

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C08K 7/22

C08K 9/06



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00132517.5

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1183191C

[22] 申请日 2000.11.20 [21] 申请号 00132517.5

[30] 优先权

[32] 1999.11.20 [33] DE [31] 19955850.7

[71] 专利权人 德古萨股份公司

地址 德国杜塞尔多夫

[72] 发明人 库尔特·艾歇瑙尔 霍尔格·皮奇

米夏埃尔·克洛泽 康尼·福格勒

扬·科皮茨 赫尔穆特·克里施

审查员 相 欣

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

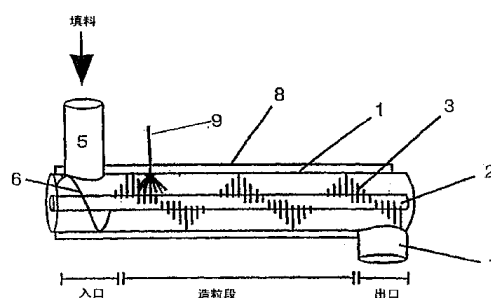
代理人 于 辉

权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 3 页

[54] 发明名称 颗粒有机硅烷制品、其生产方法及用途

[57] 摘要

本发明涉及一种有机硅烷制品，其含有一种或多种有机硅烷与一种或多种填料的混合物，特征在于它含有不到 2% 的细粉。



ISSN 1008-4274

1. 颗粒有机硅烷制品，其含有 1—70 重量%的一种或多种有机硅烷与 30—99 重量%的一种或多种填料的混合物，特征在于，以 ASTM D1508 方法测定，所述的颗粒有机硅烷制品含有不到 2 重量%的细粉。

2. 如权利要求 1 的有机硅烷制品，特征在于它含有不到 2 重量%的小于 0.125mm 的颗粒。

3. 如权利要求 1 的有机硅烷制品，特征在于使用炭黑或硅石作为填料。

4. 生产权利要求 1—3 之一所述的有机硅烷制品的方法，特征在于：在 40-140℃的混合温度下将至少一种有机硅烷与填料在可加热的混合造粒机内进行混合，混合造粒机的速度在 100-1500rpm 的范围内变化。

5. 如权利要求 4 的生产有机硅烷制品的方法，特征在于通过测重粉末计量分配填料。

6. 如权利要求 4 的生产有机硅烷制品的方法，特征在于按体积或重量分配所述的硅烷。

7. 如权利要求 4 的生产有机硅烷制品的方法，特征在于通过在一个或多个位置的一个或多个喷嘴注入所述硅烷。

8. 如权利要求 1 的颗粒有机硅烷制品在可硫化的橡胶化合物中的用途。

颗粒有机硅烷制品、其生产方法及用途

本发明涉及一种有机硅烷制品、其生产方法及用途。

在橡胶技术中使用有机硅化合物，尤其已知使用含硫的烷氧基硅烷，它成为用于含硅酸盐填料的橡胶化合物的硫化的优良偶联剂和增强剂。所述有机硅化合物尤其包括根据 US-PS3842111 的有机硅烷。

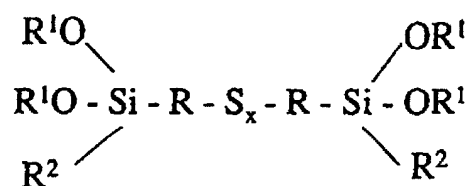
还已知橡胶硫化的增强添加剂是由 US-PS3842111 的液体有机硅烷和硅酸盐填料生产的(DE-PS2255577 和 US-PS3997356)。

至今用于所述目的技术上的所有有机硅烷为易水解的液体，它与气态或液态水接触冷凝并醇裂产生高分子量的聚硅氧烷，因此可能至少损失一部分其作为增强添加剂的功效。

在橡胶加工业，在室温下为液态的辅助化学品，即这种液体有机硅烷，与固态、粉状辅助化学品相比表现出严重的缺陷。就它们在筒仓中贮存、称重和计量而言，必需更费劲。尤其是在辊式混合器上生产化合物时它们呈现出差的可混性。

为了弥补这些缺陷，将液体有机硅烷与粉状填料混合，因此获得粉状产品。尽管这样的确有帮助，但是因为粉状产品也相当难加入橡胶化合物中，因此这不是最佳解决方案。因此混合时间需要延长，并且粉尘会污染环境和机器。还应说明的是并未消除这些硅烷表现的水解敏感性。此外，如果产品经贮存之后，它们的效果明显降低。例如，这可以通过橡胶硫化时最终交联值的降低来解释。

还已知一种含有下式的有机硅烷和填料的混合物，



其中：

R^1 为 1-3 个碳原子的一价烷基

R^2 为 1-3 个碳原子的一价烷基或烷氧基

R 为 1-5 个碳原子的二价烷基以及

x 代表 2.0-6.0 的数，所述混合物为颗粒制品，并含有 30-60 重量%的一种或多种有机硅烷和 70-40 重量%的一种或多种炭黑 (DE2747277)。这些混合物的缺陷是它们含有相当高的细粉并含有相当高的小于 0.125mm 的颗粒部分。

本发明的目的是提供一种没有这些缺陷的有机硅烷制品。

本发明提供了一种包括一种或多种有机硅烷和一种或多种填料的混合物的颗粒有机硅烷制品，其特征在于它含有少于 2%，优选少于 0.5% 的细粉。

该有机硅烷制品可以包括不到 2%，优选不到 0.5% 的小于 0.125mm 的颗粒。

相对于根据本发明的有机硅烷制品，该有机硅烷制品的硅烷含量可以为 1-70 重量%，优选 40-55 重量%。该有机硅烷可以包括任意已知的有机硅烷，但是优选由德古萨—于尔斯股份公司制造的 Si 69, Si 264, Si 230, Si 116, Si 216, Si 203, Si 108, Si 118, Si 208, Si255, Si 270, Si 275, Si 75, Dynasilan MTMO 或 Dynasilan MEMO。

相对于根据本发明的有机硅烷制品，填料含量可以为 30-99 重量%，优选 45-60 重量%。该填料可以包括橡胶用炭黑或颜料用炭黑，优选由德古萨—于尔斯股份公司制造且在 "Information für die Gummiindustrie", Degussa AG, PT 39-4-05-1287 Ha 和 "Pigment Blacks"

Degussa AG PT 80-0-11-1086 Ha 中描述的 Corax N 121, Corax N 110, Corax N 242, Corax N 234, Corax N 220, Corax N 375, Corax N 356, Corax N 347, Corax N 339, Corax N 332, Corax N 330, Corax N 326, Corax N 550, Corax N 539, Corax N 683, Corax N 660, Corax N 774, Corax N 765, Corax N 650, Corax N 762, Durex 0, Corax 3, Corax 4, Corax 9, Corax P, Printex P, Corax S 315, CK 3, Corax XE-1, Printex L, Printex L 6, Corax L 29, Printex XE2, Farbruß FW 200, Farbruß FW 2, Farbruß FW 2 V, Farbruß FW 1, Farbruß FW 18, Spezialruß 6, Farbruß S 170, Farbruß S 160, Spezialruß 5, Spezialruß 4, Spezialruß 4 A, Printex 150 T, Printex U, Printex V, Printex 140 U, Printex 140 V, Printex 95, Printex 90, Printex 85, Printex80, Printex 75, Spezialruß 550, Printex 55, Printex 45, Printex 40, Printex 60, Printex XE 2, Printex L 6, Printex L, Printex 300, Printex 30, Printex 3, Spezialruß 350, Printex 35, Spezialruß 250, Printex 25, Printex 200, Printex A, Spezialruß 100, Printex G, Flammruß 101。

特别优选使用 DBP 值大于 100ml/100g 的炭黑。可以将该炭黑以湿颗粒或干颗粒形式或粉末使用。

而且, 可以使用硅石作填料, 优选由德古萨—于尔斯股份公司制造的 Ultrasil VN3、Ultrasil VN2、Ultrasil 3370 或 Ultrasil 7000。

本发明还提供了一种生产颗粒有机硅烷制品的方法, 该方法的特征在于使至少一种有机硅烷与一种填料混合并将一混合造粒机用作该混合设备。通过测重粉末计量将填料分配到混合造粒机中。可以通过有齿轴将该混合物送到出口(图 1)。可以将硅烷按体积或按重量分配。可以通过在一个或多个位置的一个或多个喷嘴注入该硅烷。混合温度可以为 40-140℃, 优选 60-120℃。混合速度可以在 100-1500rpm, 优选 100-1000rpm 的范围内变化。填料通过量可以在 10-150kg/h, 优选 20-80kg/h 之间变化。功耗可以为 10-30A。用于一种

生产装置的填料通过量可以在 0.5-1.5t/h 之间变化。有齿端的圆周速度可以为 1-30m/s, 优选 10-20m/s。填料在混合造粒机中的停留时间可以为 20-600 秒。

除了注入有机硅烷的方法之外, 注入点也对所形成的制品的质量有很大影响。

混合造粒机由水平放置的静止管(定子)和在其中旋转的有齿轴组成。混合造粒机传统上含有一入口段, 原料填料从其中加入混合造粒机。在该段安装有一输送螺杆, 它使所供应的填料作轴向运动。该入口段之后是适宜的造粒段, 在其中通过旋转齿的机械作用和相对定子内壁的滚动使填料聚结。离开造粒段之后, 目前为颗粒状的填料到达出口段并连续从混合造粒机中排放。

依赖混合造粒机的设计, 混合造粒机的各段可以具有不同尺寸。在任意情况下, 入口和出口段应保持尽可能的小, 这样对造粒段有利。一旦粉状原料填料进入造粒段, 就开始填料的聚结并在该段末尾完成。为了确保使有机硅烷尽可能均匀地分布在填料颗粒的整个横截面, 必需在造粒段的最初 1/3 将有机硅烷喷雾在填料上。在颗粒成型的后面阶段加入有机硅烷将导致填料颗粒结构不均匀, 因此降低了颗粒硬度。

为了将有机硅烷更均匀地加入填料中, 可以使用大量喷嘴喷雾, 它们在与有齿轴垂直的平面上分布在定子的周围。可以适宜地将喷嘴数限制在 2-5 个。这些喷嘴排列在与有齿轴垂直的平面中, 以确保良好的加入均匀性。

齿尖与定子内壁之间的小距离使得最大可能地阻止了沉积。以这种方式, 可以将该硅烷更均匀地分布在填料中。

根据本发明的颗粒有机硅烷制品有益地具有比已知有机硅烷制品好的气流输送性能、好的筒仓贮存性能和好的在橡胶中的加入性。

现在参照附图更详细地解释根据本发明的有机硅烷制品, 其中:

图 1：为混合造粒机的示意图。

根据图 1，混合造粒机由水平放置的静止管(定子 1)和轴向安装于其中且带有垂直安装的齿 3 的旋转有齿轴 2 组成。在有齿轴 2 和定子 1 之间是混合造粒机的造粒室。在入口 5 处将填料给料到造粒机中。在入口区，在有齿轴 2 上安装一输送螺杆 6，它以轴向方向将填料输送到出口 7。定子 1 为双壁构造，并允许借助液体 8 调整定子壁的温度。在定子造粒段最初的 1/3，其上面有通孔，通过它们引入用于添加有机硅烷的喷嘴 9。将颗粒有机硅烷制品用于能硫化的橡胶化合物中。

实施例

使用炭黑 N 330 粉末作为填料。其物化性能列于表 1 中。

表 1

	堆积密度 [g/l]	DBP [ml/100g]	CTAB [m ² /g]	碘值 [mg/g]	水分 [g]
N 330	77	122	86	93	0.5

混合造粒机所用的各种试验设置列于表 2 中。

作为对比实施例，如下生产根据 DE2747277 的实施例 1 的有机硅烷制品：

称重 10kg 的 N 330 并加入带有螺旋桨型混合工具且容量为 150 升的推进刮板型粉末混合器中，接着加入 10kg 的双-(3-三乙氧基甲基硅烷基-丙基)四硫化物(缩写：Si 69)，在 360rpm 下将两者充分混合并均质 25 秒钟。所用设备在 DE-OS 1592861 中有描述。

表 2

实施例		1	2	3	4	5
N 330	kg/h	25	25	26.5	26.5	33
Si 69	kg/h	26.4	26.4	26.5	26.5	36
硅烷含量	重量 %	51.4	51.4	50.0	50.0	52.2
喷嘴位置	炭黑粉末入口下游 5cm					
喷嘴	mm	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
喷嘴压力	bar	4	1.5	1.5	0.8	1.5
混合器速度	rpm	650	650	714	650	550
混合器功耗	A	15.5-16.5	16.5-17.5	16-17.5	15.5-17	15.5-18
混合器温度	°C	100	100	100	100	100
最终产品温度	°C	约 60	约 60	约 60		约 60

所得有机硅烷制品的表征数据列于表 3 和 4 中。

表 3:

方法	单位	根据 DE 2747277 的 对比实施例	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
细粉含量	%	17.9	0.2	0.3	0.0	0.2	0.2
颗粒大小范围							
<0.125mm	%	21.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2
0.125-0.25mm	%	10.1	0.4	0.4	0.2	0.8	0.5
0.25-0.50mm	%	14	2.4	3.4	1.8	4.2	2.4
0.50-0.71mm	%	9.9	6.97	6.6	5.5	9.7	4.5
0.71-1.0mm	%	11.6	35.7	25.0	24.8	43.9	17.6
1.0-1.5mm	%	15.3	45.9	58.1	64.6	39.4	56.3
>1.5mm	%	17.7	8.4	6.2	3.1	1.9	18.6
挥发部分	%	0.52	0.60	0.58	0.83	0.75	0.60
硫含量	%	11.42	11.60	11.59	11.33	11.04	12.16

表 4

实施例	视觉评价
实施例 1	带有一些结块的可变颗粒 颜色：黑灰 非常好的流动性
实施例 2	与实施例 1 相同
实施例 3	带有一些结块的均匀颗粒 颜色：黑灰 非常好的流动性
实施例 4	带有一些结块的均匀微粒型颗粒 颜色：黑灰 非常好的流动性
实施例 5	带有一些结块的非常粗的物料 颜色：黑灰 非常好的流动性

与根据 DE 2747277 的对比实施例相比，根据本发明的有机硅烷制品具有明显低的细粉含量并且小于 0.125mm 的颗粒含量低。不必担心在气流输送过程中的管线堵塞。

根据图 2 的显微照片(8 倍放大率)的比较显示，在颗粒质量和较低细粉含量方面有明显改善。这里，图 2a 显示了 DE 2747277 实施例 1 的有机硅烷制品，图 2b 显示了根据实施例 4 的本发明有机硅烷制品。而且当视觉评价时，已知的有机硅烷制品结块，而根据本发明的有机硅烷制品具有明显的优点。

根据下列规定方法进行分析：

堆积密度

ASTM D1513

DBP	ASTM D2414
CTAB	ASTM D3765
碘值	ASTM D1510
水分	ASTM D1509
细粉含量	ASTM D1508
挥发部分	ASTM D1509
硫含量	DIN 51400

颗粒大小分布的测定如下:

按规定顺序,即从上到下按筛孔尺寸递减的顺序将筛(美国标准筛,厚 25mm,直径 200mm,筛孔尺寸 0.125mm、0.25mm、0.50mm、0.71mm、1.0mm、1.5mm)和收集器盘安装在一起。使用适宜的勺称出 100g 待试验的炭黑。因为然后还要进行颗粒预选,因此不要将炭黑倒出圆筒。一旦将称出的炭黑传送到最上面的筛上,就地放上盖并以保留约 1.5mm 间隙,由此可以自由旋转这些筛的方式将这些筛放入筛分机(Ro-tap No. 704)中。应在该盖板上安装一木栓。将这些筛固定在机器中,在运转中用锤使筛震动 1 分钟。然后连续拆开这些筛并称重每个筛中的炭黑量,精确到 0.1g。

筒仓贮存性的评价

为了确保筒仓无故障运转,必需知道卸料斗的几何结构。这可以通过使用 Jenike 剪切装置测定筒仓贮存过程中疏松物料的流动性和其固结性来确定。工艺过程的筒仓标定尺寸提供了相对垂直的轴向对称(圆底)或平面(矩形底)筒仓的卸料斗壁的倾斜角度 θ 和卸料口的最小直径 $D_{\min}$ 或最小宽度 $B_{\min}$,如果坚持这些参数就能保证筒仓的无故障运转。如果卸料斗倾斜角度如所述或更小,那么在疏松物料容器中对产品排放建立如流动图的质量流(图 3.1),即整个容器

内容物均匀移动。在此基础上，只有在形成稳定的疏松物料桥时(图 3.2)才能中断物料排放。如果排放口的直径足够大，那么在产品排放时不可能形成稳定的疏松物料桥。如果在贮存过程中疏松物料固结，那么在疏松物料固结的管线中增加排放口的最小直径，从而阻止了桥形成。如果不能实现如该流动图的质量流，那么将建立如流动图的漏斗状流动(图 3.3)。如果在疏松物料容器中漏斗状流动占主要，那么稳定的狭长孔的形成(图 3.4)不可能使筒仓完全空。这种情况下卸料斗壁的倾斜对疏松物料的排放性能没有影响，因此从防止稳定的狭长孔形成的角度标定排放口的尺寸。

通常使用 Jenike 流动指数提供流动性的常规描述。仅用疏松物料的稳定性 f_c 评定疏松物料的流动性是不够的，这是因为它依赖固结应力 σ_1 。因此 Jenike 引入固结应力和疏松物料稳定性之间关系的 ffc 值作为疏松物料的流动性测定。

$$ffc = \sigma_1 / f_c$$

ffc 值越低，疏松物料的流动越不好。根据 Jenike，使用以下分类：

$ffc > 10$ 自由流动

ffc 10-4 轻微流动

ffc 4-2 粘稠

$ffc < 2$ 非常粘稠，不流动

由于 ffc 值依赖固结应力，当比较疏松物料的流动性时， ffc 对相同的应力水平总是敏感的。

可以使用一 Jenike 剪切设备 (Messung des Scherweg-/Scherkraftverlaufes bei verschiedenen Normalspannungen und der Bestimmung der Reibungsverhältnisse zwischen Behälterwandmaterial und Schuttgut)通过剪切试验确定工艺过程的筒仓标定尺寸所必需的参数和流动指数 ffc [在不同正常应力下剪切路径/剪切力图的测定和

容器壁材料和疏松物料之间的摩擦关系的测定](Peter Mertens: Silohandbuch, Ernst + Sohn Verlag, Berlin 1988, pp. 50-52)。

这类剪切试验可以将根据本发明的产品的流动性能和贮存性能与根据 DE 2747277 的对比实施例进行比较, 并且能够对具有假定壁倾斜 25° 到直角的筒仓的工艺过程筒仓标定尺寸。

表 5 根据 DE 2747277 的对比实施例的瞬间流动性能

	剪切应力 2580Pa			剪切应力 3850Pa			剪切应力 7020Pa		
	σ_l [Pa]	fc [Pa]	ffc	σ_l [Pa]	fc [Pa]	ffc	σ_l [Pa]	fc [Pa]	ffc
对比实施例 DE 2747277	5310	1380	3.8	7879	1984	4.0	14270	2853	5.0

表 6 根据 DE 2747277 的对比实施例疏松物料稳定性
作为贮存时间的函数

	剪切应力: 3850Pa			
	疏松物料稳定性 fc[Pa]			
时间[天]	0	1	3	5
根据 DE 2747277 的对比实施例	1984	2220	3300	7730

表 7 对比实施例 DE 2747277 中卸料斗壁倾斜角度 $\theta_{ax}=25^\circ$ 的假定轴向对称筒仓的排放口的最小直径

	排放口的最小直径 Dmin[mm]			
时间[天]	0	1	3	5
根据 DE 2747277 的对比实施例	335	380	875	2640

表 8 实施例 5 的瞬间流动性能

	剪切应力 2120Pa			剪切应力 3560Pa			剪切应力 6460Pa		
	σ_l [Pa]	Fc [Pa]	ffc	σ_l [Pa]	fc [Pa]	ffc	σ_l [Pa]	fc [Pa]	ffc
实施例 5	5360	470	11	8880	820	11	16010	2095	7.6

表 9 实施例 5 的疏松物料稳定性作为贮存时间的函数

	剪切应力: 3560Pa			
	疏松物料稳定性 fc[Pa]			
时间[天]	0	1	7	14
实施例 5	470	640	640	640

表 10 实施例 5 中卸料斗壁倾斜角度 $\theta_{ax}=25^\circ$ 的假定轴向
对称筒仓的排放口的最小直径

	排放口的最小直径 Dmin[mm]			
	0	1	7	14
时间[天]	0	1	7	14
实施例 5	<30	30	30	30

用于防止桥形成的最小直径、疏松物料稳定性和流动指数的比较显示, 通过根据本发明的方法生产的产品具有明显好的流动和筒仓贮存性能(表 5-10)。贮存 2 周后, 它没有困难地流出筒仓。当将根据 DE 2747277 的对比实施例贮存在筒仓中时, 仅仅贮存 3 天后就产生排放问题。

输送性能的评价

在稀相和浓相输送装置中使用输送试验评价气流输送装置中的

输送和磨擦性能。为此，在具有所示设置的下述输送装置中重复运送待输送的物料。使用进料和输送物料的粒径分布并通过计算最终剩余细粉比较磨擦性能。

稀相输送装置

该稀相输送装置大体上由带有用于物料进料的吹除锁的进料容器、排列其上的收集容器、用于产生压力的氮供应接头、用于将物料分开的两个旋流器和下游填料组成。输送管线长 44m，其中 6.3m 呈上升管线形状，并具有 7 个 90°弯管。管线内径为 56.3mm。该装置用氮气处理。为了达到更好的细粉分离，仅使用两个旋流器之一。

浓相输送装置

该浓相输送装置大致由压力传送容器、胶管型输送管线($D_{内}=60\text{mm}$)和分离容器、与其下游相连的粉尘过滤器组成。输送长度为 39m，其 5.7m 以垂直上升管线形式延伸。该管线含有 4 个 90°弯管和一个 180°弯管。输送气(氮气)以两股子物流(上部空气和底部空气)经过拉伐尔喷嘴引入。

表 11-13 列出了输送条件/设置。

表 11 稀相输送，实施例 5

	试验 1	试验 2
气体质量流速[kg/h]	200	300
体积流速[m ³ /h]	166.7	250.0
压力损失[mbar]	225	315
最初重量[kg]	49.6	50.8
时间[min]	3.58	2.5
质量流速[kg/h]	831	1219
加料 μ [kg 固体/kg 输送气]	4.2	4.1
输送气[m/s]	18.8	28.2
气体密度[kg/m ³]	1.2	1.2
气体温度[°C]	20	20
输送总长[m]	132	132

表 12 浓相输送, 试验 1

上部气体				底部气体		
喷嘴:	10			喷嘴:	45	
最初静压力:	1	bar		最初静压力:	3	bar
最初动压力:	1	bar		最初动压力:	2.5	bar
计量, 开始:	821.7			计量, 开始	1683.53	
计量, 结束:	821.7			计量, 结束	1684.1	
时间:	3	min			2.3	
体积流速	0.0	m ³ /h		体积流速	11.4	m ³ /h
总体积流速	11.4m ³ /h					
V, 测定的		m ³ /h		V, 测定的	12.1	m ³ /h
输送压力	1.2	bar		输送压力	2	bar
最初重量	46	kg				
质量流速	920	kg/h				
加料 μ	67.3	Kg 固体/kg 输送气				
v, 输送气体	1.1	m/s				
气体密度	1.2	kg/m ³				
气体温度	20	°C				
输送总长	200	m				

表 13 浓相输送，试验 2

上部气体				底部气体		
喷嘴:	45			喷嘴:	55	
最初静压力:	2.8	bar		最初静压力:	3	bar
最初动压力:	2.2	bar		最初动压力:	2.5	bar
计量, 开始:	834.22			计量, 开始	1688.34	
计量, 结束:	824.6			计量, 结束	1688.65	
时间:	1.25	min			1.25	
体积流速	18.2	m ³ /h		体积流速	14.9	m ³ /h
总体积流速	33.1m ³ /h					
V, 测定的		m ³ /h		V, 测定的		m ³ /h
输送压力	2.2	bar		输送压力	2.5	bar
最初重量	51	kg				
质量流速	2448	kg/h				
加料 μ	61.6	kg 固体/kg 输送气				
输送气体	3.3	m/s				
气体密度	1.2	kg/m ³				
气体温度	20	°C				
输送总长	200	m				

表 14-17 列出了用于输送料和原料的累计通过分布的通过值 D90%、D50%和 D10%。

表 14 稀相输送, 试验 1

通过	原料	输送距离: 42m	输送距离: 132m
D 10%	890	990	900
D 50%	1270	1480	1670
D 90%	1760	2200	2060

表 15 稀相输送, 试验 2

通过	原料	输送距离: 42m	输送距离: 132m
D 10%	810	-	720
D 50%	1210	-	1120
D 90%	1775	-	1670

表 16 浓相输送, 试验 1

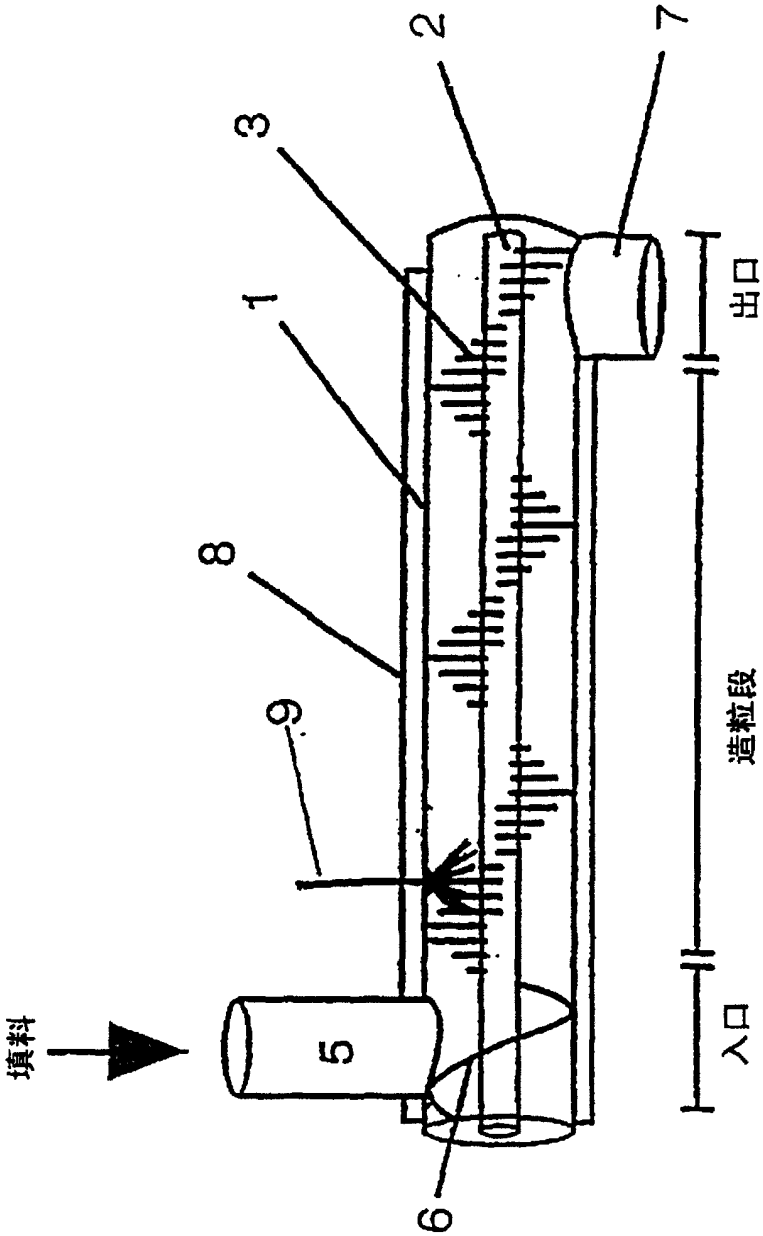
通过	原料	输送距离: 39m	输送距离: 195m
D 10%	790	1080	850
D 50%	1190	1510	1245
D 90%	1975	2095	1810

表 17 浓相输送, 试验 2

通过	原料	输送距离: 39m	输送距离: 195m
D 10%	840	700	650
D 50%	1240	1110	1090
D 90%	1810	1610	1590

可以没有困难且在所述限制内以稀和浓相可靠地输送根据本发明的产品。输送高至 28m/s 的输送气体速度的稀和浓相没有使细粉

含量大大增加。稀相输送 132m 距离或浓相输送 195m 距离之后，该物料为无粉尘颗粒形式。气流输送之后，该输送物料在其良好疏松物料性能方面没有改变。

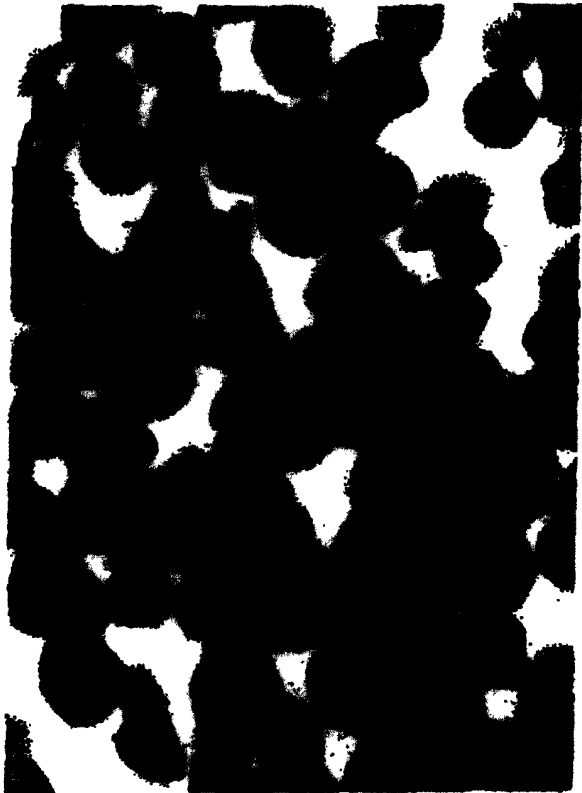


根据DE 2747278的对比实施例



图2a

实施例4



颗粒相片 (约8倍的放大率)

图2b

图2

质量流

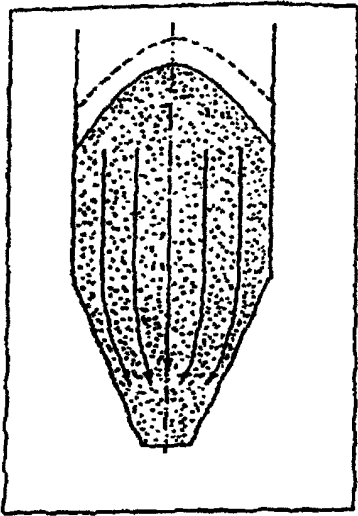


图3.1

桥形成

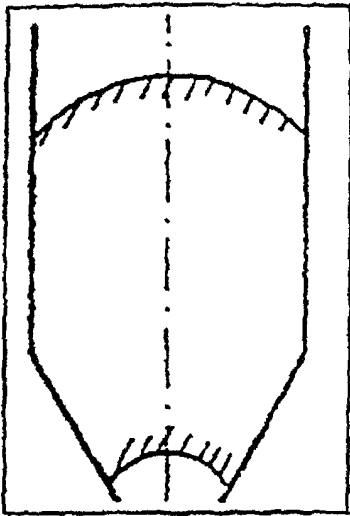


图3.2

漏斗状流动

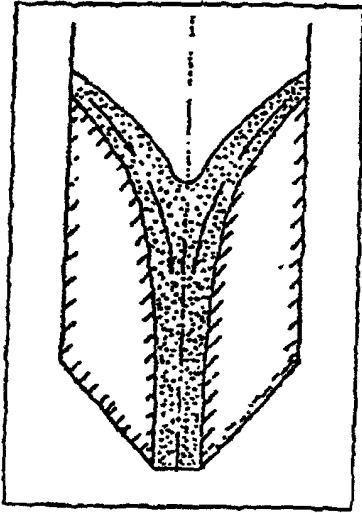


图3.3

桥形成

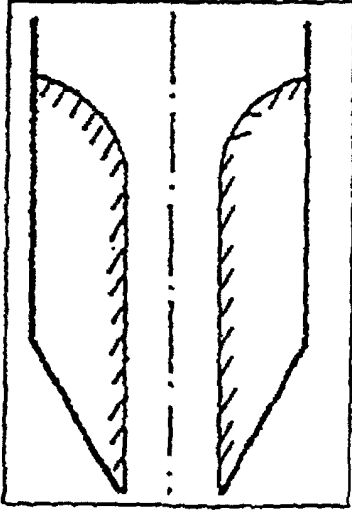


图3.4

图3