[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B01J 2/16
A61K 9/14

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97109585.X

[45]授权公告日 2002 年 7 月 10 日

[11]授权公告号 CN 1087185C

[22]申请日 1997.4.9
[21]申请号 97109585.X
[30]优先权
[32]1996.4.9 [33]DE [31]19614063.3
[32]1996.6.12 [33]DE [31]19623410.7
[73]专利权人 拜尔公司
地址 德国莱沃库森
[72]发明人 I·赛弗特 H·乌勒曼 R·沃尔特
J·M·马茨
[56]参考文献

DE1940915A	1971. 2.25	B01J2/16
US3143428A	1964. 8. 4	B01J2/16
US4946654A	1990. 8. 7	B01J2/02
US5082634A	1992. 1.21	B01J8/44
审查员 王长青

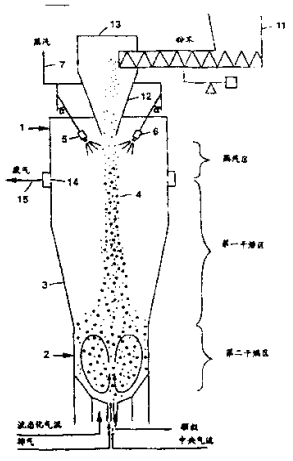
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王景朝

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 一种借助于蒸汽聚结水敏物质的方法与设备

[57]摘要

在微溶水敏物质聚结的方法中,微溶物质的粉末与至少一种的水溶性结合 剂被导入,并自由下落通过温度的 85℃至 105℃之间,基本没有冲击 力作用的蒸汽层。在这种方法中,停留在蒸汽层中的时间接近 0.5 到 10 秒。形成的聚结物在自由下落时被烘干,从而在原颗粒间接触点上形成的结合剂液 态键又形成了小固态键。在下面的被组合成整体的沸腾干燥炉中,最终干燥程 序使水的重量百分比低于 0.5%,本方法是在一个汽射聚结机内实施的;在 聚结机内,将要聚结的自由下落的粉末状混合物帘被蒸汽喷射喷嘴(5,6) 喷射出的蒸气冲击。在聚结机的下部联接着沸腾干燥炉(2),这种装配方式 使得聚结的颗粒(4)直接落入沸腾层中。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 微溶的水敏物质的聚结方法，其特征在于：微溶物质的粉末与至少一种水溶性粉状结合剂被引成自由下落地通过温度为 85℃与 105℃间的蒸汽层，基本没有冲击力的作用，在蒸汽区的停留时间接近 0.5 到 10 秒，并且在继续下落时被初步干燥，从而在原颗粒之间的接触点由液态键形成小固态键，液态键是由于蒸汽的凝聚形成的，结合剂在液态键中溶解、干燥；随后的干燥操作使水的重量百分比不超过 5%，干燥操作在被组合成整体的沸腾炉中进行。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述的结合剂在干燥操作中使水的重量百分比小于 1%。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于所用的微溶的水敏物质为 ASA 粉末。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于在蒸汽区的停留时间接近 1 到 3 秒。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于易于溶的结合辅助剂由 PVP，PVP 的衍生物，淀粉，淀粉和纤维素的衍生物，蔗糖，糖醇，糖的衍生物，果酸或其水溶性，抗坏血酸，氨基酸或有机盐或是这些物质的混合物制成。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中所述的糖的衍生物为麦芽糖糊精、异麦芽糖。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所用的微溶物质与易水溶的结合辅助剂的比例为 1：10 到 10：1。

8. 依据权利要求 1 所述的方法，其特征在于所用的易溶于水的无机盐是碱金属和碱金属系列的盐。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其中所述的碱金属和碱金属系列的无机盐是氯化钠，硫酸钠，碳酸钠、碳酸氢钠、氯化镁等。

10. 实施根据权利要求 1 至 9 的方法的设备，从装有封闭的外壳

（3）的聚结机（1）开始，在其上端安装着粉末状物质的计量设备（11），它与料斗（12）相连接，在聚结机内通过料斗产生自由下落的粉末物质帘，在聚结机的上部有两个汽射喷嘴（5，6），它们用于在蒸汽区内至少产生部分环绕自由下落粉末物质帘的蒸汽喷射，其特征在于在聚结机（1）的下部联接一个沸腾干燥炉，以使聚结的颗粒（4）直接落入沸腾层。

11.根据权利要求 10 所述的设备，其特征在于汽射喷嘴（5，6）包括与沿聚结机（1）纵向伸展的分配管（9）相连接的管（8）或孔；在物帘的两侧各安装一个分配管（9）。

12.根据权利要求 10 或 11 所述的设备，其特征在于：一个围住汽射喷嘴（5，6）的被加热的双层筒壁的防护筒（16）被安装在聚结机（1）的上部，通过防护筒（16）的外壁，废气排出设备。

13.根据权利要求 10 或 11 所述的设备，其特征在于：装有收集管（15）用于废气排放的环形缝隙（14）设置在聚结机外壳（3）上，距离分配管（9）下端 50 到 300 毫米处。

14.根据权利要求 10 或 11 所述的设备，其特征在于：沸腾干燥炉（2）含有一个环形的锥状升高的外流态化板（27）和一个中央内流态化板（26），而且内板（26）上的流态化气流的出口流速大于外板（27）上的流态化气流的流速。

15.根据权利要求 14 所述的设备，其特征在于：朝着聚结机外壳（3）同样的锥状加宽段（29）连接锥状的外流态化板（27）。

说　明　书

一种借助于蒸汽聚结水敏物质的方法与设备

本发明涉及到借助于蒸汽聚结微溶性水敏物质的特殊方法，尤其涉及到象乙酰水杨酸（ＡＳＡ）这样的药用活性物质的聚结方法。此外，本发明还涉及到实施这种方法的设备。

许多粉末状的物质在液体中是很难分散的，所以，这些物质在使用中的分散或溶解常常很麻烦。此外，我们经常需要它们有良好的流动性和较低的含尘量。这也适用于既有亲水性又有疏水性表面特点的微溶粉末。如果粉末用于药品配制，它还常需要或必需改善或掩蔽其味道，或者需要避免或最小程度地与不相容的混合成分接触。

在使用粉末时，其在润湿、流动性和降低含尘量方面的改善习惯上通过聚结的方法粒化相应的粉末来实现。聚结方法的特征是利用粒化液，通常是水或水溶剂。但是这些方法并不适用于加工水敏物质，因为在这种情况下，（活性）物质通常要分解成（制药）不合要求的分解产物。如果使用非水的有机溶剂，将会同样导致颗粒中含有不合需要的或不允许的溶剂残留物。所以，操作中使用的溶剂增加了生产费用。

我们发现如果聚结过程产生于原颗粒之间，那么便可得到易分散的颗粒，因为在原颗粒间的小固态键很容易在液体中被打破并重新分散，易分散的颗粒最好包含易溶于液体的物质。在聚结过程中，也就是颗粒仍处于湿润状态时如果避免了冲击力，这对于颗粒的易分散性更为有利，因为假如产生了冲击力，那么润湿颗粒间的接触点便会扩张，从而形成相对大相对稳定的固态键。

本发明涉及到水敏物质，尤其是ＡＳＡ的聚结方法，其特征为微溶性ＡＳＡ粉末和至少一种易溶于水的粉状结合剂被引导成自由下落地通过温度为85至105°Ｃ之间最好接近于100°Ｃ的蒸汽层，基本不受冲击力；在蒸汽区停留时间约为0.5至10秒，最好1到3秒；在其进一步下落时开始变干，从而在不溶于水的活性物质颗粒和溶于水的结合剂间的接触点形成小固态键，小固态键由液态键形成，液态键是由于凝聚作用和结合剂的溶解而形成；在组

合的沸腾层中接下来的干燥程序使含水量（按重量计）小于5 %，最好小于1 %。

小固态键所表示的意思是固态键的平均横向尺寸（直径或厚度）为1 μm到30 μm，最好为5 到15 μm。

由于事实上水与水敏物质粉末的接触时间非常短，而且固体颗粒在100 °C的最高温度（最高温度最好为86 °C）时的热应力很低，出现的时间又非常短暂，所以根据本发明的方法。在生产过程中没有明显的分解反应。

结合剂的颗粒表面由冷凝蒸气产生的局部溶解进行得非常快，所产生的溶解在颗粒间的接触点处形成液态键，或被吸收到微溶性水敏颗粒中。聚结作用形成由溶于水的结合剂包住不溶的活性物质的固态键（或者局部）之后，水的即时蒸发，保证了在这情况下，象ASA这样的水敏物质的稳定性。

应用所述的方法，如果所选的活性物质与辅助剂的比例合适，并且选择合适的加工条件，一种微型封装或不溶于水的物质的包覆也是可能的。

在微溶或不溶物质的聚结或（局部）微型封装中，使用了易溶于水的结合剂：象聚乙烯基吡咯烷酮（PVP），PVP的衍生物；淀粉，淀粉和纤维素的衍生物；蔗糖，糖醇象山梨糖醇、木糖醇；蔗糖的衍生物象麦芽糖糊精，麦芽糖，果酸及其溶于水的盐，象柠檬酸盐或酒石酸盐，抗坏血酸，氨基酸或象硫酸钠等这样的无机盐。

微溶的或不溶的活性物质和溶于水的结合剂的重量比为1：10到10：1，最好为3：8到7：2。要聚结的水敏性不溶的活性物质和水溶性的结合剂的混合物可以很便利地从设备的上部输送到设备内，与蒸汽贴近。蒸汽在较冷的粉末颗粒上凝聚，冷凝水膜使结合剂局部溶解，在湿润的颗粒间接触点形成的液态键被烘干而形成固态键。在水溶性的辅助剂大大过剩的情况下，水敏活性物质可被水溶性辅助剂完全包起来。这种方法也可以这样的方式使用：即由易溶于水的活性物质充当结合剂。

依据本发明的方法的主要环节是：必须利用纯蒸气层直接湿润颗粒表面。如果同时有空气存在，那么蒸气将不得不通过扩散穿过颗粒表面的气垫。结果只有少量蒸汽凝聚在固态颗粒上，从而使聚结或活性物质的包装程度降低。因此，处理水敏粉末的目的没有达到，或只达到了不满意的程度。

已经证明，一种设备对实施依据本发明的方法很有用处。这种设备包括一

个有封闭外壳的聚结机，在聚结机的上端安装了一个与给料斗相连的粉状物质的计量设备，通过它在聚结机内产生自由落下的粉末状物质帘。此外，该设备在聚结机的上部安装了产生蒸汽喷射的喷嘴，喷嘴在蒸汽区内至少部分围绕自由下落的物帘。依据本发明的设备的特征为：在聚结机的下部，一个沸腾干燥炉按这种方式联接：聚结的颗粒正好落入沸腾层内。沸腾干燥炉就是这样直接被并入汽射聚结设备的。

有利的是，汽射喷嘴由一些与沿聚结机纵向延伸的分配管相连的管或孔组成，分配管被安装在物帘的两侧。

依据本发明的方法，另一主要环节是将蒸汽区（湿润区）与干燥区分离。依据本发明进一步展开，这种分离可通过如下方式来实现：封装汽射喷嘴的被加热的双层防护筒装配于聚结机的上部，通过筒壁的外壁使防护筒中的废气得以排放。通过这种方式，所有由沸腾干燥炉进入设备的气体都可在防护筒的下端排出。

将蒸汽区与干燥区分离的另一种途径是通过在聚结机的外壳距离汽射喷嘴分流管下端50到300mm处设置一个环形缝隙，这种环形缝隙应附带一个用于排放废气的收集管。通过这种方式。所有废气也可以平等地从介于蒸发区与干燥区之间的区域内的设备的整个外边缘排放。

依据本发明的设备的更可取的改进之处在于：被并入汽射聚合机的沸腾干燥炉有一个环形锥状升高的外流态化板和一个中央内流态化板，内流态化板上流态化气流的出口速度要大于外流态化板上流态化气流的速度。

有利的是，与锥状外流态化板相连接的是聚结机外壳的圆锥状加宽段。这些措施使沸腾层循环运动，防止所不希望的局部过湿。所需最终湿度可通过对干燥区适当的停留时间的调节或对沸腾层干燥气流的速率和温度的适当选择而得到。在这种情况下沸腾层的温度应介于20-70°C之间。

本发明包括如下优点：

由于本发明的低聚结湿度、低温度应力，尤其是应力持续时间短，即使水敏物质也可以借助本发明的方法通过湿度聚结成功地得以处理。即使是在敏感物质的情况下，也不会有或极小有分解反应发生。

依据本发明的方法可处理的聚结物的大小范围介于200至3000μm之间,最好介于200至2000μm之间。

根据本发明的方法处理过的聚结物具有非常高的再分散性，即使在冷水中进行再分散，也只需非常短的时间（通常少于一分钟。最好＜３０秒），就可得到原颗粒，而那些由常规聚结方法（聚结混合机、聚结沸腾床）加工产生的聚结物仅在热水中再分散。

对于味道不好的药物，可在操作过程中加入味道好的物质和/或调味剂，从而得到味道好的外皮。

如果选择了合适的加工条件（尤其是选择具有足够高含量的结合剂，那么不仅能聚结不溶的物质而且可以局部覆盖不溶物质。如若结合剂溶液能够在不溶物表面扩散，那么在这种情况下，不溶颗粒的表面就会被溶解的结合剂覆盖。这种情况下，表面覆盖范围可达到４０－８０％，最好为５０－７０％。这样有一个好处：如此被包围的物质可减少与其他混合成分反应。因此，即便是贮存稳定性较弱的混合物也可生产出来了。

聚结物之所以具有良好的溶解性，是因为在聚结的（不溶）颗粒之间含有一种易溶物质（结合剂在冷凝蒸气中几分之一秒便可溶解），这种易溶物很容易被水打湿。此外，颗粒间的键只有几微米厚（１－３０μm，最好５－１５μm）并且聚集在颗粒间的接触点上。于是，为溶解过程提供了较大的表面面积。

参看实施例和附图，本发明详细说明如下。在附图中：

图1 用图解法表示出带有一个被组合成整体的沸腾干燥炉的汽射聚结设备。
图2 是装有分配管的汽射喷嘴的平面视图。
图3 是用于分离湿润和干燥的下落物质帘的防护管示意图。
图4 是被组合成整体的沸腾干燥炉的放大图。

根据图1，汽射聚结机1 和沸腾干燥炉2 彼此垂直地上下排列，由一个共同的外壳3 所包围。聚结产物4 离开气射聚结机1，直接落入沸腾干燥炉2。蒸汽由两个汽射喷嘴5 和6 供给，喷嘴5 和6 并联连结且安装于下落产物帘的两侧，通过一根共用的蒸汽管7 供给蒸汽。此外，汽射喷嘴5 和6 都在角α的范围内摆动。如图2 所示，汽射喷嘴5 和6 各包括多个与沿聚结机纵向伸展的分配管9 相连的短管8 或钻孔。分配管9 的横断面沿其长度方向逐渐变小，从

而使喷嘴短管8 受到相同蒸汽流速的冲击。喷嘴管8 的长度至少应为其直径的三倍。分配管9 与喷嘴管8 一样可绕旋转点1 0 转动，从而使蒸汽冲击物帘的角度可调。慢慢流过蒸汽喷嘴5 ，6 的物帘被蒸汽冲击至蒸汽作用通道d 内，d 的长度主要决定于蒸汽的出口速度和旋转角α。蒸汽作用通道以下称为蒸汽区。角度α在0 º －6 0 º 之间可调。最佳值介于2 0 º 与4 0 º 之间。

固体颗粒由计量螺旋进料机1 1 输送到一个纵向的料斗1 2 中，在料斗的下端，均匀的粉状物帘可通过一个狭缝排出，再进入聚结区1 。于是，颗粒之间互相贴近，但没有冲击力产生。在固体颗粒供料装置的上部区域同样由一个单独的盖板1 3 所覆盖，从而避免被吸入到设备中空气的渗透，或通过供料仅使可控量的空气进入设备。吸入过多的空气将会破坏蒸汽氛围，削弱聚结效果。

准备聚结的物质和结合剂的混合物被供料至计量螺旋进料机。储器中的原料可通过加热或冷却介质来加热或冷却，例如经调节的空气。原料的温度，即计量螺旋进料机上粉末混合物的温度是一个可设定的加工参数，并且将直接影响冷凝蒸汽量和聚结的结果（聚结大小，聚结湿度）。

为实现可重复加工和相同的产品质量的一个重要的先决条件是蒸汽处理区干燥区空间上的分离，这样才能保证蒸汽处理过程中纯净的蒸汽层。为此，在外壳1 上设置了一个环形缝隙1 4 ，其所在高度恰好是蒸汽区结束与干燥区开始的分界处，在此处环形缝隙1 4 与收集管1 5 相连接。沸腾干燥炉2 产生的所有废气都通过这个环形缝隙排出。实际上，环形缝隙位于距分配管9 的下边缘5 0 毫米到3 0 0 毫米处。

空间上分离蒸汽处理区和干燥区的另一种可能就是环绕蒸汽区用金属板围成一个防护筒（见图3 ）。防护筒1 6 安装在盖板1 3 上，与外壳1 共轴，并由双层钢板构成。热气通过环形管1 8 上的圆形槽1 7 从下面注入外壁，目的是加热防护筒1 6 并防止蒸汽凝聚在筒壁上。此外，环形管1 8 固定在防护筒1 6 上，并在防护筒外壁与环形管1 8 之间保留一个环形缝隙1 9 。由喷射器压入热的空气，所以其内部空气便通过防护筒外壁边缘下面的缝隙被吸入，从而保证在整个边缘形成均匀的干燥炉废气排放。压入的热空气通过压入空气支路被供给环形管1 8 。废气通过废气排放支路2 2 从外壁排出。

在蒸气区内，物帘由于冷凝作用而被润湿，从而引起聚结。经过润湿后，

湿润的聚结物首先穿过产生于沸腾干燥炉的调节干燥空气的逆流蒸汽下落，从而使其被预先干燥。随后的所需最后湿度的干燥由组合成整体的沸腾层来完成。所需残余湿度可通过沸腾层的高度和适当的干燥条件（空气温度，气流速度）的选择来实现。通过使用一个普通的液面调节器，来保持沸腾层的容积至一个所需的常量。这样，物质的最后湿度可精确的确定下来，最后湿度不依赖于蒸汽区所达到的聚结湿度。在每种情况下，所需残余湿度直到固态键结构形成之后才可确定。颗粒的大小和结构决定于其成分和所选的运行数据（固体速率与蒸汽流速的比率，固体温度，干燥条件）。产生分离的再循环固体流程是不必要的。

根据图4，干燥炉2 的沸腾层可根据气流的沸腾强度不同而划分为不同的区域（箭头2 3 和2 4 ）。沸腾层的中心部分气流比边缘部分气流更强，这借助于带有孔板2 6 的分离中心管2 5 ；而在边缘区沸腾是以我们所知的方式通过一向外侧升高的锥状孔板2 7 而实现的。通过这种途径，存在的任何湿润的物质立即会与前面干燥过的物质混合，并防止进一步粒化或结块（与前面聚结颗粒相粘贴）。这样就避免了湿润的聚结物的产生，湿润的聚结物的进一步聚结、粘在一起将会对沸腾层产生冲击，甚至导致沸腾层的塌陷。在孔板2 6 与中心管2 5 之间设置了一个环状的出料口2 8 ，通过它干燥的终产物可根据沸腾层的容量出，也即根据它在设备中的平均停留时间。这也就保证了没有产物能直接离开设备，即没有在流程结束前通过沸腾层的产物。在孔板2 7 的正上方，设备变宽。锥状的加宽段2 9 （朝着外壳1 ）也加强了物质的均匀循环运动，增加了湿润的压紧的聚结物的分散度，促使特大颗粒向出料口2 8 运动。借助于具体变化的沸腾和设备的加宽相接合的措施，保证了特别标准的物质循环。

依据本发明带有组合沸腾层的汽射聚结机按下面的加工参数和产品特征进行操作:

流速

蒸汽　　5 －1 0 公斤/ 小时

固体　　1 0 －1 0 0 公斤/ 小时

停留时间

蒸气区　　0．5 －3 秒 (最好0．5 －1．5 秒)
沸腾层　　10 －20 分
温度
蒸汽　　100°C
流态化气流　20 －80°C
炉温　　20 －50°C
物质　　0 －60°C
产品特征
颗粒大小＜300 微米 (最好＜200 微米)
结合剂含量　5 －90 %
聚结物
最大湿度 (蒸汽区下流) 接近4 －5 %
最后湿度 (沸腾干燥炉下流) ＜0．5 %
聚结物大小　200 －2000 微米。

实施例

实施例1

100 克ASA粉末与作为结合剂的50 克木糖醇混合。室温下的混合物由螺旋进料机11 输送到聚结设备中，形成长的均匀的物质帘。固体物质的流速为20 公斤/ 小时。饱和蒸汽以α＝30° 的角度喷射，其速度为7 公斤/ 小时。在蒸汽区的停留时间和与蒸汽接触时间为1 秒。形成的颗粒大小范围介于150 和1000 微米之间。直接离开蒸汽处理区后的颗粒湿度介于1．5 %至3 %之间 (用卡尔－费斯特滴定法所决定)。在温度为40°C 的沸腾层下游，颗粒被干燥至残余湿度低于1 %，沸腾层内的停留时间为10 到20 分。这样生产的ASA / 木糖醇颗粒具有易流动性，好味道和突出的再分散性。不合要求的分解产物含量低于0．5 %。

实施例2

100 克ASA粉末与200 克作为结合剂的木糖醇混合。室温下的混合物由输螺旋进料机11 输送到聚结设备中，形成长的均匀的粉状物帘。固体物

质的流速为30公斤/小时。饱和蒸汽以α=40°的角度喷射，其速度为10公斤/小时。形成的颗粒大小范围最好介于150至1000微米之间。直接离开蒸汽处理区后的颗粒湿度介于2.5%到4%之间（根据卡尔－费斯特滴定法）。在沸腾层的下流，颗粒被干燥至残余湿度低于1%。这样生产出的ASA/木糖醇具有易流动性、好味道和突出的再分散性。不合要求的分解产物含量低于0.5%。ASA颗粒表面的50－70%由木糖醇所覆盖。这就使ASA与其他成分，与从来就不可能的联合混合物一起混合和贮藏成为可能，例如与起泡成分或其它基本成分。

实施例3

100克ASA粉末与30克蔗糖，5克的香料混合，预热至50°C，由螺旋进料机11送入聚结设备中，形成长的均匀的物帘。固体颗粒流速为20公斤/小时。蒸汽以α=30°的角度喷射，其速度为6公斤/小时。优先形成200至1400微米之间的颗粒。直接离开蒸汽处理区后的颗粒湿度介于1%到2.5%间（根据卡尔－费斯彻滴定法）。在沸腾层下游颗粒被干燥至残余湿度低于0.5%。这样生产出来的颗粒具有易流动性、好味道和突出的再分散性。不合要求的ASA分解产物含量低于0.5%，通常易挥发的香料损失低于10%，通过这种方式，使得ASA与香料一起聚结成为可能。与传统方法相比其优点在于：与香料混合只限于这个目的，即在以后的过程中分离、运输和贮存直到防止使用为止。

实施例4

100克ASA与50克硫酸钠混合并如实施例1所述，由蒸汽喷射聚结。经过轻度的干燥后，用这种配方便得到可迅速在水中分散的易流动的聚结物，这种聚结物也可用于香囊或药片的成分。

实施例5

500克醋氨酚与100克柠檬酸，400克桔子香料，1000克柠檬香料和2000克作结合剂的麦芽糖醇混合。在室温下的混合物由螺旋进料机11送入聚结设备中，形成长的均匀物帘。固态物质流速为40公斤/小时。

蒸汽以α＝２０°的角度喷射，其速度为１０公斤/小时。在蒸汽区的停留时间和与蒸汽接触的时间为1秒。优选形成大小为２００至２０００微米间的颗粒。直接离开蒸气处理区后的颗粒湿度介于2％与4％之间。在温度为３０℃的沸腾层下游，颗粒被干燥至残余温度低于０．５％。在沸腾层内的停留时间为１５至２０分钟。这样加工出来的聚结物具有易流动性、好味道和突出的再分散性。聚结后的各成分的比例与给定的最初混合物的比例相当，即没有不合要求的分解现象产生。聚结物可用于香料的成分或其他药片的成分。将聚结物溶解在冷水中（每１００毫升5克）不到１５秒，就可得到可以饮用的饮料。

说 明 书 附 图

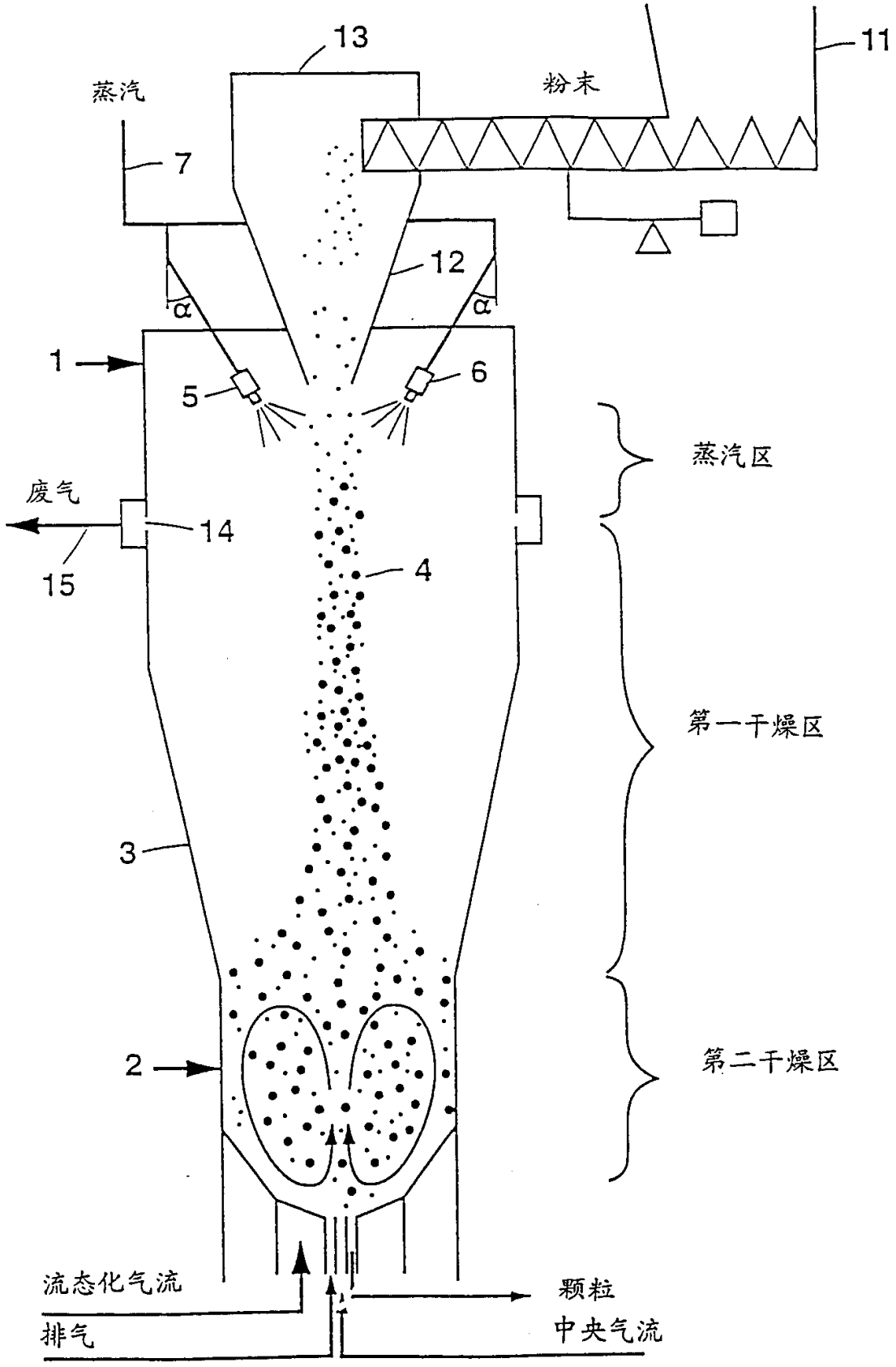

13
11
蒸汽
粉末
7
12
α
α
1
5
6
蒸汽区
废气
14
15
4
第一干燥区
3
2
第二干燥区
流态化气流
排气
颗粒
中央气流

图 1

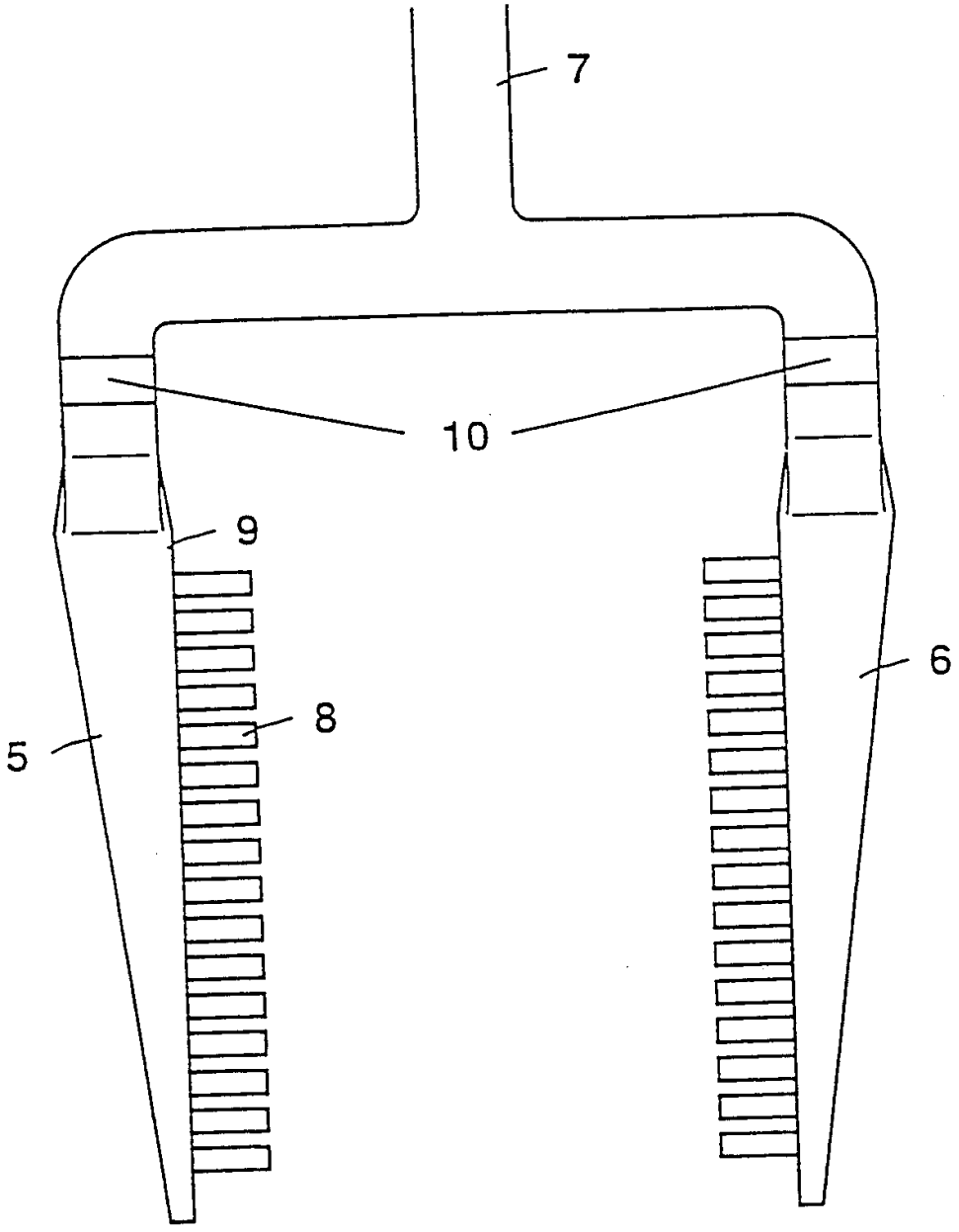


图 2

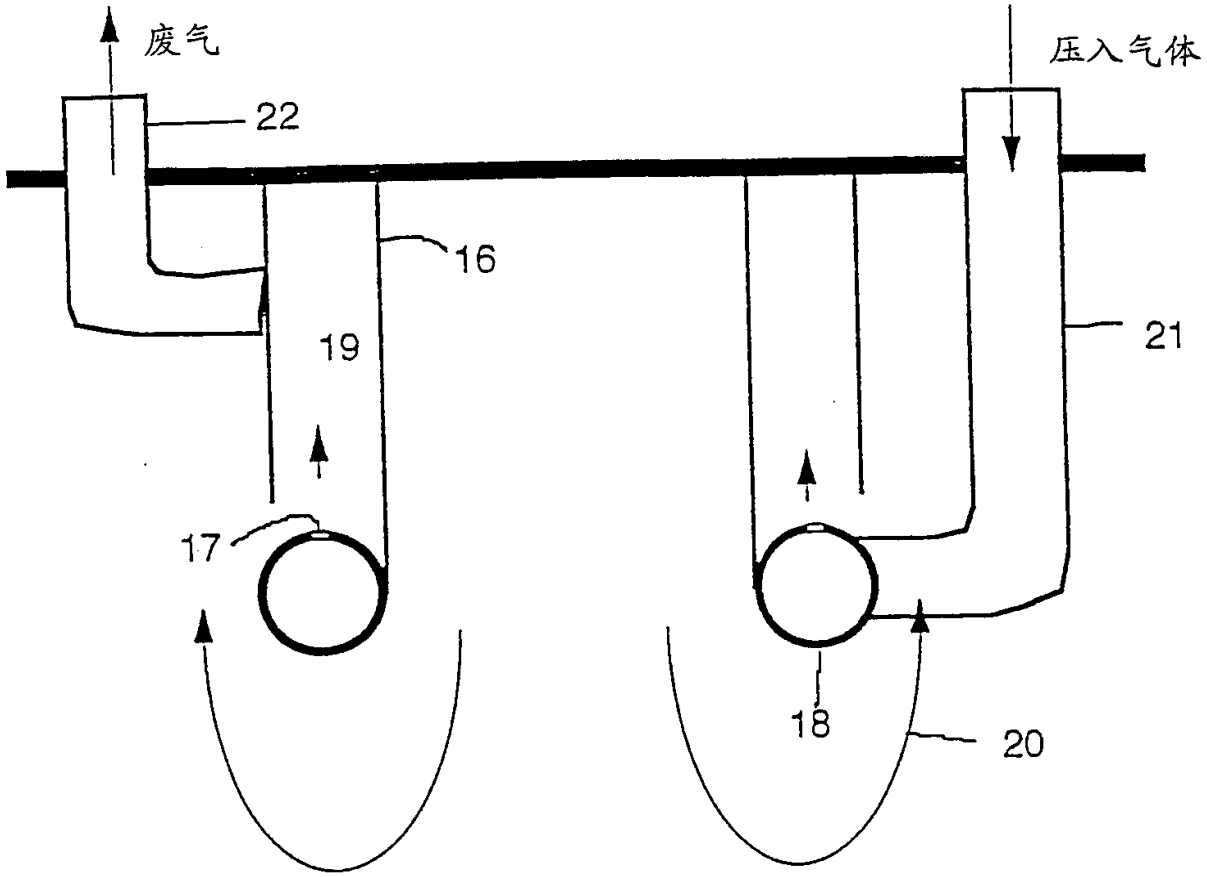


图 3

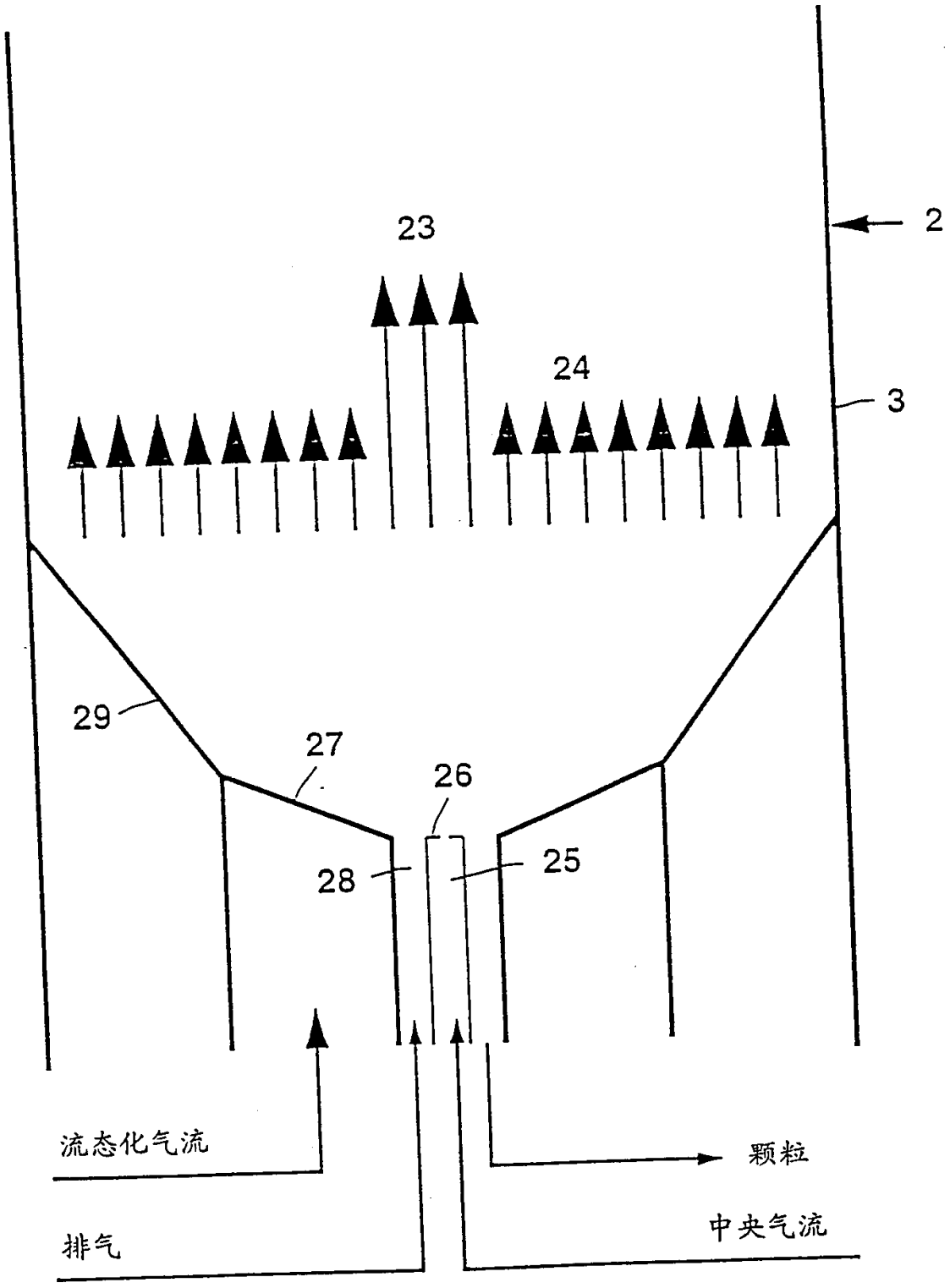


图 4