



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104406408 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201410500535.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.09.26

F27B 21/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 马英

申请公布号 CN 104406408 A

(43)申请公布日 2015.03.11

(73)专利权人 江苏华东锂电技术研究院有限公司

地址 215699 江苏省苏州市张家港市杨舍镇华昌路

专利权人 清华大学

(72)发明人 何向明 李建军 张建利 王莉
罗晶 尚玉明 徐程浩 高剑

(74)专利代理机构 深圳市鼎言知识产权代理有限公司 44311

代理人 哈达

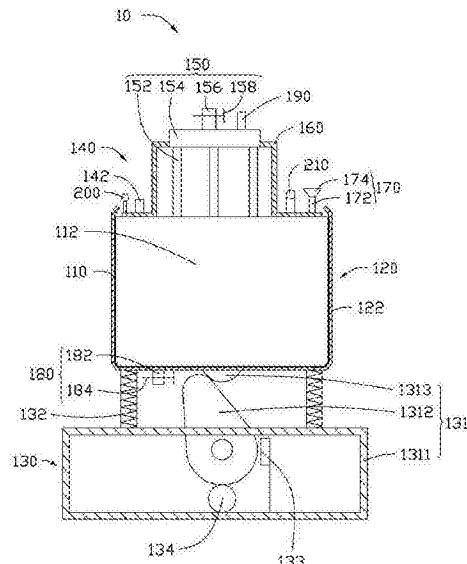
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

粉体烧结装置

(57)摘要

本发明涉及一种粉体烧结装置，包括：一炉体，该炉体具有一封闭的反应腔；一第一加热系统，设置于所述炉体的外围，用于加热所述炉体；一排气系统，用于将反应腔内烧结过程中产生的热烟气排出；一第二加热系统，设置于所述排气系统的外围，用于加热所述排气系统；以及一振动系统，该振动系统位于所述炉体的外侧，用于使所述炉体振动。



1. 一种粉体烧结装置，其包括：

一炉体，该炉体具有一封闭的反应腔；

一第一加热系统，设置于所述炉体的外围，用于加热所述炉体；

一排气系统，用于将反应腔内烧结过程中产生的热烟气排出；

一第二加热系统，设置于所述排气系统的外围，用于加热所述排气系统；以及

一振动系统，该振动系统位于所述炉体的外侧，用于使所述炉体振动，所述振动系统包括一驱动元件以及一凸轮机构，该凸轮机构包括一固定机架、一主轴、一凸轮以及一凸块，所述主轴以及驱动元件位于所述固定机架的内部；所述主轴与所述驱动元件以及凸轮连接，所述驱动元件驱动所述主轴做旋转运动；所述凸轮固定套设在所述主轴上，所述凸块与所述炉体底部连接，并与所述凸轮接触，所述主轴用于带动所述凸轮做旋转运动，所述凸轮用于使所述炉体上下振动。

2. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，该振动系统位于所述炉体底部的外侧，用于使所述炉体上下振动。

3. 如权利要求2所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述第一加热系统设置于所述炉体底部及侧部的外围，所述振动系统与所述炉体底部的第一加热系统接触。

4. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述振动系统进一步包括至少一个弹性元件，所述至少一个弹性元件设置于所述炉体与所述固定机架之间，且所述至少一个弹性元件的一端与所述炉体底部连接，另一端与所述固定机架连接，用于控制炉体的振动幅度以及炉体的位置。

5. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述振动系统进一步包括一固定轴承轮，设置于所述凸轮与所述固定机架的底部之间，并与所述凸轮接触。

6. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述凸轮为盘形凸轮、该盘形凸轮的转速大于等于5r/min且小于等于20r/min。

7. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述炉体的振幅小于等于所述炉体高度的十分之一。

8. 如权利要求1所述的粉体烧结装置，其特征在于，所述炉体的振动频率为大于等于5次/min且小于等于20次/min。

粉体烧结装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种粉体烧结装置,尤其涉及一种通过振动辅助实现动态烧结的粉体烧结装置。

背景技术

[0002] 能源问题一直是人类社会与科学技术发展的一个重大问题。锂离子电池作为能量密度较高的绿色二次电池,已广泛应用于笔记本电脑、手机、摄影机等消费性电子产品。锂离子电池正极活性材料或负极活性材料是锂离子电池的重要组成部分。目前,粉体烧结是制备锂离子电池正极活性材料或负极活性材料的一种常用方法。

[0003] 然而,现有的制备锂离子电池正极活性材料或负极活性材料的粉体烧结装置大多采用静态烧结,烧结过程中粉体呈堆积状态,造成粉体内外烧结温度相差较大,且粉体原料混合不均匀,进而存在粉体烧结不均衡,部分粉体在烧结空间内烧结不够充分,产品成品率高等问题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,确有必要提供一种可以实现粉体动态烧结的粉体烧结装置。

[0005] 本发明涉及一种粉体烧结装置,包括:一炉体,该炉体具有一封闭的反应腔;第一加热系统,设置于所述炉体的外围,用于加热所述炉体;一排气系统,用于将反应腔内烧结过程中产生的热烟气排出;第二加热系统,设置于所述排气系统的外围,用于加热所述排气系统;以及一振动系统,该振动系统位于所述炉体的外侧,用于使所述炉体振动。

[0006] 与现有技术相比较,本发明通过在粉体烧结装置中引入振动系统,该振动系统可以使炉体不断振动,进而使粉体不断的运动,增加了粉体之间的碰撞几率和接触面积,从而使粉体的混合更均匀。而且由于在炉体底部设置一振动系统,使得在烧结过程中粉体呈分散的悬浮状态,相当于每个粉体颗粒单独烧结,烧结温度比较均一,从而实现粉体的均匀混合和烧结的有机结合。

附图说明

[0007] 图1为本发明实施例粉体烧结装置的剖面结构示意图。

[0008] 主要元件符号说明

[0009]

| | |
|--------|-----|
| 粉体烧结装置 | 10 |
| 炉体 | 110 |
| 反应腔 | 112 |
| 第一加热系统 | 120 |
| 加热元件 | 122 |
| 振动系统 | 130 |

| | |
|--------|------|
| 凸轮机构 | 131 |
| 固定机架 | 1311 |
| 凸轮 | 1312 |
| 凸块 | 1313 |
| 弹性元件 | 132 |
| 制动元件 | 133 |
| 固定轴承轮 | 134 |
| 进气系统 | 140 |
| 进气管 | 142 |
| 排气系统 | 150 |
| 气固分离单元 | 152 |
| 气体缓冲单元 | 154 |
| 排气管 | 156 |
| 自动控制阀 | 158 |
| 第二加热系统 | 160 |
| 进料系统 | 170 |
| 进料管 | 172 |
| 锥形容器 | 174 |
| 出料系统 | 180 |
| 出料管 | 182 |
| 控制阀 | 184 |
| 抽真空系统 | 190 |
| 压力检测系统 | 200 |
| 可视窗 | 210 |

[0010] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

具体实施方式

[0011] 下面将结合附图及具体实施例对本发明提供的粉体烧结装置作进一步的详细说明。

[0012] 请参阅图1,本发明提供一种粉体烧结装置10,包括一炉体110、一第一加热系统120、一振动系统130、一进气系统140、一排气系统150、一第二加热系统160、一进料系统170以及一出料系统180。

[0013] 所述炉体110的结构不限,优选的,所述炉体110为一中空的柱状结构。所述中空的柱状结构可以为一中空的圆柱体或棱柱体。所述棱柱体可以是四棱柱、五棱柱或六棱柱等。本实施例中,所述炉体110为一中空圆柱体结构,该炉体110具有一封闭的反应腔112。所述炉体110的材料选自耐高温材料。进一步的,为了防止粉体在烧结过程中粘附于所述炉体110的内壁,可以进一步在所述炉体110的内壁设置一表面涂覆层(图未示)。该表面涂覆层可以为陶瓷类涂层、石墨类涂层、聚四氟乙烯涂层或其它耐高温涂层。该表面涂覆层可以避免铁等金属杂质的引入,使生产过程比较洁净。

[0014] 所述第一加热系统120包括一加热元件122以及一热电偶(图未示)。所述第一加热系统120设置于所述炉体110的外围，用于加热所述炉体110，并可以使所述反应腔112内的温度达到100℃~1300℃。本实施例中，所述第一加热系统120设置于所述炉体110底部及侧部的外围。所述加热元件122为一电阻丝，该电阻丝绕在炉体110底部及侧部的外表面。所述热电偶设置于所述反应腔112的内部，用于对反应腔112内的温度进行探测及控制。可以理解，所述第一加热系统120也可以仅设置在所述炉体110侧部的外围。

[0015] 所述第一加热系统120可进一步包括一保温层(图未示)以及一保护层(图未示)。所述保温层及保护层依次设置在所述加热元件122的外表面。

[0016] 所述振动系统130设置于所述炉体110底部的外侧，用于使所述炉体110振动，增加反应腔112内的粉体颗粒之间的碰撞几率和接触面积，从而使粉体在烧结过程中均匀混合。

[0017] 所述振动系统130包括一驱动元件(图未示)、一凸轮机构131、至少一个弹性元件132、一制动元件133、以及一固定轴承轮134。

[0018] 所述驱动元件可以为电机或其它驱动元件。本实施例中，所述驱动元件为电机。

[0019] 所述凸轮机构131包括一固定机架1311、一主轴(图未示)、一凸轮1312以及一凸块1313。所述固定机架1311为一上部具有开口的中空的长方体，所述主轴为圆柱体轴，所述凸轮1312为盘形凸轮。所述驱动元件以及所述主轴均位于所述固定机架1311的内部，且所述主轴通过万向联轴器连接所述驱动元件与凸轮1312；所述凸轮1312固定套设在所述主轴上，且所述凸轮1312与所述主轴一起绕一中心轴做旋转运动，由于盘形凸轮具有不同的向径，该盘形凸轮连续转动时，所述主轴相对于所述固定机架1311存在一上下运动；所述凸块1313固定于所述炉体110底部的第一加热系统120上，且在凸轮1312连续转动过程中，所述凸轮1312与所述凸块1313保持接触。可以理解，当所述炉体110的底部外围不包括第一加热系统120时，所述凸块1313可以直接固定于所述炉体110底部。所述固定机架1311和主轴的形状，以及所述主轴与所述驱动元件和凸轮1312的连接方式不限定于本实施例中，可以根据实际需要进行设计。

[0020] 由于所述凸轮1312为盘形凸轮，盘形凸轮具有不同的向径，该盘形凸轮连续转动可以使所述炉体110不断的上下振动。具体地，所述主轴与所述驱动元件连接，所述驱动元件驱动所述主轴以一定的转速转动；由于所述凸轮1312固定在所述主轴上，所述主轴在所述驱动元件的驱动下可以带动所述凸轮1312以一定的转速转动；由于盘形凸轮的向径不同，当凸轮1312连续转动时，所述凸块1313随着凸轮1312向径的变化不断的上下振动，进而使所述炉体110随着凸轮1312向径的变化做上下往复运动即振动。当所述凸轮1312具有最小向径的一端与所述凸块1313接触时，所述炉体110位于最低点；当所述凸轮1312具有最大向径的一端与所述凸块1313接触时，所述炉体110上升到最高点。优选的，所述炉体110的振幅小于等于所述炉体110高度的十分之一，所述炉体110的振动频率大于等于5次/min且小于等于20次/min，该炉体110的振幅以及频率既有利于所述粉体烧结装置10的固定，且可以保证粉体混合均匀。所述凸轮1312的转速优选大于等于5r/min且小于等于20r/min，该转速范围不仅有利于所述粉体烧结装置10很好的振动，使粉体均匀混合，而且有利于所述粉体烧结装置10的固定，并有利于降低能耗。可以理解，所述凸轮1312也可以为移动凸轮、圆柱凸轮或其它凸轮，只要能够实现使所述炉体110振动的目的即可。

[0021] 所述凸块1313优选具有一曲面。所述凸块1313可以避免所述凸轮1312与所述第一

加热系统120或炉体110直接接触时摩擦系数较大的问题,有利于降低能耗。可以理解,也可以不设置所述凸块1313,使所述凸轮1312直接与所述第一加热系统120接触,或者,当所述第一加热系统120仅设置在所述凸轮1312侧部外围时,使所述凸块1313直接与炉体110底部接触。

[0022] 所述弹性元件132的一端与所述炉体110底部的第一加热系统120连接,另一端与所述固定机架1311连接。所述弹性元件132随所述炉体110的上下振动不断的伸缩,可以起到控制炉体110的振动幅度以及炉体110位置的作用。可以理解,当所述第一加热系统120仅设置在所述炉体110的侧部外围时,所述弹性元件132的一端与所述炉体110底部连接,另一端与所述固定机架1311连接。当然,所述弹性元件132也可以设置于其它位置,只要能够起到控制炉体110的振动幅度以及炉体110位置的作用即可。例如,所述弹性元件132也可以设置于所述炉体110的顶部等。所述弹性元件132的数量可以根据实际需要进行设定。本实施例中,所述振动系统130包括两个弹性元件132。

[0023] 所述制动元件133设置于所述凸轮1312的周围,所述凸轮1312在转动过程中,所述制动元件133与所述凸轮1312不接触,当所述凸轮1312需要降低转动速率或者停止转动时,所述制动元件133与所述凸轮1312接触,并起到使凸轮1312降低转动速率或者停止转动的作用。

[0024] 所述固定轴承轮134固定在所述固定机架1311的底部,且位于所述凸轮1312与所述固定机架1311的底部之间。由于所述主轴与所述凸轮1312一起绕一中心轴做旋转运动,且由于盘形凸轮具有不同的向径,该盘形凸轮连续转动时,所述主轴相对于所述固定机架1311存在一上下运动,可以使所述固定轴承轮134与所述凸轮1312一直保持接触。所述固定轴承轮134沿与所述凸轮1312相反的方向旋转,且所述固定轴承轮134旋转的中心轴与所述凸轮1312旋转的中心轴平行,用于减小凸轮1312与所述固定机架1311直接接触时的摩擦系数。

[0025] 可以理解,所述弹性元件132、制动元件133以及固定轴承轮134均为可选择元件。

[0026] 所述进气系统140用于向所述反应腔112内输入保护气体,例如氧化性气体、还原性气体或惰性气体等。该保护气体可以防止粉体发生氧化、还原等反应,还可以调节粉体在反应腔112内的运动轨迹,从而实现粉体的均匀混合和烧结的有机结合。所述进气系统140包括一进气管142以及一与所述进气管142相连接的气体供应装置(图未示)。所述进气管142的位置及设置方式不限。本实施例中,所述进气管142设置于所述炉体110的顶部。为了防止所述进气管142被高温破坏,可以在所述进气管142的出气口处分别设置一耐高温滤网。可以理解,所述进气系统140是可以选择的系统,可以根据实际需要设定。

[0027] 所述排气系统150用于将烧结过程中产生的热烟气等烧结产物及时排出。所述排气系统150包括一气固分离单元152、一气体缓冲单元154、一排气管156以及一自动控制阀158。所述气固分离单元152设置于所述炉体110的顶部,用于防止所述排气管156的堵塞。所述气固分离单元152包括气固分离器、筛网以及脉冲反向充气元件等耐高温元件。所述气体缓冲单元154设置于所述气固分离单元152远离所述炉体的一端。所述排气管156设置于所述气固分离单元152远离所述炉体110的一端。所述自动控制阀158设置于所述排气管156的管道上,当反应腔112内的压力超过设定值时,自动控制阀158的阀门可以自动打开排气。

[0028] 所述第二加热系统160用于加热所述排气系统150,从而防止粉体烧结过程中产生

的升华性物质在排气系统150中冷凝而不能排出。所述第二加热系统160设置在所述排气系统150的外围。所述第二加热系统160优选与所述振动系统130保持相同的频率振动，可以比较均匀的加热所述排气系统150。所述第二加热系统160为低温加热系统，其加热温度范围为0~500℃，可以采用水浴或油浴等进行加热。

[0029] 所述进料系统170可以设置于所述炉体110的顶部，进而可以使粉体利用自身重力下降到炉体110的底部。所述进料系统170包括一进料管172、一锥形容器174以及一蝶阀(图未标)。所述蝶阀位于所述进料管172与锥形容器174之间，所述锥形容器174通过所述进料管172与所述炉体110相互连接。当需要进料时，打开蝶阀，粉体通过所述锥形容器174进入到进料管172中，并通过进料管172进入到所述反应腔112内。可以理解，当所述粉体烧结装置包括进气系统140时，所述进料系统170可进一步包括一气体置换室(图未标)，用于除去粉体内部的氧气，并使粉体之间充满氮气等保护性气体。该气体置换室设置于所述锥形容器174远离所述炉体110的一端。粉体在气体置换室置换后，以翻板的形式转入到锥形容器174中暂存。

[0030] 所述出料系统180设置于所述炉体110的底部，用于将烧结后的粉体从反应腔112内输出。所述出料系统180包括一出料管182以及一控制阀184。所述控制阀184设置在所述出料管182的管道上，当粉体烧结完成后需要出料时，打开该控制阀184出料。可以理解，所述进料系统170以及出料系统180的数量也可以为两个或多个。

[0031] 所述粉体烧结装置10还可以进一步包括一抽真空系统190，用于将反应腔112内的空气抽出，并使所述反应腔112内保持真空状态。优选的，该抽真空系统190的接口设置于所述气固分离单元152远离所述炉体110的一端。可以理解，当所述反应腔112内处于真空状态时，所述振动系统130的位置也可以不设置于所述炉体底部的外侧，可以设置在所述炉体110外侧的任意位置，只要能够使所述炉体110实现机械振动即可。

[0032] 所述粉体烧结装置10可进一步包括压力检测系统200。该压力检测系统200用于检测反应腔112内的气体压力。该压力检测系统200可以设置于所述炉体110的顶部。

[0033] 当所述粉体烧结装置包括进气系统140时，所述粉体烧结装置10可进一步包括一气体检测装置(图未标)。该气体检测装置用于检测反应腔112内的气体组分。该气体检测装置可以设置于所述炉体110的顶部。

[0034] 所述粉体烧结装置10可进一步包括一设置在所述炉体110顶部的可视窗210，便于对反应腔112中粉体的状态进行观察。

[0035] 该粉体烧结装置10可以用于制备锂离子电池正极活性材料或负极活性材料，主要是锂过渡金属复合氧化物类活性材料，例如磷酸铁锂、钴酸锂、锰酸锂、镍酸锂及钛酸锂等。

[0036] 所述粉体烧结装置10的工作原理为：粉体经过进料系统170中的进料管172输入到反应腔112内，粉体靠自身重力作用下落，当接触到炉体110底部时，所述炉体110随着炉体底部振动系统130的高频振动不断上下振动，粉体不断扬起、降落，粉体在上升和下降的过程实现粉体的碰撞和扩散混合。同时由于反应腔112内的温度在100~1000℃之间，粉体在混合的同时进行烧结。由于粉体颗粒间碰撞激烈，且呈现悬浮状态，所以粉体在粉体烧结装置10内可以被均匀加热和混合，实现粉体的完全烧结。

[0037] 本发明实施例提供的粉体烧结装置具有以下特点：其一，通过合理布局振动系统，实现粉体在烧结同时进行均匀混合，加大了粉体之间的碰撞几率和接触面积，从而实现粉

体的高效烧结。其二，在粉体烧结过程中，仅进气管以及进料口与外界接触，使得粉体烧结装置的密闭性良好。其三，由于设置了进气系统和排气系统，可以实现在一定气氛保护下烧结。另外，该粉体烧结装置还具有占地空间小、烧结效率高、洁净生产等优点。

[0038] 另外，本领域技术人员还可在本发明精神内做其他变化，当然，这些依据本发明精神所做的变化，都应包含在本发明所要求保护的范围之内。

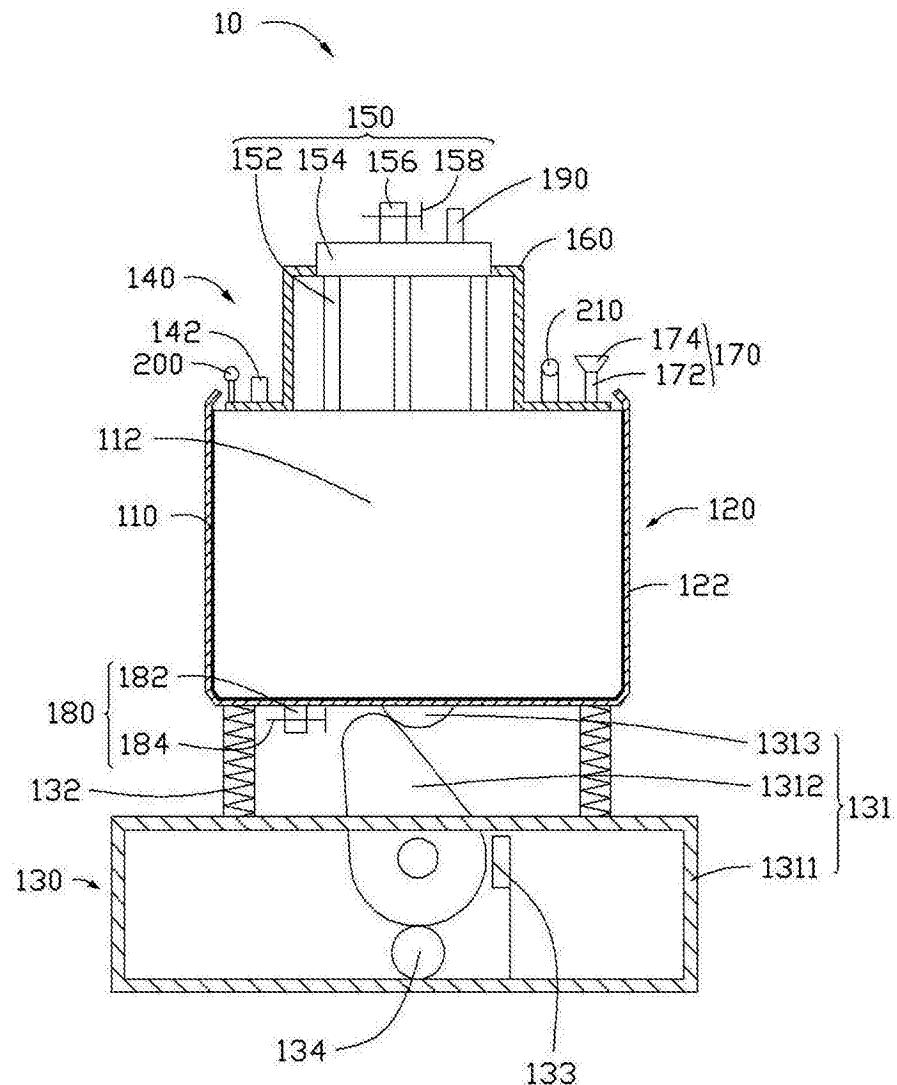


图1