

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020年4月30日 (30.04.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/083015 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*B03C 7/06* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/109589
- (22) 国际申请日: 2019年9月30日 (30.09.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201811236163.4 2018年10月23日 (23.10.2018) CN
- (71) 申请人: 江南大学(JIANGNAN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。
- (72) 发明人: 俞建峰(YU, Jianfeng); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 黄然(HUANG, Ran); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 李志华(LI, Zhihua); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 俞俊楠(YU, Junnan); 中国江苏省无锡市滨湖区

蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 郑向阳(ZHENG, Xiangyang); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 金楠(JIN, Nan); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。 刘志强(LIU, Zhiqiang); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号张勇, Jiangsu 214000 (CN)。

(74) 代理人: 哈尔滨市阳光惠远知识产权代理有限公司(HARBIN SHINEIP INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国黑龙江省哈尔滨市松北区科技一街99号18栋E区501张勇, Heilongjiang 150028 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: CYCLONIC FLOW FIELD-BASED SUPERFINE POWDER WET TYPE ELECTROSTATIC GRADING DEVICE

(54) 发明名称: 一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置

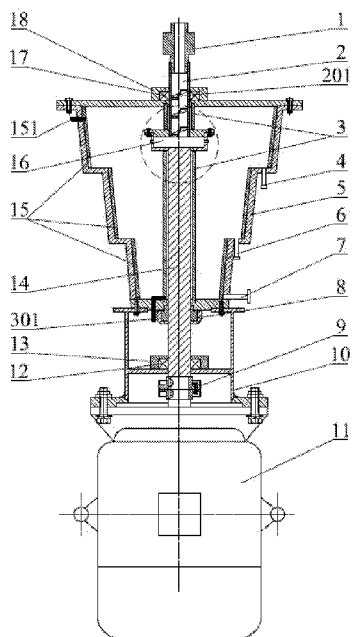
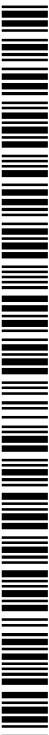


图 1

(57) Abstract: Provided is a cyclonic flow field-based superfine powder wet type electrostatic grading device, which belongs to the field of superfine powder grading equipment. The device comprises a cylinder body (5); the cylinder body (5) is a hollow cavity, a material conveying shaft (2) and a rotary shaft (14) are arranged in the cylinder body (5), the side wall of the cylinder body (5) is provided with material outlets (4, 6, 7), a deceleration motor (11) is arranged at the lower end of the cylinder body by means of a machine frame (10), and a first electrode piece (15) is arranged at the inner wall of the cylinder body (5); a spray head structure (16) is arranged between the material conveying shaft (2) and the rotary shaft (14), the rotary shaft (14) is connected with the deceleration motor (11) by means of a coupling (9), and a second electrode piece (3) is arranged at the outer wall of the material conveying shaft (2) and the rotary shaft (14); the spray head structure (16) is used for spraying the material into the cylinder body (5) to form a cyclonic flow, and each grade of powder after grading is discharged out of the material outlets (4, 6, 7) by grades and is collected. The device integrates into one body a cyclonic flow field and wet type electrostatic grading, superfine powder grading efficiency is effectively improved, and multi-grade collection of graded products is realized, the structure is compact, and operation is simple.



WO 2020/083015 A1

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

(57) 摘要: 一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置, 属于超细粉体分级设备领域。该装置包括筒体(5), 筒体(5)为中空的内腔, 筒体(5)内设有输料轴(2)和旋转轴(14), 筒体(5)侧壁设置有出料口(4, 6, 7), 下端通过机架(10)安装有减速电机(11), 内壁设有第一电极片(15); 输料轴(2)和旋转轴(14)之间安装有喷头结构(16), 旋转轴(14)通过联轴器(9)与减速电机(11)相连, 输料轴(2)和旋转轴(14)外壁设有第二电极片(3); 喷头结构(16)用于将物料喷射进入筒体(5)形成旋流, 经过分级的各级粉体经出料口(4, 6, 7)分级排出收集。该装置集旋转流场与湿法静电分级为一体, 有效提高了超微粉体分级效率, 并实现了分级产物的多级收集, 且结构紧凑、操作简单。

## 一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于超细粉体分级设备领域，特别涉及一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置。

### 背景技术

[0002] 超细粉体在化工、冶金、电子、材料、国防及其他高精尖技术领域有着广泛的应用。然而机械法制造的粉体粒度通常不能满足工业应用对超细粉体粒度的要求，需要进行分级处理。常用的分级方法如重力沉降分级、溢流分级、离心分级等方法难以获得稳定、均匀的分级力场，导致产物分级精度低，粒径分布宽，影响超微粉体的应用效果。超细粉体由于粒度极小，颗粒的比表面积增大，颗粒间极易产生团聚，进而形成粒度较大的颗粒团，严重影响超细粉体的分级效果。

[0003] 静电分级是利用静电场力对大小不同的带电粒子具有不同的吸引力，从而使大小不同的超细粒子在特定的装置中进行分级处理。由于携带同种电性电荷，进一步增强了颗粒间的分散性，可减少颗粒团聚。在公告号为CN 101199953 B的专利中，徐政等人提供了一种超细粉体干法静电分级装置，主要包括进料部分、静电分散部分、静电分级部分、产品收集器以及高压静电电源和分级电源，通过高压电源对粉体进行荷电处理后由静电分级部分对粉体进行分级处理，但是为了使粉体荷电并充分提高粉体的分散性，粉体的荷电电压需高达数十千伏，能耗高且存在较大安全隐患。日本广岛大学学者Hideto Yoshida等人开发了静电沉降水筛、静电水力旋流器等实验装置，进行湿法静电分级的相关研究并取得了良好的分级效果。静电沉降水筛装置是在竖直方向增加穿孔金属板，通过连接电源正负极在竖直方向产生静电场，增加粗细颗粒沉降速度差，进行颗粒分级。然而该装置中颗粒沉降方向与物料喷射方向在同一路径上，造成流场紊乱，严重影响颗粒的收集，影响其分级效率，同时该装置无法分筛多级粉体颗粒。因此，有必要开发一种流场稳定、操作安全、多尺寸粉体分级、分级效率

高的超细粉体静电分级装置

发明概述

技术问题

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足，提供一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置，通过旋转流场和静电场进行超细粉体分级，并实现超细粉体的多级收集，提高超细粉体的分级效率。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本发明提供一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置，包括筒体、输料轴、旋转轴、喷头结构、电极片；所述筒体为中空腔体，且为多级锥结构，筒体侧壁开有出料口，所述输料轴、旋转轴、喷头结构位于筒体内部；所述输料轴为空心轴，喷头结构侧周面开有喷射孔，喷头结构分别与输料轴、旋转轴相连；所述电极片包括第一电极片和第二电极片；

[0006] 粉体物料从输料轴上端进入，旋转轴带动喷头结构及输料轴转动，输料轴内的物料经喷头结构的喷射孔喷出，被喷射出的物料带有旋流效果，第一电极片与第二电极片构成静电场，物料经静电力、向心力、重力的耦合作用实现分级，分级后的粉体颗粒从出料口排出。

[0007] 在一种实施方式中，所述喷头结构包括喷头底座和喷头端盖，所述喷头底座侧周面均匀设有喷射孔，喷头底座与旋转轴固连，喷头端盖与输料轴固连，所述喷头底座与喷头端盖通过螺栓固连在一起，构成中空无盖腔体，输料轴与旋转轴的轴线重合；喷头结构起到法兰的作用，将输料轴及旋转轴固定在一起，同时喷头底座侧周面的喷射孔将物料进行喷射出。

[0008] 在一种实施方式中，所述出料口包括第一出料口、第二出料口和第三出料口，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上往下依次设置在筒体侧壁，筒体下端与机架相连，机架上安装有减速电机，所述旋转轴通过联轴器与减速电机相连；筒体侧壁设有三段第一电极片，所述输料轴和旋转轴外壁设有两段第二电极片；所述第一出料口、第二出料口和第三出料口分别用于收集粗颗粒、中粒径颗粒和细颗粒，实现多级颗粒收集；减速电机通过联轴器带动旋转轴转动，

减速电机振动小可以避免对筒体内的多物理场耦合分级作业空间造成扰动。

[0009] 在一种实施方式中，所述输料轴内壁设有螺旋轨道，输料轴上端伸出筒体外，输料轴上端安装旋转接头，所述输料轴与筒体连接处设有第一轴承和第一轴承座；物料进入输料轴内，输料轴转动，物料在螺旋轨道的作用下形成向下的旋流效果，此时物料形成向下的力，同时将聚积的大颗粒团离散，使物料达到更好喷射效果，实现更好的分级；旋转接头的设置使输料轴与喂入装置构成相对转动，同时形成一定密封性。

[0010] 在一种实施方式中，所述旋转轴为实心轴，旋转轴上端与喷头结构相连，旋转轴上端与喷头结构相连的水平位置高于第一出料口，旋转轴下端伸出筒体外并通过联轴器与减速电机相连，所述旋转轴与筒体连接处设有机械密封，旋转轴与机架连接处设有第二轴承和第二轴承座。

[0011] 在一种实施方式中，第一电极片紧贴于筒体侧壁，三段第一电极片之间通过导线相连，第一电极片通过筒体侧壁设计的第一导线接头与电源相连，所述第二电极片与输料轴和旋转轴外壁存在一定间隙，两段第二电极片分别固定在筒体的端盖和筒体底座的卡槽上，并通过旋转轴外侧设计的第二导线接头与电源相连，所述第一电极片和第二电极片分别连接直流稳压电源两极。

[0012] 在一种实施方式中，所述筒体侧壁各级锥交界处设置有凸台，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上向下依次设置于凸台上；各级粉体与各级锥体碰撞后沿锥体壁滑落至凸台收集，经出料口分级排除收集。

[0013] 在一种实施方式中，所述筒体、输料轴和旋转轴均为绝缘材质，防止与第一电极片及第二电极片生成的静电场产生扰动，避免对分级造成影响。

[0014] 在一种实施方式中，所述喷射孔内径范围为1 mm~2 mm。

[0015] 在一种实施方式中，所述减速电机转速范围为30 r/min~90 r/min。

## 发明的有益效果

### 有益效果

[0016] 本发明提供一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置，通过旋转流场和静电场进行超细粉体分级，并实现超细粉体的多级收集，提高超细粉体的分级效率。具体优点如下：

- [0017] 1. 采用减速电机通过旋转轴带动喷头形成旋流，为颗粒提供一定的周向运动速度，加速分级，同时避免速度过快影响分级效果；
- [0018] 2. 采用湿法静电分级，利用超细粉体颗粒的在水溶液中的荷电特性，在筒体侧壁与输料轴和旋转轴上设计电极片，为粉体分级提供强大、稳定的分级力场，提高颗粒的分级效率；
- [0019] 3. 可通过调节电压进行分级力场的调节，以适应不同粒度范围要求的粉体分级，操作十分方便；
- [0020] 4. 筒体设计为多级锥的结构，可将原料一次性分级为多个粒径范围，大大提高了超细粉体的分级范围及分级效率；

## 对附图的简要说明

### 附图说明

- [0021] 图1为本发明的一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置的一种实施方式的结构示意图；
- [0022] 图2为本发明图1中虚线框中部件的结构示意图；
- [0023] 图3为本发明的喷头结构的一种实施方式的结构示意图；
- [0024] 其中：1-旋转接头、2-输料轴、3-第二电极片、301-第二导线接头、4-第一出料口、5-筒体、6-第二出料口、7-第三出料口、8-机械密封、9-联轴器、10-机架、11-减速电机、12-第二轴承、13-第二轴承座、14-旋转轴、15-第一电极片、151-第一导线接头、16-喷头结构、17-第一轴承、18-第一轴承座、19-喷头底座、191-喷射孔、20-喷头端盖、201-螺旋轨道。

## 发明实施例

### 本发明的实施方式

- [0025] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实例，都属于本发明的保护范围。
- [0026] 请参阅图1~3，为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：
- [0027] 如图1~3所述，一种基于旋转流场的超细粉体湿法静电分级装置，包括旋转接

头1、输料轴2、第二电极片3、第二导线接头301、第一出料口4、筒体5、第二出料口6、第三出料口7、机械密封8、联轴器9、机架10、减速电机11、第二轴承12、第二轴承座13、旋转轴14、第一电极片15、第一导线接头151、喷头结构16、第一轴承17、第一轴承座18、喷头底座19、喷射孔191、喷头端盖20。

[0028] 所述筒体5为中空腔体，且为多级锥结构，筒体5侧壁开有第一出料口4、第二出料口6和第三出料口7，第一出料口4、第二出料口6和第三出料口7从上往下依次设置，所述输料轴2、旋转轴14、喷头结构16位于筒体5内部；所述输料轴2为空心轴。

[0029] 进一步的，所述喷头结构16包括喷头底座19和喷头端盖20，所述喷头底座19侧周面均匀设有喷射孔191，喷头底座19与旋转轴14固连，喷头端盖20与输料轴2固连，所述喷头底座19与喷头端盖20通过螺栓固连在一起，构成中空腔体，输料轴2与旋转轴的轴线重合；喷头结构16起到法兰的作用，将输料轴2及旋转轴14固定在一起，同时喷头底座19侧周面的喷射孔191将物料进行喷射出。

[0030] 进一步的，筒体5下端与机架10相连，机架10上安装有减速电机11，所述旋转轴14通过联轴器9与减速电机11相连；筒体5侧壁设有三段第一电极片15，所述输料轴2和旋转轴14外壁设有两段第二电极片3；所述第一出料口4、第二出料口6和第三出料口7分别用于收集粗颗粒、中粒径颗粒和细颗粒，实现多级颗粒收集；减速电机11通过联轴器9带动旋转轴14转动，减速电机11振动小可以避免对筒体5内的多物理场耦合分级作业空间造成扰动。

[0031] 进一步的，所述输料轴2内壁设有螺旋轨道201，输料轴2上端伸出筒体5外，输料轴2上端安装旋转接头1，所述输料轴2与筒体5连接处设有第一轴承17和第一轴承座18；物料进入输料轴2内，输料轴2转动，物料在螺旋轨道201的作用下形成向下的旋流效果，此时物料形成向下的力，同时将聚积的大颗粒团离散，使物料达到更好喷射效果，实现更好的分级；旋转接头1的设置使输料轴2与喂入装置构成相对转动，同时形成一定密封性。

[0032] 进一步的，所述旋转轴14为实心轴，旋转轴14上端与喷头结构16相连，旋转轴14上端与喷头结构16相连的水平位置高于第一出料口4，旋转轴14下端伸出筒体5外并通过联轴器9与减速电机11相连，所述旋转轴14与筒体5连接处设有机械密

封8，旋转轴14与机架10连接处设有第二轴承12和第二轴承座13。

[0033] 进一步的，第一电极片15紧贴于筒体5侧壁，三段第一电极片15之间通过导线相连，第一电极片15通过筒体5侧壁设置的第一导线接头151与电源相连，所述第二电极片3与输料轴2和旋转轴14外壁存在一定间隙，两段第二电极片3分别固定在筒体5的端盖和筒体5底座的卡槽上，并通过旋转轴14外侧设计的第二导线接头301与电源相连，所述第一电极片15和第二电极片3分别连接直流稳压电源两极。

[0034] 进一步的，所述筒体5、输料轴2和旋转轴14均为绝缘材质，防止与第一电极片15及第二电极片3生成的静电场产生扰动，避免对分级造成影响。

[0035] 进一步的，所述喷射孔191内径范围为1 mm~2 mm。

[0036] 进一步的，所述减速电机11转速范围为30 r/min~90 r/min。

[0037] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同更换，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改，等同替换，改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

[0038] 本发明的工作原理：

[0039] 减速电机11旋转带动旋转轴14、输料轴2及喷头结构16旋转，同时混合均匀的物料经旋转接头1从输料轴2进入喷头结构16，输料轴2的旋转及内部螺旋轨道201使物料具备向下的压力，在压力作用下从喷射孔191喷出进入筒体5，使得射流溶液具有一定的周向和径向移动速度，由于竖直方向重力场的影响较小，颗粒主要受静电场力和流体曳力作用，在静电场作用下，粗颗粒由于电荷多，受到电场力大，径向移动速度较快，将最先达到筒体5内壁，然后沿筒体5内壁沉降后将从第一出料口4排出收集，中间粒径范围的颗粒将从第二出料口6排出收集，细颗粒从筒体5底部的第三出料口7排出收集，从而实现了超细粉体的多级收集。

[0040] 本发明的设计要点在于基于旋转流场为颗粒提供径向移动速度，利用超细颗粒表面荷电特性，颗粒表面Zeta电位相同时，粗颗粒荷电量多而细颗粒荷电量少，通过在筒体5内壁与输料轴14和旋转轴2外部设置电极片，在径向方向产生静电



场，使颗粒受到指向筒体5侧壁的电场力，增加颗粒的移动速度差，提高超细粉体的分级效率。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：包括筒体、输料轴、旋转轴、喷头结构、电极片；所述筒体为中空腔体，且为多级锥结构，筒体侧壁开有出料口，所述输料轴、旋转轴、喷头结构位于筒体内部；所述输料轴为空心轴，喷头结构侧周面开有喷射孔，喷头结构分别与输料轴、旋转轴相连；所述电极片包括第一电极片和第二电极片；
- 所述出料口包括第一出料口、第二出料口和第三出料口，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上往下依次设置在筒体侧壁，筒体下端与机架相连，机架上安装有减速电机，所述旋转轴通过联轴器与减速电机相连；筒体侧壁设有三段第一电极片，输料轴和旋转轴外壁外侧设置有两段第二电极片；
- 所述输料轴内壁设有螺旋轨道，输料轴上端伸出筒体外，输料轴上端安装旋转接头，所述输料轴与筒体连接处设有第一轴承和第一轴承座；
- 所述旋转轴为实心轴，旋转轴上端与喷头结构相连，旋转轴上端与喷头结构相连的水平位置高于第一出料口，旋转轴下端伸出筒体外并通过联轴器与减速电机相连，所述旋转轴与筒体连接处设有机械密封，旋转轴与机架连接处设有第二轴承和第二轴承座；
- 第一电极片紧贴于筒体侧壁，三段第一电极片之间通过导线相连，第一电极片通过筒体侧壁设计的第一导线接头与电源相连，所述第二电极片与输料轴和旋转轴外壁存在一定间隙，两段第二电极片分别固定在筒体的端盖和筒体底座的卡槽上，并通过旋转轴外侧设计的第二导线接头与电源相连，所述第一电极片和第二电极片分别连接直流稳压电源两极。
- [权利要求 2] 一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：包括筒体、输料轴、旋转轴、喷头结构、电极片；所述筒体为中空腔体，且为多级锥结构，筒体侧壁开有出料口，所述输料轴、旋转轴、喷头结构位于筒体内

部；所述输料轴为空心轴，喷头结构侧周面开有喷射孔，喷头结构分别与输料轴、旋转轴相连；所述电极片包括第一电极片和第二电极片。

[权利要求 3] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述喷头结构包括喷头底座和喷头端盖，所述喷头底座侧周面均匀设有喷射孔，喷头底座与旋转轴固连，喷头端盖与输料轴固连，喷头底座与喷头端盖通过螺栓固连在一起，构成中空腔体，输料轴与旋转轴的轴线重合。

[权利要求 4] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述出料口包括第一出料口、第二出料口和第三出料口，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上往下依次设置在筒体侧壁，筒体下端与机架相连，机架上安装有减速电机，所述旋转轴通过联轴器与减速电机相连；筒体侧壁设有三段第一电极片，输料轴和旋转轴外壁外侧设置有两段第二电极片。

[权利要求 5] 如权利要求3所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述出料口包括第一出料口、第二出料口和第三出料口，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上往下依次设置在筒体侧壁，筒体下端与机架相连，机架上安装有减速电机，所述旋转轴通过联轴器与减速电机相连；筒体侧壁设有三段第一电极片，输料轴和旋转轴外壁外侧设置有两段第二电极片。

[权利要求 6] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述输料轴内壁设有螺旋轨道，输料轴上端伸出筒体外，输料轴上端安装旋转接头，所述输料轴与筒体连接处设有第一轴承和第一轴承座。

[权利要求 7] 如权利要求5所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述输料轴内壁设有螺旋轨道，输料轴上端伸出筒体外，输料轴上端安装旋转接头，所述输料轴与筒体连接处设有第一轴承和第一轴承座。

- [权利要求 8] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
所述旋转轴为实心轴，旋转轴上端与喷头结构相连，旋转轴上端与喷头结构相连的水平位置高于第一出料口，旋转轴下端伸出筒体外并通过联轴器与减速电机相连，所述旋转轴与筒体连接处设有机械密封，旋转轴与机架连接处设有第二轴承和第二轴承座。
- [权利要求 9] 如权利要求4所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
所述旋转轴为实心轴，旋转轴上端与喷头结构相连，旋转轴上端与喷头结构相连的水平位置高于第一出料口，旋转轴下端伸出筒体外并通过联轴器与减速电机相连，所述旋转轴与筒体连接处设有机械密封，旋转轴与机架连接处设有第二轴承和第二轴承座。
- [权利要求 10] 如权利要求7所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
所述旋转轴为实心轴，旋转轴上端与喷头结构相连，旋转轴上端与喷头结构相连的水平位置高于第一出料口，旋转轴下端伸出筒体外并通过联轴器与减速电机相连，所述旋转轴与筒体连接处设有机械密封，旋转轴与机架连接处设有第二轴承和第二轴承座。
- [权利要求 11] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
第一电极片紧贴于筒体侧壁，三段第一电极片之间通过导线相连，第一电极片通过筒体侧壁设计的第一导线接头与电源相连，所述第二电极片与输料轴和旋转轴外壁存在一定间隙，两段第二电极片分别固定在筒体的端盖和筒体底座的卡槽上，并通过旋转轴外侧设计的第二导线接头与电源相连，所述第一电极片和第二电极片分别连接直流稳压电源两极。
- [权利要求 12] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
所述筒体侧壁各级锥的交界处设置有凸台，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上向下依次设置于凸台上。
- [权利要求 13] 如权利要求4所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：  
所述筒体侧壁各级锥的交界处设置有凸台，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上向下依次设置于凸台上。

- [权利要求 14] 如权利要求10所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述筒体侧壁各级锥的交界处设置有凸台，第一出料口、第二出料口和第三出料口从上向下依次设置于凸台上。
- [权利要求 15] 如权利要求2所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述筒体、输料轴和旋转轴的材质为绝缘材质。
- [权利要求 16] 如权利要求14所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述筒体、输料轴和旋转轴的材质为绝缘材质。
- [权利要求 17] 如权利要求2或3任一所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述喷射孔内径范围为1 mm~2 mm。
- [权利要求 18] 如权利要求16所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述喷射孔内径范围为1 mm~2 mm。
- [权利要求 19] 如权利要求2或4或8所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述减速电机转速范围为30 r/min~90 r/min。
- [权利要求 20] 如权利要求18所述的一种超细粉体湿法静电分级装置，其特征在于：所述减速电机转速范围为30 r/min~90 r/min。

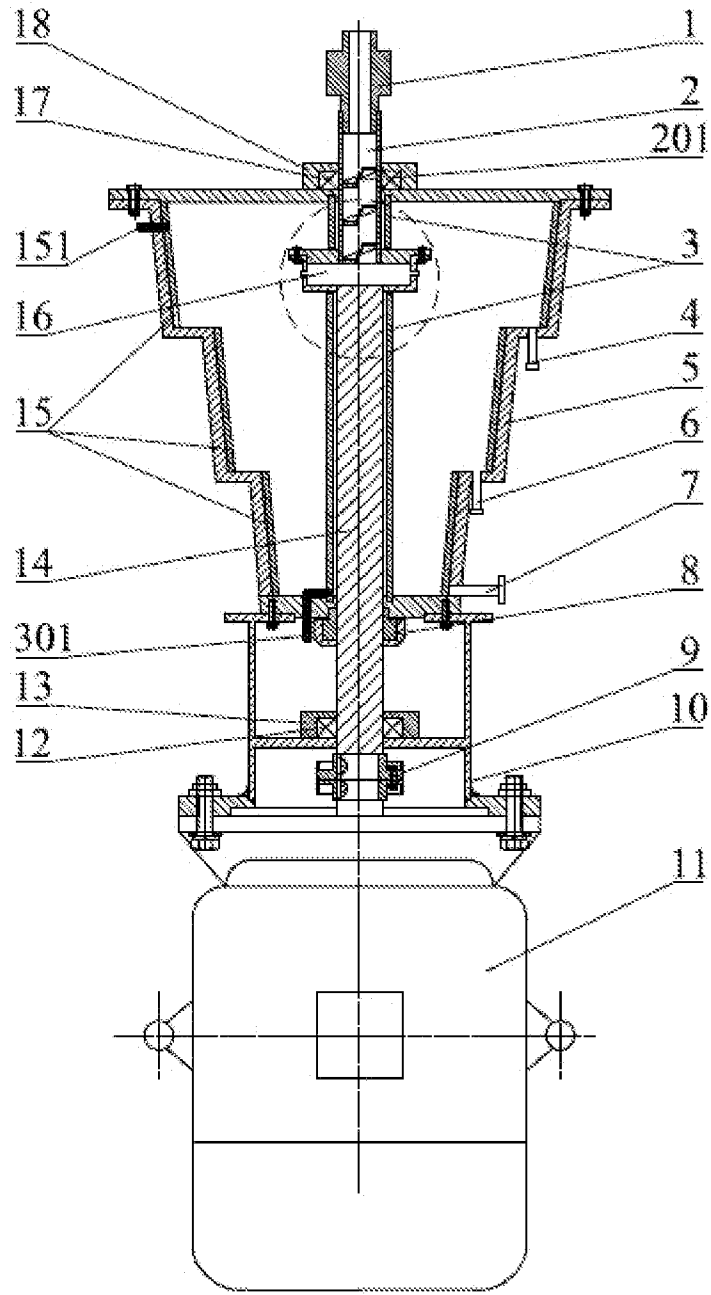


图 1

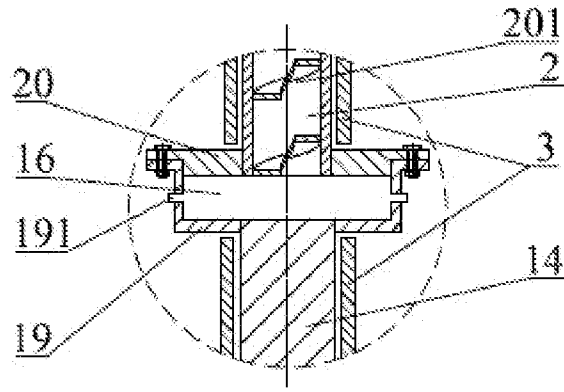


图 2

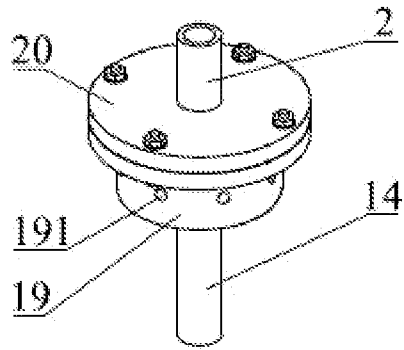


图 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/109589

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>   |  |  |
|--|--|--|
| B03C 7/06(2006.01)i  |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>  |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  |  |  |
| B03C   |  |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)   |  |  |
| CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI: 超细粉, 超细, 颗粒, 分级, 分选, 分离, 旋流, 静电, 锥, 多, 喷头, 喷嘴, 加速, 径向速度; ultrafine, superfine, powder, particle?, classify???, separator?, cyclone, electrostatic, conical, cone?, nozzle?, spray+, velocity, radial, accelerat  |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |  |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.                              |
| PX   | CN 109225643 A (JIANGNAN UNIVERSITY) 18 January 2019 (2019-01-18)<br>description, paragraphs [0029]-[0042], and figures 1-3  | 1-20   |
| A  | ROMANUS, Krisantus Tue Nenu et al. "Separation performance of sub-micron silica particles by electrical hydrocyclone"<br><i>Powder Technology</i> , Vol. 196, 23 July 2009 (2009-07-23),<br>ISSN: 0032-5910,<br>sections 2 and 3 | 1-20   |
| A  | CN 105834004 A (LANZHOU UNIVERSITY) 10 August 2016 (2016-08-10)<br>entire document   | 1-20   |
| A  | CN 207238273 U (SHENZHEN CITY SANXING FEIRONG MACHINE CO., LTD.) 17<br>April 2018 (2018-04-17)<br>entire document  | 1-20   |
| A  | CN 105149099 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 16 December<br>2015 (2015-12-16)<br>entire document   | 1-20   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the international search  |  | Date of mailing of the international search report |
| 09 December 2019   |  | 02 January 2020                                    |
| Name and mailing address of the ISA/CN   |  | Authorized officer                                 |
| <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)</b><br><b>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088</b><br><b>China</b>  |  |  |
| Facsimile No. (86-10)62019451  |  | Telephone No.                                      |



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2019/109589**

| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Category*                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages           | Relevant to claim No. |
| A   | JP 2535777 B2 (AGENCY IND. SCIENCE TECHN.) 18 September 1996 (1996-09-18)<br>entire document | 1-20                  |
| A   | SU 512611 A1 (KRASD FOOD IND. RES.) 25 May 1978 (1978-05-25)<br>entire document              | 1-20                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/109589**

| Patent document cited in search report |           |    | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) |           |   | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------|---|-----------------------------------|
| CN                                     | 109225643 | A  | 18 January 2019                   | CN                      | 109225643 | B | 03 September 2019                 |
| CN                                     | 105834004 | A  | 10 August 2016                    | CN                      | 105834004 | B | 10 October 2017                   |
| CN                                     | 207238273 | U  | 17 April 2018                     | None                    |           |   |                                   |
| CN                                     | 105149099 | A  | 16 December 2015                  | CN                      | 105149099 | B | 09 June 2017                      |
| JP                                     | 2535777   | B2 | 18 September 1996                 | JP                      | H07256146 | A | 09 October 1995                   |
| SU                                     | 512611    | A1 | 25 May 1978                       | None                    |           |   |                                   |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/109589

| <p><b>A. 主题的分类</b><br/>B03C 7/06 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>  |  |   |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
|--|--|---|-----|-------------------|---------|----|---|------|---|--|------|---|---|------|---|--|------|---|--|------|---|--|------|
| <p><b>B. 检索领域</b><br/>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br/>B03C</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))<br/>CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI: 超细粉, 超细, 颗粒, 分级, 分选, 分离, 旋流, 静电, 锥, 多, 喷头, 喷嘴, 加速, 径向速度; ultrafine, superfine, powder, particle?, classify??, separator?, cyclone, electrostatic, conical, cone?, nozzle?, spray+, velocity, radial, accelerat</p>  |  |   |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| <p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109225643 A (江南大学) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18)<br/>说明书第[0029]-[0042]段、附图1-3</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>ROMANUS, Krisantus Tue Nenu et al. "Separation performance of sub-micron silica particles by electrical hydrocyclone"<br/>Powder Technology, 第196卷, 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23),<br/>ISSN: 0032-5910,<br/>第2-3节</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105834004 A (兰州大学) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10)<br/>全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 207238273 U (深圳市叁星飞荣机械有限公司) 2018年 4月 17日 (2018 - 04 - 17)<br/>全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105149099 A (中国矿业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16)<br/>全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2535777 B2 (AGENCY IND. SCIENCE TECHN.) 1996年 9月 18日 (1996 - 09 - 18)<br/>全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table> |  |   | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 109225643 A (江南大学) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18)<br>说明书第[0029]-[0042]段、附图1-3 | 1-20 | A | ROMANUS, Krisantus Tue Nenu et al. "Separation performance of sub-micron silica particles by electrical hydrocyclone"<br>Powder Technology, 第196卷, 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23),<br>ISSN: 0032-5910,<br>第2-3节 | 1-20 | A | CN 105834004 A (兰州大学) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10)<br>全文 | 1-20 | A | CN 207238273 U (深圳市叁星飞荣机械有限公司) 2018年 4月 17日 (2018 - 04 - 17)<br>全文 | 1-20 | A | CN 105149099 A (中国矿业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16)<br>全文 | 1-20 | A | JP 2535777 B2 (AGENCY IND. SCIENCE TECHN.) 1996年 9月 18日 (1996 - 09 - 18)<br>全文 | 1-20 |
| 类型*  | 引用文件, 必要时, 指明相关段落  | 相关的权利要求                                       |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| PX   | CN 109225643 A (江南大学) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18)<br>说明书第[0029]-[0042]段、附图1-3  | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| A  | ROMANUS, Krisantus Tue Nenu et al. "Separation performance of sub-micron silica particles by electrical hydrocyclone"<br>Powder Technology, 第196卷, 2009年 7月 23日 (2009 - 07 - 23),<br>ISSN: 0032-5910,<br>第2-3节 | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| A  | CN 105834004 A (兰州大学) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10)<br>全文  | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| A  | CN 207238273 U (深圳市叁星飞荣机械有限公司) 2018年 4月 17日 (2018 - 04 - 17)<br>全文   | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| A  | CN 105149099 A (中国矿业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16)<br>全文   | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| A  | JP 2535777 B2 (AGENCY IND. SCIENCE TECHN.) 1996年 9月 18日 (1996 - 09 - 18)<br>全文   | 1-20  |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>   |  |   |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| <p>* 引用文件的具体类型:<br/>                     "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br/>                     "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br/>                     "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)<br/>                     "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br/>                     "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件<br/>                     "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件<br/>                     "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性<br/>                     "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性<br/>                     "&amp;" 同族专利的文件</p>  |  |   |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| <p>国际检索实际完成的日期<br/>2019年 12月 9日</p>  |  | <p>国际检索报告邮寄日期<br/>2020年 1月 2日</p>             |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址<br/>中国国家知识产权局(ISA/CN)<br/>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br/>传真号 (86-10)62019451</p>   |  | <p>授权官员<br/>张艳艳<br/>电话号码 86-(10)-53962461</p> |     |                   |         |    |   |      |   |  |      |   |   |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |

| C. 相关文件 |   |         |
|---------|---|---------|
| 类型*     | 引用文件, 必要时, 指明相关段落   | 相关的权利要求 |
| A       | SU 512611 A1 (KRASD FOOD IND. RES.) 1978年 5月 25日 (1978 - 05 - 25)<br>全文 | 1-20    |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/109589

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利           | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|----|----------------|----------------|----------------|
| CN          | 109225643 | A  | 2019年 1月 18日   | CN 109225643 B | 2019年 9月 3日    |
| CN          | 105834004 | A  | 2016年 8月 10日   | CN 105834004 B | 2017年 10月 10日  |
| CN          | 207238273 | U  | 2018年 4月 17日   | 无              |                |
| CN          | 105149099 | A  | 2015年 12月 16日  | CN 105149099 B | 2017年 6月 9日    |
| JP          | 2535777   | B2 | 1996年 9月 18日   | JP H07256146 A | 1995年 10月 9日   |
| SU          | 512611    | A1 | 1978年 5月 25日   | 无              |                |