



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103167912 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201180050028. 0

(22) 申请日 2011. 08. 19

(30) 优先权数据

P20100464A 2010. 08. 23 HR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/HR2011/000033 2011. 08. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/025770 EN 2012. 03. 01

(73) 专利权人 莱姆巴诺贸易有限公司

地址 塞浦路斯利马索尔

(72) 发明人 安东尼奥·里拉斯

马利安·拉姆利亚克

伊维卡·塞帕耐克

阿洛伊兹·德尔瓦尔

(74) 专利代理机构 北京市立方律师事务所  
11330

代理人 郑瑜生

(51) Int. Cl.

B02C 13/20(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3894695 A, 1975. 07. 15,

DE 3429365 A1, 1985. 11. 07,

WO 00/64586 A1, 2000. 11. 02,

DE 2319810 A1, 1974. 11. 07,

EP 0048012 A2, 1982. 03. 24,

CN 2414835 Y, 2001. 01. 17,

CN 1434747 A, 2003. 08. 06,

CN 201192645 Y, 2009. 02. 11,

审查员 于荟琪

权利要求书1页 说明书8页 附图4页

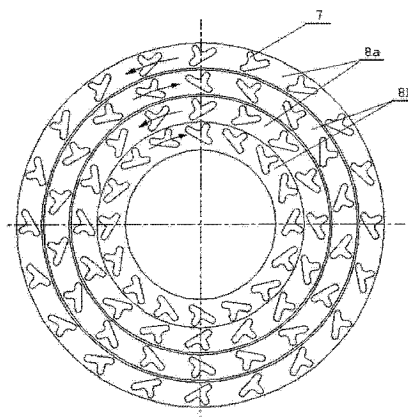
(54) 发明名称

用于微粉化固体材料的设备

(57) 摘要

本发明涉及用于微粉化固体材料的设备。该设备由具有两个盘(6a、6b)的外壳(4)组成,所述盘(6a、6b)以所述盘(6a、6b)在相反方向上旋转的方式被马达(2a、2b)独立地驱动通过轴线(3a、3b)。每一个盘(6a、6b)以使得属于不同盘的两个相邻的圈状物彼此相对地在相反的方向上旋转,因而形成其中发生微粉化材料的区域的方式承载至少两个或更多个叶片的圈状物(8a、8b)。不同盘(6a、6b)的叶片的圈状物(8a、8b)彼此面朝面。圈状物(8a、8b)的所有叶片(7)是相同的,具有字母“T”形状,且包括三个翼状物(7a、7b、7c);翼状物(7a)和(7b)的尺寸是相同的且成直角放置,而翼状物(7c)被设定成尺寸大于翼状物(7a、7b)。全部三个翼状物的中心线在叶片的中心(10)处彼此交汇,在穿过所述圈状物(8a、8b)一半的环上。与现有技术相比,本发明使微粉化效率提高了17-19%。

CN 103167912 B



1. 一种用于微粉化固体材料的设备,其中外壳(4)被设置了两个盘(6a、6b);所述盘(6a、6b)以第一盘(6a)和第二盘(6b)在相反方向上旋转的方式通过轴线(3a、3b)被马达(2a、2b)独立地驱动;在每一个盘(6a、6b)上,存在至少两个叶片的圈状物(8a、8b),所述圈状物(8a、8b)以下述方式被分布:属于不同盘的两个相邻的圈状物彼此相对地在相反的方向上旋转,因而形成其中发生微粉化的区域,且不同盘(6a、6b)的叶片的圈状物(8a、8b)彼此面对面,其特征在于,圈状物(8a、8b)的所有叶片(7)是相同的,具有字母“T”形状,由三个翼状物(7a、7b、7c)组成,其中第一翼状物(7a)和第二翼状物(7b)的尺寸是相同的且成直角放置,而第三翼状物(7c)的尺寸大于所述第一翼状物和所述第二翼状物(7a、7b),且全部三个翼状物的中心线在叶片的中心(10)处彼此交汇,在穿过所述圈状物(8a、8b)一半的环上。

2. 根据权利要求1所述的用于微粉化固体材料的设备,其特征在于,圈状物(8a、8b)上的叶片(7)的位置以使得第二翼状物(7b)相对于穿过叶片中心(10)的切线朝圈状物(8a、8b)的旋转方向倾斜角度 $\beta$ 的方式被界定,其中所述角度 $\beta$ 是 $120^\circ$  -  $140^\circ$ ,且其中同一圈状物(8a、8b)的所有叶片(7)在相同的方向上倾斜。

## 用于微粉化固体材料的设备

[0001] 描述

### 发明领域

[0002] 本发明涉及基于粉碎机构想的用于微粉化固体材料的改进设备及其用途。

[0003] 技术问题

[0004] 通过本发明解决的基本技术问题是用于微粉化固体材料的已知设备的撞击元件（叶片）的新的结构几何形状，其基于具有承载所述叶片的两个相反旋转的盘的粉碎机的构想。

[0005] 通过本发明解决的第二个技术问题是进行微粉化的具有新形状的盘的圈状物（wreath）的叶片的相对位置，且目的是提高微粉化工艺的效率。

### 现有技术

[0006] 研磨是化学品、食物处理、建筑以及许多其他行业的一项基本技术操作，其中材料被磨碎至不同精细水平的粒或粒度。

[0007] 微粉化是高度有效的研磨种类，其提供了由相对粗糙的粒度，如 0.1-1mm 的起始材料直接生产非常细的颗粒，通常是 5-50  $\mu\text{m}$ 。

[0008] 在生产用于药物、化妆品和农业化学行业；还在化学行业（如填料、颜料）以及许多其他领域的活性物质和赋形剂中广泛采用微粉化的技术操作。

[0009] 可以通过在不同种类的分级磨机中延长研磨来实施微粉化，其中研磨工艺主要受到研磨的材料颗粒与设备的撞击元件碰撞的影响 [A. D. Salman, M. Ghadiri, M. J. Hounslow: Handbook of powder technology, 第 12 卷, Particle Breakage (2007) Elsevier]: (i) 球磨机; (ii) 棒磨机; (iii) 锤磨机; 或 (iv) 振动磨机。

[0010] 对上述每一种磨机构想而言，可以在文献中找到改进的版本 [如，对球磨机而言，T. Orlandi: Grinding Process and a Continuous High-Capacity Micronizing Mill for its Implementation, US5, 174, 512 (1992) Snamprogetti S. P. A.]。

[0011] 微粉化的有效得多的技术是那些主要基于微粉化的材料颗粒的相互碰撞: (i) 在胶体磨机的悬浮液中（湿研磨）; (ii) 在所谓的喷射磨机中干研磨，这影响研磨，因为大量的颗粒在压缩空气流中碰撞 [H. G. Zander, H. Bornefeld, B. M. Holl: Process and Device for Micronizing Solid Matter in Jet Mills, EP0276742 (1994) Bayer AG]; 或在 (iii) 粉碎机中 [D. Muschenborn, R. Rautenbach: Impact Mill, US 4, 522, 342 (1985); T. Lelas: Device for micronizing materials, HR990263 A2 (1999)]。

[0012] 本发明涉及基于正如现有技术中描述的 [如 T. Lelas: Device for micronizing materials, HR990263 A2 (1999)] 粉碎机构想的改进版本的微粉化设备。

[0013] 所述粉碎机是基于在相反的方向上高速旋转的两个相对的盘的构想。盘承载某些撞击元件、叶片，在材料颗粒穿过设备的过程中，撞击元件、叶片研磨 / 微粉化材料颗粒。此外，它们使大量微粉化的材料颗粒相互碰撞。

[0014] 在文献中,描述了盘上具有不同形状的叶片的设备:(i)圆形叶片;(ii)立方形叶片;(iii)细长板形状的叶片;以及(iv)略微弯曲的板的形状,没有或有额外的特定机械细节(如,锯齿状的撞击表面),其最终改进了微粉化工艺的过程。

[0015] 这样的设备显示在图1中,且在图2中可以看到其截面,其中相对的盘的每一个上的叶片的两层(圈状物),并且图2中可以看到材料进入微粉化设备的中心部分内。

#### [0016] 发明概述

[0017] 为了解决所述技术问题,构建了图1显示的用于微粉化固体材料的设备。设备包括外壳,其中设置了两个盘;这些盘以所述盘在相反方向上旋转的方式通过轴线被独立地驱动。在每一个盘上,存在至少两个或更多个叶片的圈状物。属于不同盘的两个相邻的圈状物彼此相对地在相反的方向上旋转,因而形成其中发生微粉化的区域。

[0018] 不同盘的叶片的圈状物以使得所有叶片的圈状物是相同的字母“T”形状的方式彼此面朝着面。叶片由三个翼状物组成,其中两个翼状物的尺寸是相同的且成直角放置,而第三个翼状物的尺寸略大于前两个翼状物。全部三个翼状物的中心线在叶片的中心处彼此交汇,在穿过圈状物一半的环上。

[0019] 叶片在每一个盘上的位置以使得叶片的一个较短的翼状物在圈状物的旋转方向上相对于穿过叶片中心的切线倾斜角度 $\beta$ 的方式被构建。角度 $\beta$ 是 $120^\circ$  -  $140^\circ$ 。同一圈状物的所有叶片在相同的方向上倾斜。

#### [0020] 附图描述

[0021] 图1. 显示了微粉化设备,从外面看,现有技术的微粉化设备与本发明的微粉化设备相同。

[0022] 图2. 显示了微粉化设备的截面。本文是可见的相对的盘、在盘上设置成两层(圈状物)的撞击元件(叶片),在微粉化设备的外壳闭合过程中,一个盘的叶片的圈状物如何进入相对的盘上的叶片的圈状物之间的方式。

[0023] 图3. 显示了现有技术的具有略微弯曲的且锯齿状板的盘的一半以及它们的布置。

[0024] 图4. 显示了本发明的具有字母“T”形状的叶片的盘及它们的布置。

[0025] 图5. 显示了使用现有技术的具有呈略微弯曲的且锯齿状的板形状的叶片的盘(曲线k1,实验1)和使用本发明的具有呈字母“T”形状的叶片的盘(曲线k2,实验2)微粉化的示例性物质(石灰石矿物;主要是 $\text{CaCO}_3$ )的粒度分析的结果。

[0026] 图6. 显示了材料颗粒通过本发明的微粉化设备的流动方向。

[0027] 图7. 显示了在本发明的字母“T”形状的叶片周围微粉化的材料颗粒的流动。

[0028] 图8. 描述了呈字母“T”形状的叶片的扭曲角度( $\beta$ ),在此角度下,叶片被固定在本发明的每一个盘上。

#### [0029] 发明详述

[0030] 本发明显示在图1-8中。

[0031] 图1和图2显示了实施本发明的一种可能的方式。微粉化设备是已知的且在结构上与现有技术(如克罗地亚专利申请HR990263)中描述的设备相同。

[0032] 在设备的外壳4内设置了两个盘,第一盘6a、第二盘6b,以使所述第一盘6a、第二盘6b在相反的方向上旋转的方式通过轴3a、3b被马达2a、2b独立地驱动;在第一盘6a、第

二盘 6b 上,以使属于不同的盘的两个相邻的圈状物彼此相对地在相反的方向上旋转的方式设置了至少两个或更多个叶片的圈状物 8a、8b,因而形成了其中发生材料的微粉化的区域;不同盘,第一盘 6a、第二盘 6b 的叶片的圈状物 8a、8b 彼此面对面。

[0033] 图 3 显示了现有技术,特别是根据 HR990263 中所述发明的叶片的形状和布置。

[0034] 在图 4 上,显示了本发明的叶片 7 的形状和它们在微粉化设备中的布置。叶片 7 被组织在属于第一盘 6a、第二盘 6b 的叶片的圈状物 8a、8b 内。第一盘 6a 或第二盘 6b 最少包含两个或更多个圈状物 8a 或 8b。在每一个圈状物上,存在很多叶片 7,其取决于圈状物的直径。

[0035] 圈状物 8a、8b 的所有叶片 7 是相同的,具有字母“T”的形状且包括三个翼状物,第一翼状物 7a、第二翼状物 7b、第三翼状物 7c(图 7)。第一翼状物 7a 和第二翼状物 7b 的尺寸是相同的且成直角放置,而第三翼状物 7c 的尺寸大于第一翼状物 7a、第二翼状物 7b;且全部三个翼状物的中心线在叶片的中心 10 处彼此交汇,在穿过所述圈状物 8a、8b 一半的环上。

[0036] 图 8 显示了圈状物 8a、8b 上的叶片 7 以使得第一翼状物 7a 相对于穿过叶片中心 10 的切线朝圈状物 8a、8b 的旋转方向倾斜角度  $\beta$  的方式的布置;角度  $\beta$  是  $120^\circ - 140^\circ$ ,且同一圈状物 8a、8b 的所有叶片 7 在相同的方向上倾斜。

[0037] 实现本发明的实施例

[0038] 本发明的设备中的微粉化工艺的过程与图 1 和 2 中给出的现有技术的设备中的相同。向加料篮 1 中加入微粉化的材料。加料篮 1 使材料进入旋转盘的中心部分内,在微粉化区域内,图 2 中可见。由于强烈的离心力,被微粉化的材料颗粒因为高速度而通过相对的第一盘 6a、第二盘 6b 的旋转叶片 7 的两个或更多个圈状物 8a、8b。在此期间,在所有叶片之上,颗粒与微粉化器的材料之间发生大量的碰撞,以及发生颗粒的相互碰撞。

[0039] 通过使用具有下述技术特征的图 1 和 2 显示的微粉化设备研究了叶片形状对微粉化效率的影响:

[0040] (i) 微粉化器的盘的直径 ( $\phi$ ) 是 500mm;

[0041] (ii) 每一个盘上的叶片 7 的圈状物 8a、8b 的数目是 2;

[0042] (iii) 盘的每一个圈状物 8a、8b 上的叶片 7 的数目从一侧是 20/16(外圈状物/内圈状物);且从微粉化设备的另一侧是 18/16(外圈状物/内圈状物);

[0043] (iv) 盘的转速是 500 转每分钟 (rpm);

[0044] (v) 微粉化设备配备有两个相同的 30kW 功率的电动机,其在 380V 和 50Hz 的频率下工作;以及

[0045] (vi) 从电动机的轴线至微粉化设备的轴线的功率传输通过使用传输带来实现(类似于图 1)。

[0046] 化学组成主要是碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 的天然石灰石矿物被选择为根据 Mohs 尺度的硬度为 3 的示例性物质。起始材料具有 0-1mm 的名义粒径、0.3-0.5mm 的平均粒径,其是以用于生产建筑粘合剂、塑料等的细矿物填料而市售的。

[0047] 因而每 1kg 的石灰石矿物的样品通过使用由上述技术数据表征的且仅盘上的叶片形状不同的图 1 和 2 显示的现有技术的设备被微粉化:

[0048] (i) 略微弯曲且锯齿状的板(图 3;试验 -1) 和

[0049] (ii) 本发明的呈字母“T”的形状(图4;试验-2)。

[0050] 通过使用 MasterSizer 2000(Malvern 仪器) 仪器使这样制备的微粉化的石灰石矿物的样品经受粒度分析。试验-1 和试验-2 的结果显示在表1 中且图示在图5 中。

[0051] 表1. 微粉化设备(图1 和 2) 的盘的撞击元件(叶片) 的形状对具有 0.3-0.5mm 的平均粒度的示例性物质(石灰石矿物) 的微粉化工艺的效率和影响。在实验-1 中, 使用具有呈略微弯曲的且锯齿状板形状的叶片7 第一盘 6a、第二盘 6b, 而在试验-2 中采用具有呈字母“T”形状的叶片7 的第一盘 6a、第二盘 6b(图4)。

[0052]

	试验-1	试验-2		试验-1	试验-2
粒度 ( $\mu\text{m}$ )	低于体积 百分数 ( % )	低于体积 百分数 ( % )	粒度 ( $\mu\text{m}$ )	低于体积 百分数 ( % )	低于体积 百分数 ( % )
<b>0.138</b>	0.00	0.00	<b>7.586</b>	53.93	63.57
<b>0.158</b>	0.02	0.00	<b>8.710</b>	57.56	67.90
<b>0.182</b>	0.07	0.00	<b>10.000</b>	60.98	71.94

[0053]

<b>0.209</b>	0.15	0.00	<b>11.482</b>	64.18	75.64
<b>0.240</b>	0.28	0.12	<b>13.183</b>	67.19	79.02
<b>0.275</b>	0.46	0.32	<b>15.136</b>	70.02	82.04
<b>0.316</b>	0.71	0.62	<b>17.378</b>	72.71	84.74
<b>0.363</b>	1.05	1.04	<b>19.953</b>	75.27	87.12
<b>0.417</b>	1.51	1.62	<b>22.909</b>	77.75	89.23
<b>0.479</b>	2.11	2.36	<b>26.303</b>	80.17	91.08
<b>0.550</b>	2.82	3.24	<b>30.200</b>	82.55	92.72
<b>0.631</b>	3.66	4.28	<b>34.674</b>	84.89	94.17
<b>0.724</b>	4.63	5.46	<b>39.811</b>	87.16	95.45
<b>0.832</b>	5.74	6.80	<b>45.709</b>	89.34	96.56
<b>0.955</b>	7.00	8.31	<b>52.481</b>	91.39	97.51
<b>1.096</b>	8.44	10.02	<b>60.256</b>	93.25	98.31
<b>1.259</b>	10.10	11.97	<b>69.183</b>	94.88	98.96
<b>1.445</b>	12.00	14.20	<b>79.433</b>	96.25	99.46
<b>1.660</b>	14.19	16.76	<b>91.201</b>	97.35	99.81
<b>1.905</b>	16.70	19.67	<b>104.713</b>	98.20	99.96

[0054]

	试验-1	试验-2		试验-1	试验-2
粒度 ( $\mu\text{m}$ )	低于体积 百分数 ( % )	低于体积 百分数 ( % )	粒度 ( $\mu\text{m}$ )	低于体积 百分数 ( % )	低于体积 百分数 ( % )
<b>2.188</b>	19.53	22.95	<b>120.226</b>	98.84	100.00
<b>2.512</b>	22.69	26.63	<b>138.038</b>	99.31	100.00
<b>2.884</b>	26.15	30.66	<b>158.489</b>	99.65	100.00
<b>3.311</b>	29.88	35.03	<b>181.970</b>	99.86	100.00
<b>3.802</b>	33.82	39.65	<b>208.930</b>	99.98	100.00
<b>4.365</b>	37.89	44.46	<b>239.883</b>	100.00	100.00
<b>5.012</b>	42.02	49.35	<b>275.423</b>	100.00	100.00
<b>5.754</b>	46.11	54.23	<b>316.228</b>	100.00	100.00
<b>6.607</b>	50.10	58.99	<b>363.078</b>	100.00	100.00

[0055] 结果显示了出人意料地提高了微粉化工艺的效率,这是由于在设备的盘上使用了呈字母“T”形状的叶片的新设计。微粉化工艺的效率的提高由下述的比率表示:

[0056] (i) 给定的示例性物质(石灰石矿物;具有0.3-0.5mm的相同的起始平均粒度)的颗粒体积百分数(体积百分数;% V/V)对使用具有本发明的叶片的盘(图4)时的粒度(以 $\mu\text{m}$ 计的直径);以及

[0057] (ii) 通过使用具有现有技术的叶片的盘(图3)获得的产品的类似颗粒的体积;

[0058] 1、5、10 $\mu\text{m}$ 的粒度是17-19%(表2)。

[0059] 表2. 通过细(1、5、10 $\mu\text{m}$ )颗粒的体积百分数的提高表示了微粉化效率的提高,原因是在微粉化设备的第一盘6a、第二盘6b上使用呈字母“T”形状的叶片7。

[0060]

粒度 ( $\mu\text{m}$ )	试验-1 : 颗粒体积百分数 ( % )	试验-2 : 颗粒体积百分数 ( % )	效率的提高率 ( % ) <sup>1</sup>
1.096	8.44	10.02	18.7
5.012	42.02	49.35	17.4
10	60.98	71.94	18.0

[0061] <sup>1</sup>通过使用具有现有技术的叶片的盘获得的(图3;实验-1)和通过包含本发明的呈字母“T”形状的叶片的盘获得的(图4;实验-2)类似尺寸的颗粒体积百分数之间的比(% V/V)。

[0062] 从这些结果,微粉化设备的第一盘6a、第二盘6b上的新设计的撞击元件、叶片7的出人意料积极效果对本领域技术人员是明显的;此新设计的叶片导致微粉化效率提高17-19%。

[0063] 由于使用了呈字母“T”形状的叶片解释了微粉化工艺效率的提高

[0064] 在设备的第一盘6a、第二盘6b因外力而旋转时,流体颗粒从盘的中心部分送至它

们的帽的（外）边缘，如图 6 所示。这伴有流体能量的增加。微粉化设备中的流体是空气，空气同时是微粉化的材料颗粒的载体。能量的增加表现在：

[0065] (i) 微粉化设备出口处增加的压力；和

[0066] (ii) 增加的颗粒的绝对速度。

[0067] 能量将如何以一种或另一种形式升高取决于叶片的扭曲度（位置）。

[0068] 在图 7 中，显示了在本发明的微粉化设备内的盘上使用呈字母“T”形状的叶片时材料颗粒流动的可能过程（ $\omega$  = 旋转方向）：

[0069] (i) 微粉化的材料颗粒在与叶片 7 的相邻圈状物 8a、8b 接触瞬间，以近似直角的角度与它们碰撞，对微粉化工艺提供最大正面影响（区域 9a）；

[0070] (ii) 颗粒流的一部分朝向叶片的尾部到相邻的叶片上（区域 9b）；以及

[0071] (iii) 涡旋流动有利于颗粒在标记为 9c 的区域内相互碰撞。

[0072] 本发明的叶片 7 的主要作用似乎并不是通过使能量损失最小来向流体增加能量，使能量损失最小是如泵或分级通风器的情形，而且因为叶片的形状，主要以产生湍流区域的受控方式消耗功率密度（图 7，类似区域 9c 的位置），其中发生颗粒的相互碰撞。

[0073] 本发明的呈字母“T”形状的叶片（图 4、7 和 8）在它们倾斜朝向的那些位置中被固定在微粉化设备的盘上，意思是在  $120^\circ - 140^\circ$  的角度  $\beta$  的旋转方向上，以提供：

[0074] (i) 在给定水平的能量下达到最大流体速度；和

[0075] (ii) 出现湍流流动，导致微粉化的颗粒高频率地相互碰撞。

[0076] 图 8 显示的，所描述的叶片的倾斜位置（ $\beta = \beta_{\max}$ ）能够将比径向方向上扭曲时的叶片处（其中  $\beta = \pi/2$ ）多两倍的能量传递至流体。

[0077] 赋予流体的总能量包含在速度中。增加叶片的扭曲角度（ $\beta$ ）至  $120^\circ - 140^\circ$ ，出口处的颗粒的绝对速度比径向叶片（ $\beta = 90^\circ$ ）升高 20-40%。

[0078] 使用本发明的微粉化设备

[0079] 发现对具有盘的直径（ $\phi$ ） $< 500\text{mm}$  的较小的实验室设备，本发明的设备中被微粉化的进入材料的平均粒度可以在 0.1-0.5mm 之间。对具有盘的直径（ $\phi$ ） $> 500\text{mm}$  的较大的设备，平均粒度可以在 0.1-3mm 之间。最佳选择是使用具有平均粒度在 0.1-0.5mm 之间的起始材料，这是在行业内通常使用的，其中这些产品首先在类似球磨机的一些种类的常规磨机中经受粗研磨，本文可以使用具有小于 0.1mm 的平均粒度的起始材料，这导致微粉化工艺效率明显额外的提高。

[0080] 本发明的改进的微粉化设备由不锈钢 316 构建。此设备被成功用于微粉化多种具有较低水平的根据莫氏尺度的硬度（ $< 5-6$ ）的有机和无机物质。当撞击元件（叶片）由非常硬的材料类似碳化钨构建时，本发明的设备还被成功用于微粉化莫氏尺度  $\geq 7$  的甚至更硬的物质，正如用砂（石英）实现的。可选择地，微粉化设备叶片的基本材料不锈钢 316 可以被涂覆有碳化钨层，且具有几乎相同的改进。

[0081] 本发明的改进的微粉化设备被成功地用于研磨纯物质或几种物质的混合物，根据它们的化学组成，这些物质是：(i) 无机物；(ii) 有机物；或 (iii) 有机物和无机物的混合物；药物、化妆品、食物、农业化学或建筑行业，然后在不同种类的化学行业、农业以及在其他生产领域的不同的原材料、中间物或最终产品。

[0082] 例如，设备可以被有效地用于生产用于药物、食物以及农业化学领域的活性物质



和赋形剂。

[0083] 本文中的药物活性物质的示例是所提到的消炎物质,阿氯米松-17,21-二丙酸酯被成功地用本发明的设备微粉化,产生生物利用率提高的产品。

[0084] 另外,举个例子,本文提到的天然石灰石矿物(主要是 $\text{CaCO}_3$ )包含少量的呈石英形式的二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )。具有平均粒度为0.1-0.5mm的市售石灰石可以通过使用本发明的微粉化设备直接加工成平均粒度 $< 10 \mu\text{m}$ 且约10%的颗粒小于 $1 \mu\text{m}$ 的高度微粉化的材料,这非常接近于纳米颗粒的范围(如,实施例1的产品)。这样的产品通过以0.5-2%的水悬浮液形式叶面喷施到植物上提供了钙( $\text{Ca}^{2+}$ ;来自碳酸钙)和硅(Si;来自石英)施肥的显著效果。具有市售粒度的石灰石矿物的类似应用并未表现出对植物的任何生理作用。

[0085] 所提到的使用本发明的微粉化设备的实施例仅仅是示例性的且并不包括所有可能的技术应用。

## 实施例

### [0086] 一般评论

[0087] 为了测试叶片7的形状对第一盘6a、第二盘6b的影响,使用了具有500mm的盘直径( $\phi$ )的设备(图1)。第一盘6a、第二盘6b上的叶片7的数目从一侧是20/16(外圈状物/内圈状物),而从微粉化设备的另一侧是18/16(外圈状物/内圈状物)。盘旋转的速度是5000转每分钟(rpm)。微粉化设备配备有两个相同的30kW功率的电动机,其在380V和50Hz的频率下工作。从电动机的轴线至微粉化设备的轴线的功率传输通过使用传输带来实现。

[0088] 在MasterSizer 2000仪器(Malvern仪器)上进行粒度分析。

### [0089] 实施例1

#### [0090] 微粉化设备的盘上的叶片形状对微粉化效率的影响的研究

[0091] 通过使用图1和2显示的现有技术的设备使作为具有0.3-0.5mm的平均粒度的示例性物质的每1kg的石灰石矿物(主要是碳酸钙; $\text{CaCO}_3$ )经受微粉化,虽然:

[0092] (i) 在试验-1中采用现有技术中已知的具有呈略微弯曲且锯齿状的板(图3)的形状的叶片的第一盘6a、第二盘6b和

[0093] (ii) 在实验-2中采用具有根据本发明的呈字母“T”的形状(图4)的叶片的第一盘6a、第二盘6b。

[0094] 对这样制备的微粉化的石灰石矿物进行粒度分析。结果在表1和2中给出以及图示在图5中。

### [0095] 参考标记:

[0096] 1- 加料篮

[0097] 2a、2b- 马达

[0098] 2a、2b- 轴线

[0099] 4- 外壳

[0100] 5- 用于微粉化材料离开的开口

[0101] 6a、6b- 第一盘、第二盘

[0102] 7- 叶片

- [0103] 7a、7b、7c- 叶片的第一翼状物、第二翼状物、第三翼状物
- [0104] 8a、8b- 叶片的圈状物
- [0105] 9a、9b、9c- 颗粒涡旋流动的区域（围绕叶片）
- [0106] 10- 叶片的中心

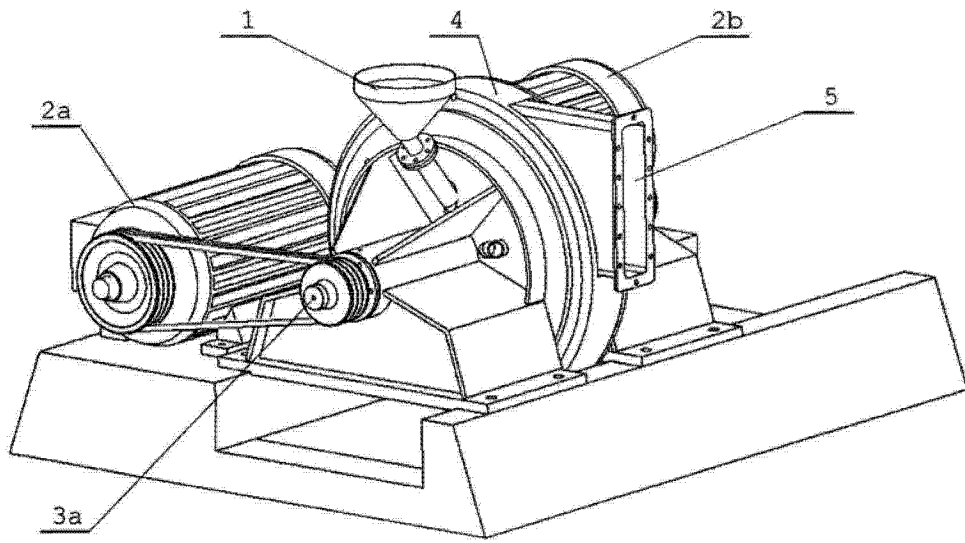


图 1

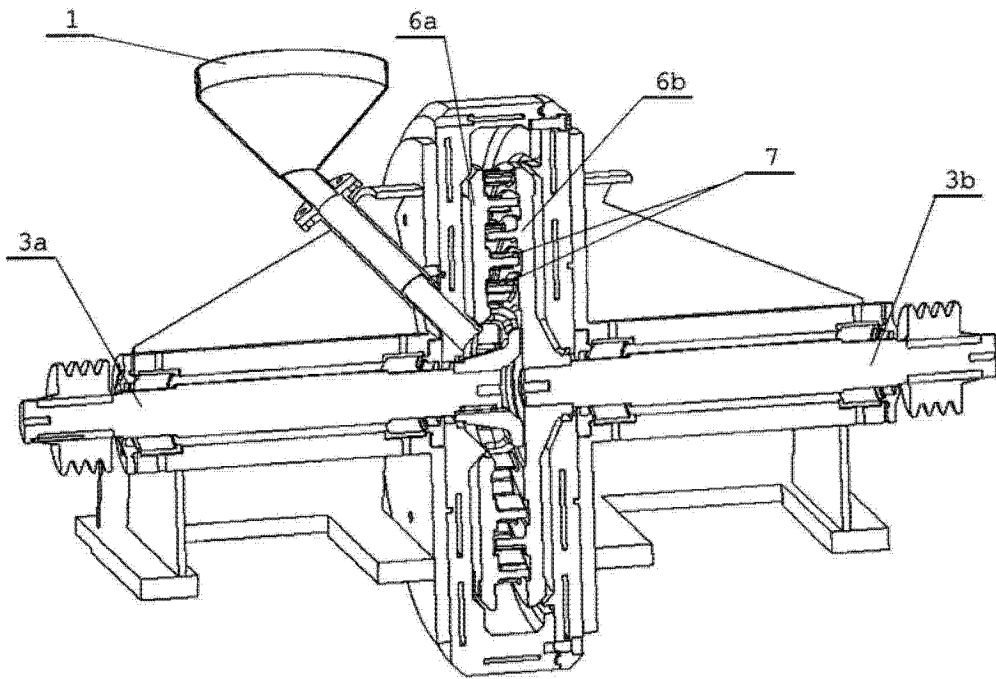


图 2

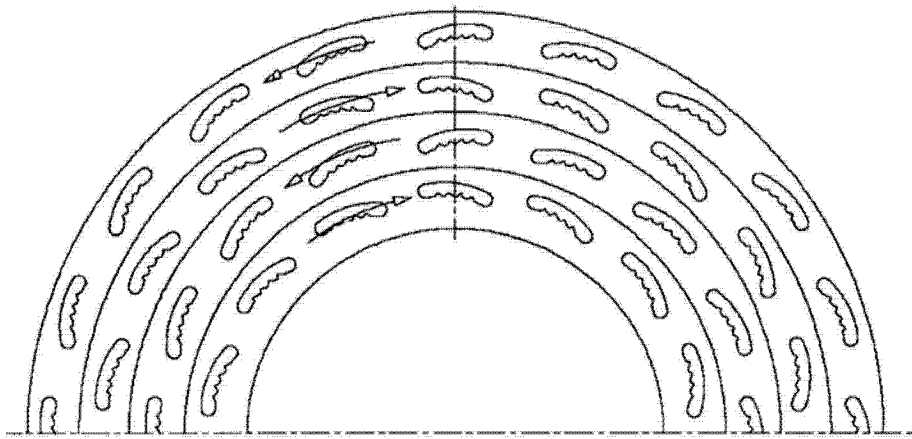


图 3

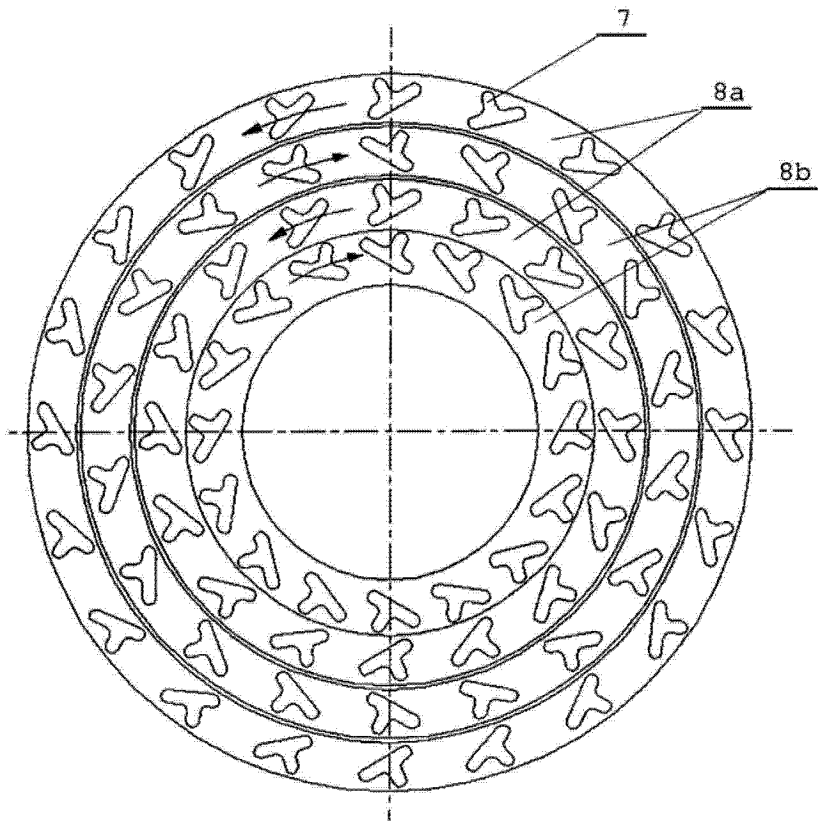


图 4

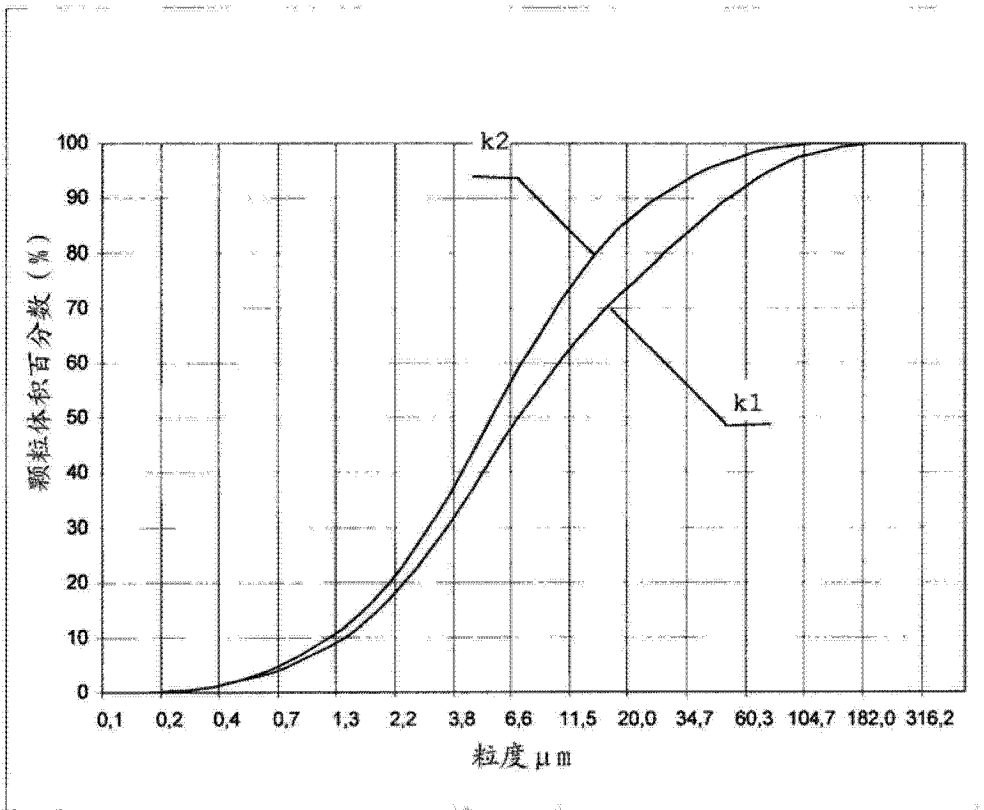


图 5

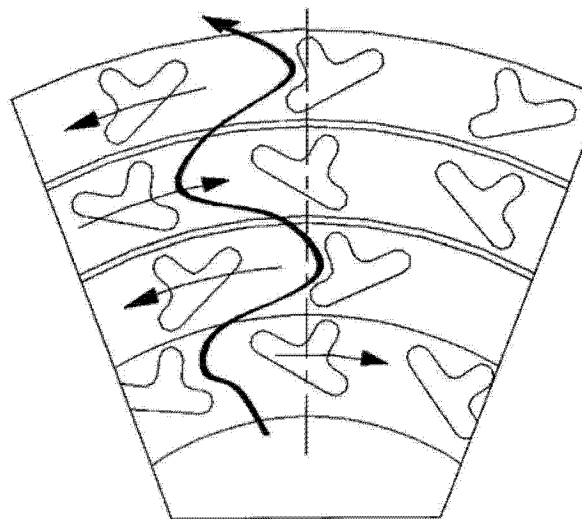


图 6

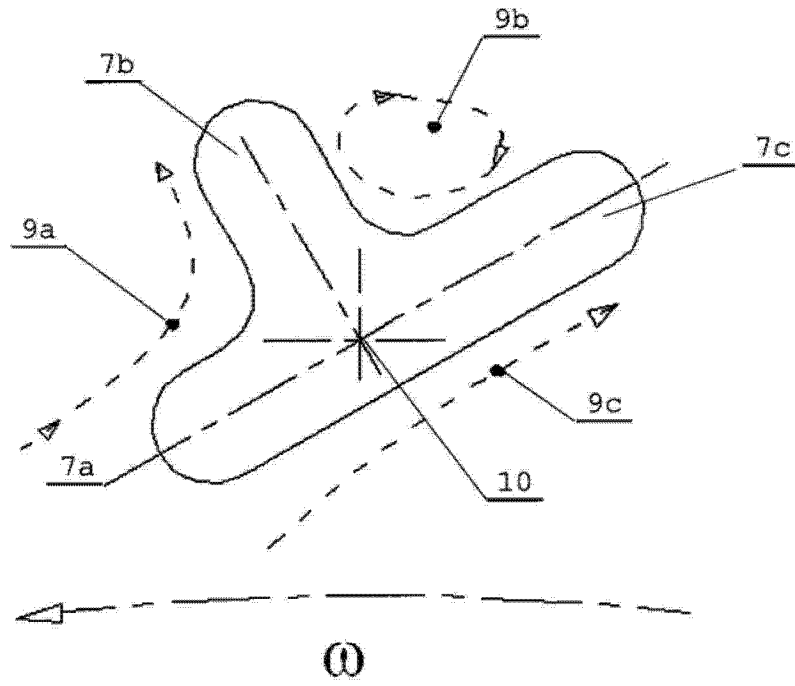


图 7

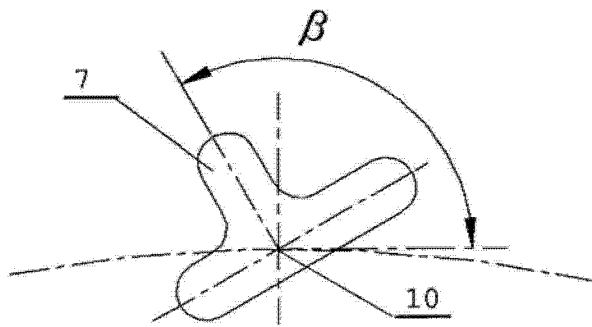


图 8