋转气体施加在颗粒上的旋转加速度的离心力,从而给予颗粒流径向速度。以此方式引入颗粒,颗粒相对于腔室发生径向以及切向的移动,颗粒随终端速度下降,但随向上的气体速度而上升。

[0039] 气体旋转器可包括一个或多个叶轮、桨板、叶片、或任何其它可用来使气体以螺旋流径流经腔室的合适的构件、设备或装置。

[0040] 气体旋转器可包括布置在多个储库内的多个叶轮、桨板等。

[0041] 储库可在气体入口和气体出口之间被隔开。

[0042] 储库可位于每个处理区域之间。

[0043] 每个处理区域内可定位有至少一个储库。

[0044] 叶轮、桨板等的储库可通过转动环安装在内部构件上,以使得储库关于内部构件的轴旋转。

[0045] 气体流动装置可操作用于将气体从气体入口以第一速度经过腔室流动到气体出口,并且颗粒流动装置可操作用于将颗粒流以第二速度引入腔室,第二速度包括第一方向分量和第二方向分量。处理器可操作为使得将颗粒被引入腔室的颗粒第二速度的第一方向分量控制为大致相等于相应处理区域内的气体的第一流线速度减去在引入到腔室时由已知的将会在流线速度相反的方向上作用在颗粒上的力引起的任何速度。

[0046] 以此方式,由将颗粒馈送进入腔室的机构提供加速颗粒所需的能量,使得流中每个未受妨碍的颗粒具有气流作用于颗粒上最小的力,因此,最小化了处理器两端(即在腔室的气体入口和气体出口之间)的压降。

[0047] 气体的“流线速度”可理解为气体在与气体流的速度矢量相切的方向上的速度。

[0048] “在相反方向将作用于颗粒的已知的力”可包括重力和气体阻力。

[0049] 处理器工作过程中,由于腔室内发生热量和/或质量传递过程,整个腔室的气体速度会不同。因此,第一(气体)速度以及在每个相应的处理区域的任何此速度分量可视为腔室内相关位置处的局部气体速度(或相应分量),其中相关位置可诸如为相应处理区域的颗粒入口附近,但优选地,可根据穿过整个处理区域的局部速度(或速度的相应分量)的平均值确定。

[0050] 每个颗粒流的第二速度的第一和第二方向分量可包括第二速度的分解的水平和竖直分量。

[0051] 在另一实施方式中,每个颗粒流的第二速度的第二方向分量可包括径向速度。

[0052] 处理器可操作用于以此方式引入颗粒,其中第二速度的第二方向分量基本等于或大于颗粒的终端速度。

[0053] 处理器可操作位在重力加速度作用下引入颗粒来使得第二方向分量达到终端速度。

[0054] 处理器可构造为使得从腔室的气体入口到气体出口基本上是线性的,由此在腔室的气体入口和气体出口之间的气体流线速度是线速度。

[0055] 处理器可构造为使得气体从腔室的气体入口沿螺旋形流径流至气体出口,由此气体的流线速度与此螺旋形流径一致。在此实施方式中,气体的第一速度(流线速度)包括角速度分量和气体入口和出口之间的线速度分量。

[0056] 处理器可操作用于将每个颗粒流相对于第一(气体)速度方向以一馈送角引入到腔室,馈送角以及每个颗粒流的第二速度确定为使得将颗粒引入腔室的第二速度的第一方向分量基本等于相应处理区域中气体的流线速度。

[0057] 这些处理器的实施方式至少部分地为气体-颗粒的相互作用提供高热量及质量传递速率、短的气体-颗粒接触时间以及穿过整个系统的低压降。

[0058] 颗粒流动装置可包括用于将颗粒馈送到颗粒入口(多个入口)的一个或多个颗粒馈送器。

[0059] 在一个实施方式中,颗粒流动装置包括向多个颗粒入口中每一个馈送的单个馈送器。

[0060] 在另一实施方式中,处理器包括用于馈送颗粒到每个颗粒入口的颗粒馈送器。

[0061] 在一个实施方式中,每个馈送器的出口可形成腔室的颗粒入口之一。

[0062] 每个颗粒馈送器可从一个或多个存储容器馈送颗粒,每个存储容器可是加料斗、储藏箱或类似单元的形式。

[0063] 在一个实施方式中,气体流动装置可包括用于将气体经过气体入口馈送到腔室的气体馈送器。

[0064] 气体馈送器可是压缩机、泵、鼓风机或类似单元的形式。

[0065] 在第二实施方式中,提供了一种气体-颗粒处理方法,包括:

[0066] 经过气体入口将气体引入到腔室中;

[0067] 使气体以第一受控质量流率从气体入口经过腔室流至气体出口;

[0068] 将至少一个颗粒流以第二受控质量流率经过腔室的一个或多个气体入口引入到腔室;

[0069] 使每个颗粒流经腔室内的相应的处理区域;

[0070] 控制第一和/或第二质量流率,使得各个处理区域的大部分中的气体-颗粒混合物的孔隙率为 0.900-0.995。

[0071] 经过每个处理区域的大部分的气体-颗粒混合物的孔隙率优选地控制在不小于 0.955,甚至更优选不小于 0.980,最优选地接近 0.990。

[0072] 经过每个处理区域大部分的气体-颗粒混合物的孔隙率可控制为基本恒定的。

[0073] 每个处理区域的气体-颗粒混合物的孔隙率随着远离其相应的颗粒入口而增加。

[0074] 气体可从气体入口到气体出口基本上线性地流动。

[0075] 在另一结构中,气体可从腔室的气体入口沿螺旋流径流至气体出口。

[0076] 可将每个颗粒流经过腔室的壁部引入到腔室。

[0077] 在另一个实施方式中,将每个颗粒流从位于腔室内的内部构件引入到腔室。

[0078] 该方法可包括使每个颗粒流从相应的颗粒入口流动至腔室的壁部。

[0079] 该方法还可包括：经过相应的颗粒出口从腔室输出每个颗粒流。

[0080] 气体以第一速度从气体入口流动经过腔室至气体出口，第一速度为气体速度经过腔室的流线型速度，并且每个颗粒流可以以第二速度流入腔室，第二速度包括第一方向分量和第二方向分量。在此实施方式中，方法还包括：将颗粒被引入腔室时颗粒的第二速度的第一方向分量控制为大致相等于是相应处理区域内的气体的第一流线速度减去在引入到腔室时由已知的在流线速度相反的方向上将会作用在颗粒上的力引起的任何速度。

[0081] 第二速度的第一和第二方向的分量可包括第二速度的分解的水平和竖直分量。

[0082] 在另一个实施方式中，每个颗粒流的第二速度的第二方向分量可包括径向速度。

[0083] 可将每个颗粒流以基本等于或大于颗粒终端速度的第二速度的第二方向分量引入。

[0084] 每个颗粒流可在重力加速度下引入，从而使第二方向分量达到终端速度。

[0085] 方法还可包括使气体从腔室的气体入口基本线性地流动到腔室的气体出口，由此在腔室的气体入口和气体出口之间的气体流线速度是线速度。

[0086] 在另一个实施方式中，方法可包括，使气体从腔室的气体入口沿螺旋形流径流至气体出口，由此气体的流线速度与此螺旋形流径一致。在此实施方式中，气体的第一速度（流线速度）包括角速度分量和气体入口和出口之间的线速度分量。

[0087] 方法可包括将每个颗粒流相对于气体流线（第一）速度方向以一馈送角引入到腔室。

[0088] 方法还包括将每个颗粒流的馈送角确定为使得第二（颗粒）速度的第一方向分量基本等于气体的流线速度。

[0089] 可使用直径小于 300 微米的颗粒，更优选地使用直径在 200 微米和 100 微米之间的颗粒。颗粒的小粒径为大部分颗粒（在处理区域内具有高孔隙率）提供了相对于质量流量的非常高的表面。颗粒的高表面积增强了颗粒和气流之间的交换过程。在优选的实施方式中，颗粒也具有窄的粒径分布，这使得腔室内的每个处理区域能够保持小的（尺寸）并且维持期望的气体-颗粒混合物的孔隙率。此外，使用具有小的直径和窄的粒径分布的颗粒是合意的，使得可将每个颗粒流以不需要为实现基本匀速而过度使用能源或成本的速度引入到处理器，此速度包括每个颗粒流（第二速度）的所有方向分量。然而，在其它实施方式中，可使用具有宽的粒径分布的颗粒，尽管在此情况下，可能会导致某些来自不同处理区域的颗粒混合，和 / 或某些颗粒经过气体出口离开腔室。

[0090] 在第三实施方式中，提供了气体-颗粒处理器，其包括：

[0091] 具有气体入口、气体出口以及一个或多个颗粒入口的腔室；

[0092] 气体流动装置，其可操作用于使气体以第一速度从气体入口经过腔室流动至气体出口，第一速度是气体经过腔室的流线速度；

[0093] 颗粒流动装置，其可操作用于将一个或多个颗粒流以第二速度引入到腔室，每个颗粒流流经腔室内的相应处理区域，第二速度包括第一方向分量和第二方向分量，其中，处理器可操作用于将颗粒被引入腔室时颗粒的第一方向分量控制为大致等于相应处理区域内的气体的流线速度减去在引入到腔室时由已知的在初始方向分量相反的方向上将会作用在颗粒上的力引起的任何速度。

[0094] 第四实施方式中,提供了气体-颗粒处理方法,包括:

[0095] 经过气体入口将气体引入到腔室中;

[0096] 使气体以第一速度从气体入口经过腔室流动至气体出口,第一速度是气体经过腔室的流线速度;并且

[0097] 将至少一个颗粒流以第二速度引入腔室,第二速度包括第一方向分量和第二方向分量,其中,方法还包括,将颗粒被引入腔室时颗粒的第二速度的第一方向分量控制为大致相等于相应处理区域内的气体的流线速度减去在引入到腔室时由已知的气体流线速度相反的方向上将会作用在颗粒上的力引起的任何速度。

[0098] 在另一个实施方式中,提供了一种气体-颗粒处理器,其包括:

[0099] 具有气体入口、气体出口和一个或多个颗粒入口的腔室;

[0100] 气体从气体入口经过腔室流动至气体出口,使得气体在气体腔室内具有角分量速度和在气体入口与气体出口之间的线性分量速度;以及

[0101] 颗粒流动装置,其可操作用于将一个或多个颗粒流引入到腔室,每个颗粒流流经腔室相应的处理区域。

[0102] 在另一个实施方式中,提供了一种气体-颗粒处理方法,其包括:

[0103] 经过气体入口将气体引入到腔室中;

[0104] 使所述气体从所述气体入口经过所述腔室流至所述气体出口,从而气体在腔室内具有角速度分量和气体入口和出口之间的线速度分量;

[0105] 将至少一个颗粒流引入到所述腔室;以及

[0106] 使每个颗粒流经所述腔室内的相应的处理区域。

[0107] 在另一实施方式中,提供了气体-颗粒处理器,包括:

[0108] 具有气体入口和气体出口的腔室,气体入口以及出口之间限定腔室长度,腔室还具有至少两个颗粒入口;

[0109] 气体流动装置,其可操作用于将气体从气体入口经过腔室流动至气体出口;以及

[0110] 颗粒流动装置,其可操作用于将一个或多个颗粒流引入到腔室,每个颗粒流流经腔室内的相应处理区域,其中腔室的长度小于与腔室的颗粒入口同样个数的基本相同的腔室的联合最小长度,但是这些腔室每个仅可操作单个颗粒流和单个相应处理区域。

附图说明

[0111] 参考附图,仅通过示例,在下文描述本发明的实施方式,其中:

[0112] 图 1 是水平构造的气体-颗粒处理器横截面示图;以及

[0113] 图 2 是竖直构造的气体-颗粒处理器横截面示图。

具体实施方式

[0114] 图 1 是示出了水平的气体-颗粒处理器 2 的一种形式。处理器 2 包括腔室 3,腔室 3 具有第一端 20、相对的第二端 21 以及在第一端和第二端之间延伸的顶壁部 22 和底壁部 23。第二端位于第一端的一侧,并且侧壁部大致水平延伸,从而限定了水平朝向的腔室。

[0115] 腔室 3 具有颗粒入口组 4,颗粒入口组 4 相应地包括第一入口 4A、第二入口 4B 以及第三入口 4C,经过这些入口将颗粒引入到腔室。固体颗粒由颗粒流动装置馈送到每个入

口,颗粒流动装置包括具有相关颗粒加速器 5A、5B 及 5C 的相应颗粒馈送器,馈送器从一个或多个加料斗、储藏箱等形式的储存容器馈送颗粒。然而,在其它实施方式中,颗粒可为经过喷雾喷嘴、喷雾器等馈送的液滴或薄液层。颗粒入口 4 形成在腔室的顶壁部 22 的表面 6 处。馈送器的出口与颗粒入口 4 连通和 / 或共同存在。处理器构造和操作为使得经过每个颗粒入口馈送的颗粒产生从顶壁部到底壁部的颗粒流,颗粒流与其他各个颗粒流彼此是分离并且离散的。入口 4 也具有穿过腔室的大部分延伸的宽度,优选地具有穿过腔室的整个宽度延伸的宽度,使得相应的颗粒流也基本穿过腔室的宽度延伸。

[0116] 腔室 3 也具有颗粒出口组 8,颗粒出口组 8 相应地包括第一出口 8A、第二出口 8B、第三出口 8C,颗粒经过这些出口从腔室离开。颗粒出口形成在底壁部 23 中与形成有入口的表面相对的表面 10 上。第一出口 8A、第二出口 8B、第三出口 8C 与相应的第一入口 4A、第二入口 4B 以及第三入口 4C 相对并且从相应的第一入口 4A、第二入口 4B 以及第三入口 4C 偏置。每个出口位于其相应入口的下游,原因在于当颗粒经过腔室移动时会形成一些水平的移动。离散的颗粒流从相应的颗粒入口 4A-C 开始流动,经过特定的颗粒出口离开腔室。例如,颗粒从第一颗粒入口 4A 入口开始流动,仅经过第一颗粒出口 8A 离开腔室。处理级 18A-C 由每个颗粒入口和其特定的颗粒出口限定,并包括当颗粒流从其入口流至其特定出口时颗粒流占据的腔室内的处理区域。举例来说,处理级 18A 由颗粒入口 4A 和颗粒出口 8A 限定,并包括颗粒入口 4A 与颗粒出口 8A 之间的由颗粒流占据的腔室内的处理区域。在 18A-C 的处理级中,由于颗粒在处理器 2 内经过气体流下降,气体流与颗粒流之间发生热量和 / 或质量交换和 / 或化学反应。在腔室 3 内时的任意时刻,处于处理级中的颗粒流基本不混合。

[0117] 由于处理器操作多个离散的颗粒流的能力,它可起“多级”处理器作用。与具有多个处理器用以执行同样数量的单个颗粒流过程相比,这提供了减少空间和成本需求的优势。

[0118] 颗粒入口组以及颗粒出口组可构造为经过腔室 3 使颗粒再循环。在一种形式中,此再循环可从每个出口至其相应的入口。在另一实施方式中,第一颗粒出口 8A 经过导管 12A 连接到第二颗粒入口 4B,并且第二颗粒出口 8B 经过导管 12B 连接到第三颗粒入口 4C,使得颗粒在连接的出口与入口之间流动。在此实施方式中,第一颗粒入口 4A 限定了初始至腔室 3 的颗粒馈送,而第三颗粒出口 8C 限定了颗粒最终离开腔室 3 并且离开处理器的出口。在变体中,系统可是半-封闭的,使得某些颗粒在第三出口离开处理器,而某些颗粒再循环至第一颗粒入口,同时添加的补偿颗粒补偿已离开系统的颗粒。

[0119] 显然应当理解,处理器可包括更多或更少个颗粒入口以及颗粒出口。在变体中,处理器可包括形成在腔室底部中的单个颗粒出口,该单个颗粒出口接收所有经过颗粒入口进入腔室的颗粒。

[0120] 在另一变体中,每个入口和出口可分别包括多个由网格或格栅限定的入口部分或出口部分。特别地,在一些实施方式中,腔室的底板可是格栅或网格的形式,这使颗粒能够经过底板下降,并且在腔室下方聚集。

[0121] 腔室 3 还包括位于第一端 20 的气体入口 25 以及位于腔室 3 第二端 21 处的气体出口 26,由此在处理器 2 操作过程中,气体沿入口与出口之间的腔室长度流动。为了提供并引导此气体流,处理器 2 包括含有气体馈送器 14 的气体流动装置,其中气体馈送器将气体馈送至腔室的气体入口 25,处理器可能还包括一个或多个气体直流器。气体馈送器的形式

为泵、压缩机以及鼓风机等。

[0122] 气体流以及每个颗粒流分别具有经过腔室的第一以及第二质量流率。优选地,在处理器操作过程中,此质量流率中的一个或两个都被控制为使得在每个处理区域的大部分中的气体-颗粒混合物或者优选地经过每个处理区域各处的气体-颗粒混合物的孔隙率为0.900-0.995(优选地接近0.990)。这使颗粒流大部分的颗粒不会受到颗粒流内相邻颗粒的妨碍。结果是,增加了气体到达颗粒表面机会,并且可实现颗粒流基本恒定的速度。同时,气体-颗粒混合物的孔隙率是受限的,使得气体的第一质量流率不会不可行地低,因此,使得腔室不需要过长。为了使处理器在操作过程中达到所需的气粒混合物的孔隙率,只要需要,颗粒进气口4沿该腔室的长度延伸。

[0123] 图1中所示的处理器2,操作处理器使得,经过每一个处理区域的气体-颗粒混合物的孔隙率是大体恒定的,特别地,如果将颗粒以终端速度引入腔室时,此孔隙率是大体恒定的。然而,如果将颗粒以大于终端速度的速度引入,每个处理区域相邻于其相应颗粒入口部分的气体-颗粒混合物的孔隙率高于处理区域的剩余部分的孔隙率。

[0124] 控制气体以及颗粒的质量流率中任一个,优选地,两个都控制,可根据气体-颗粒处理器用于的实际应用选择不同的控制。例如,在气体催化过程中,化学反应由控制催化剂颗粒流来提供所需的化学转化,由于此化学反应,该过程可控制气体相以及颗粒相。在使用处理器作为冷却塔的示例中(具有液滴形式的颗粒),处理器的操作可是控制的气体相。在此应用中,以将为冷却塔工作过程提供表面面积的质量流率注入液体颗粒。

[0125] 操作处理器2,使得气体以流线(第一)速度流经腔室3,此速度在水平方向上大体是线性的。为协助其实现,可在气体入口25附近设置有诸如隔板的流动校直器。应当注意,在操作过程中,由于在腔室内会发生热量和/或质量传递,在腔室各处的气体速度可呈现不同。

[0126] 将每个颗粒流以第二速度以及相对于气体流线速度以一馈送角引入腔室。这为第二速度提供了第一方向分量以及第二方向分量。第二方向分量是垂直于气体流方向的颗粒速度,即竖直速度。第一方向分量是平行于气体流线速度方向的颗粒速度,即水平速度。

[0127] 控制颗粒的第二速度(颗粒的速度)以及馈送角,以使得将颗粒引入到腔室时,颗粒速度的第一方向分量大致等于(大小以及方向)气体速度的流线速度。应当注意,因为沿腔室长度各处的气体速度呈现不同(由于腔室内发生热量和/或质量传递过程),第一(气体)速度以及其在每个相应处理区域的任何此速度分量可视为腔室内相关位置处的局部气体速度(或相应分量),其中相关位置可是诸如相应处理区域的颗粒入口附近,或者优选地可根据整个处理区域的局部速度(或速度的各分量)的平均值确定。

[0128] 第二速度(颗粒的速度)还被控制为使得第二(竖直)方向分量基本上等于气体中颗粒的终端速度。

[0129] 因此,将颗粒引入腔室的第二速度以及颗粒的馈送角根据第一以及第二方向分量的知识确定。

[0130] 通过利用以上述速度以及质量流率操作处理器,在颗粒进入腔室时,由其相应的颗粒馈送器提供加速颗粒所需的能量,使得每个流中的每个未受阻碍的颗粒具有气流作用于颗粒上最小的力,从而,最小化整个处理器的(即在腔室的气体入口和气体出口之间)压降。

[0131] 在变体中,颗粒可仅竖直下落进入腔室,使得其在重力加速度下降落。这样的过程将不会具有与颗粒以上述水平和竖直分量进入(腔室)的情况同样低的整个腔室的压降,并且因此不能如上述情况同样有效。然而,此变体可操作用于控制气体以及颗粒的质量流率,使得每个处理区域的大部分的气体-颗粒混合物的孔隙率是 0.900-0.995,优选地接近 0.990。

[0132] 在处理器中使用具有小直径以及狭窄的粒径分布的颗粒也是期望的。典型地,使用直径小于 300 微米的颗粒,更优选地使用直径在 200 和 100 μm 之间的颗粒。当颗粒与腔室中处理区域的气体在参考上文的气体-颗粒的混合物孔隙率下混合时,这样的小颗粒的使用提供了非常高的颗粒表面积。这样的高表面积增强了颗粒与气体之间的交换过程,使处理器能够以高效工作。使用具有狭窄的粒径分布的颗粒也能够使腔室的处理区域保持狭窄,并且更易于获得期望的气体-颗粒混合物的孔隙率。颗粒这些属性的组合,使得能够将每个颗粒流以一定速度引入处理器,在此速度下不需要过度使用能量或成本来实现大致相同的颗粒速度。

[0133] 在一些应用中,使用如在气体催化剂处理器中具有高孔隙率颗粒也是期望的。然而,在一些实施方式中,情况可能不是这样,诸如在热量传递处理器中,高孔隙率可能会降低颗粒间的热传导性。

[0134] 现在参考图 2,示出了根据另一实施方式的竖直的气体-颗粒处理器 102。处理器 102 与图 1 所示的处理器 2 相似的特征,已用同样的参考号码但带有数字 1 或 10 的前缀标记出来。

[0135] 处理器 102 包括腔室 103,腔室 103 大体为圆筒形、竖直取向,使得位于第二端 121 处的气体出口 126 处于位于的第一端 120 处的气体入口 125 的上方。相对的侧壁部 122、123 在端部 120、121 之间沿竖直方向延伸。因此,在操作过程中,气体从底部到顶部竖直流动通过腔室。居中的内部构件或柱 180 设置在腔室内,颗粒入口 104A-C 位于居中的内部构件或柱 180 上。因此颗粒从腔室的中心进入腔室。颗粒馈送器 110A-C 馈送至位于内部构件 180 上的入口 104A-C。

[0136] 当进入腔室时,在气体旋转器(下述)的影响下形成螺旋形的气体流,颗粒由螺旋形气体流携带,沿螺旋形流动路径朝向腔室内表面外部移动,在气体旋转器处经过颗粒出口 108A-C 离开腔室。在颗粒移动经过腔室时由于颗粒多少会被气体(克服重力)向上搬移,每个颗粒出口 108A-C 位于其相应入口 104A-C 的上游。

[0137] 尽管气体以大体竖直经过腔室 103 的方向移动,图 2 中处理器 102 的气体流动装置还包括用于在腔室内旋转气体的气体旋转器 130。这导致气体在操作过程中旋转经过腔室。气体旋转器 130 包括位于处理区域 118A-C 内以及之间的板类桨板 130A-F 的储库,其帮助保持经过腔室 3 的气体速度方向和大小。气体旋转器还包括固定于腔室底部气体入口附近的附加的叶片或者代替桨板包括叶片。桨板 130A-F 安装在腔室内的内部组件 180 上,经过可旋转的环等使储库通过发动机能够关于柱的轴线旋转。由于气体是螺旋形运动的,这导致颗粒经过气体旋转器在腔室内具有相似的螺旋运动。桨板 130A、130C 以及 130E 分别位于处理级 118A、118B 以及 118C 之间,而桨板 130B、130D 以及 130F 分别位于处理级 118A、118B 以及 118C 之内。

[0138] 在图 2 所示的实施方式中,气体的流线速度(第一速度)包括在气体入口与气体出

口之间的线性速度分量,线性速度分量在与重力相反的竖直方向上,气体的流线速度(第一速度)还包括由气体旋转器的旋转施加的角速度分量。在操作中,气体在腔室的各处可具有角速度分布。

[0139] 当经过相应的颗粒入口引入颗粒时,其中入口位于居中的柱上,腔室内的气体旋转会切向地拖拉颗粒。相关的离心力造成颗粒在腔室内的径向加速度。因此颗粒朝腔室侧面向外螺旋运动,经过其相应的颗粒出口离开腔室。还将颗粒在入口与出口之间沿气体流方向,克服重力向上被搬运(由于竖直的气体速度大于颗粒在重力下降落的终端速度)。

[0140] 将颗粒流引入腔室,其中颗粒流受到在每个颗粒流的各自颗粒入口位置的旋转气体施加在颗粒上的旋转加速度的离心力。当以此方式引入时,由于颗粒相对于腔室径向并且切向地移动,颗粒在竖直系统中相对于气体随终端速度下降,但随着向上的气体速度上升。

[0141] 将颗粒以第二速度引入,第二速度分解为:基本等于气体流线速度的第一方向分量减去引入到腔室时由已知的将会与流线速度方向相反地作用在颗粒上的力引起的任何速度,力包括例如在此竖直布置的处理器 102 中的重力;以及径向方向上的第二方向分量,此分量基本等于或大于颗粒的终端速度。

[0142] 与上述的水平系统类似,通过以此方式操作竖直布置的处理器 102,当颗粒进入腔室时,加速颗粒所需的能量由其相应的颗粒馈送器提供,使得每个颗粒流中每个不受妨碍的颗粒具有最小的气体流在颗粒上的作用力。因此,最小化经过整个处理器的压降(即,在腔室的气体入口与气体出口之间)。

[0143] 另外,通过操作处理器使得每个流的各颗粒入口位置处的颗粒的径向速度不小于颗粒的终端速度,在颗粒入口临近处保持同样的气体-颗粒混合物孔隙率同时,缩短了馈送器的长度。在腔室内保持颗粒在短半径处的径向速度较高也是期望的,使得经过腔室半径的气体-颗粒的混合物孔隙率差异不会过大。

[0144] 气体以及每个颗粒流分别具有经过腔室的第一以及第二质量流率。在处理器操作过程中,控制它们中一个或者优选地两个都控制,使得每个处理区域的大部分的气体-颗粒混合物孔隙率为 0.900-0.995(优选地接近 0.990)。这使得大部分的颗粒能够不受颗粒流中临近颗粒的妨碍。结果是,增加了气体到达颗粒表面的机会并且可实现基本恒定的颗粒流速度。同时限制气体-颗粒的孔隙率使得气体的第一质量流率将不会不可行地低,从而使得腔室不需要过度长。

[0145] 图 2 中所示的处理器 102,每个处理区域的气体-颗粒的混合物孔隙率随着远离其相应的颗粒入口增加。这可能意味着各个处理区域的距其颗粒入口最远的部分,即在侧壁部 122、123 处相邻于颗粒出口 108A-C 处,其气体-颗粒混合物的孔隙率变得高于 0.995。

[0146] 显然应当理解,处理器可包括更多个或更少个颗粒入口以及出口。在其他变体中,气体出口也可起颗粒从腔室的出口的作用(即,颗粒随气体离开),或者颗粒部分经过在腔室壁处的颗粒出口离开腔室,部分经过气体出口,因此从气体出口聚集的气体以及颗粒随后在其他地方分离。

[0147] 上文描述以及示出的关于图 1 以及图 2 的实施方式可使用在多种应用中。例如它们可应用在气体交换器或者吸收器中。

[0148] 处理器也适合于从气体-固体过程能量回收。一个示例涉及包括两个交换器的冰

箱,由此,向外的热气体流在一个换热器中与颗粒流交换热量,加热的颗粒用于在第二换热器中加热其他气体流。另一个示例涉及包括两个交换器的气体预加热单元,其中第一交换器使用颗粒流冷却从煮沸器来的暖气气体流,从暖气-气体流传递至颗粒流的热量在第二交换器中传递至未加热的、馈送至煮沸器的气体流。

[0149] 在另一应用中,处理器特别是图2中示出的竖直的实施方式,可作为冷却塔应用,其中颗粒是液滴形式。在这样的应用中,控制液体颗粒质量流率至某数值,使得对给定的气体质量流率能够产生最大程度的冷却,但施加有高速的气体速度。

[0150] 示例

[0151] 图1是示出了水平的气体-颗粒处理器,图2是示出了竖直的气体-颗粒处理器,分别用于执行下面的示例1和2。示例提供理想的或理论条件下的计算。在实际应用中,应当考虑效率的一定程度减小。

[0152] 示例1

[0153] 气体馈送器14以218公吨/小时的质量流率、4m/s的速度以及在100℃的温度下将气体流引入到4m*4m的腔室。气体流从气体出口26离开腔室。

[0154] 将直径为200 μm的铝颗粒流,以244公吨/小时的质量流率在200℃的温度下从颗粒馈送器5A引入到腔室。

[0155] 当颗粒经过气体流下降时,在级18A处发生颗粒流与气体流之间的热量交换。在理想条件下这将导致铝流冷却至169℃。当颗粒流经过颗粒出口8A离开并且经过导管12A馈送至颗粒入口4B时,发生此颗粒流的再循环。为了此计算,假设在任何连接的导管中的流动没有或几乎没有热量交换。颗粒流在级18B处再次进入处理器2。在理想条件下,颗粒流的温度从169℃下降至137℃时,颗粒流与气体流之间发生进一步热量交换。此过程在级18C处又一次重复,其中颗粒冷却至最终温度106℃(在理想条件下)经过颗粒出口8C离开。

[0156] 因此,在接触到级18C时,气体流(在理想条件下)从100℃加热到132℃;并且接触到级18A时,达到最终温度106℃。

[0157] 示例2:

[0158] 气体馈送器114将气体流以1370公吨/小时的质量流率、4m/s的速度以及在100℃的温度下将气体流引入到腔室,腔室具有12m外径并且居中的直径为4m的颗粒馈送器构件。气体流从气体出口126气体出口离开腔室。桨板130A、130C以及130E分别位于处理级118A、118B以及118C之间,以提供气体旋转装置。另外的桨板130B、130D以及130F分别位于处理级118A、118B以及118C之内,这也可用于控制气体的旋转速度。这些桨板将是固定于旋转框架的多个小桨板的形式。

[0159] 将直径为150 μm的铝颗粒流、以1535公吨/小时的质量流率在200℃的温度下从颗粒馈送器110A引入到腔室。

[0160] 当颗粒经过颗粒入口104A引入到腔室时,由螺旋运动的气体流施加的离心力导致颗粒流朝向腔室表面螺旋运动,使得在级118C处的气体-颗粒由颗粒出口108A接收。因此,颗粒流经过导管132A移动至颗粒入口104B。当在级118B中的颗粒流由颗粒出口108B接收并且经过导管134B传递至颗粒入口104C时,此过程自身重复。颗粒流经过颗粒出口108C最终离开处理器102。在处理级118A、118B以及118C处颗粒流与气体流之间发生的

热量传递,导致颗粒流的最终温度 105℃以及气体流的最终温度 195℃(在理想条件下)。

[0161] 应当理解,如果在此参考任何现有技术领域的公开,则这些参考不构成承认公开是在澳大利亚或其他任何国家的该领域的公知知识的一部分。

[0162] 在本发明的所附权利要求中以及上述说明书中,除了由于语言表达或必要的暗示而需要语境以别的方式特别说明的,词语“包括”以及例如“包括…的”等变体用作开放性意义,即,用以明确所述特征的存在但不排除在发明的各种实施方式中,存在或添加另外的特征。

[0163] 所述的装置已经通过可在不背离发明的精神和范围情况下做出的解释和修改方案被改进,本发明的精神和范围包括在此公开的每个新颖的特征以及特征的新颖组合。

[0164] 本领域的普通技术人员应当理解,在此描述的本发明容易做出除了那些具体描述的以外的变型和修改。应当理解发明包括所有在其精神以及范围内的变型和修改。

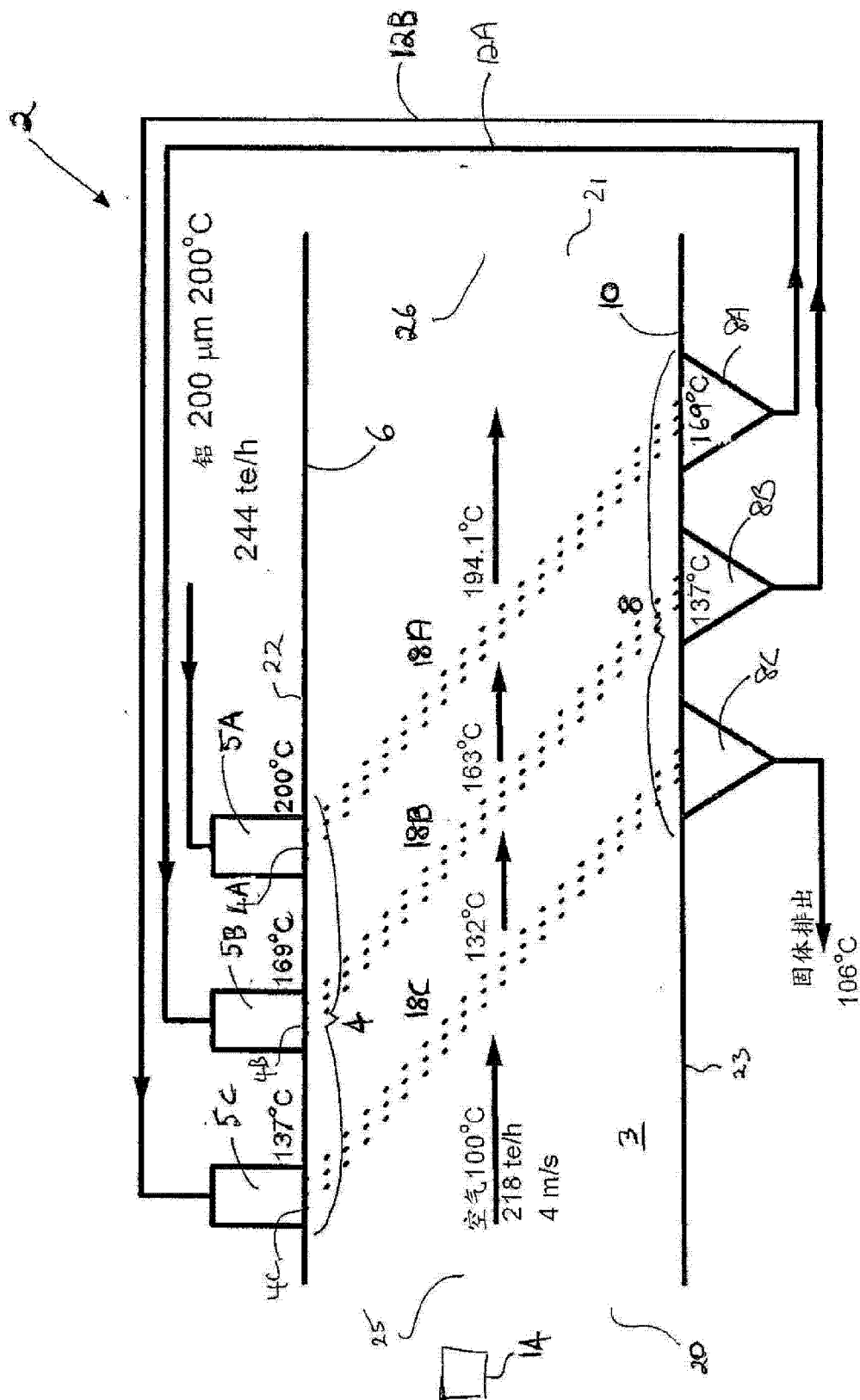


图 1

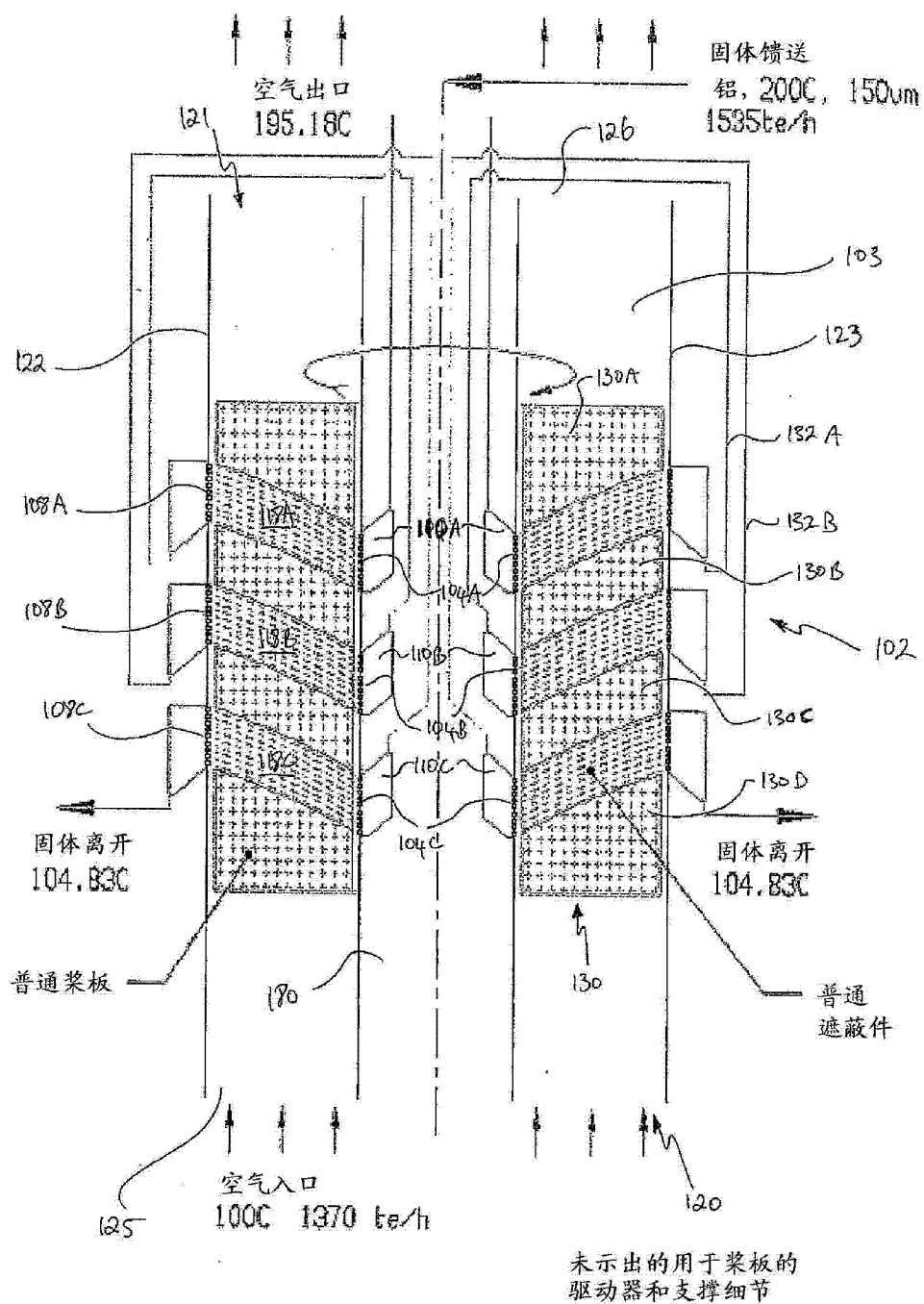


图 2