



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108899602 A

(43)申请公布日 2018. 11. 27

(21)申请号 201810616824.X

(22)申请日 2018.06.14

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路135号

(72)发明人 阮菊俊 黄哲 仇荣亮

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 麦小婵 郝传鑫

(51)Int.Cl.

H01M 10/54(2006.01)

B03C 1/30(2006.01)

B07B 7/00(2006.01)

B09B 3/00(2006.01)

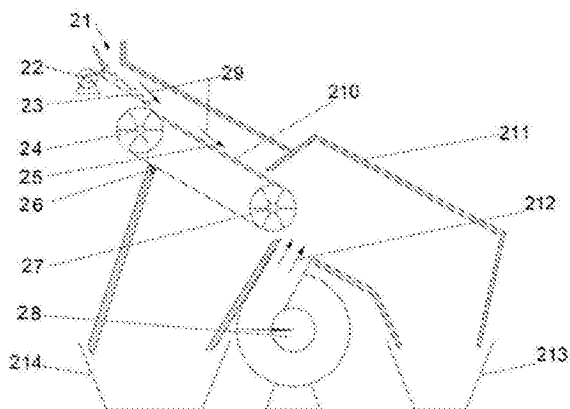
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

### (54)发明名称

一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置

### (57)摘要

本发明公开了一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,包括真空高温炉和分选模块;其中,真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空处理,得到待分选的混合粉末;分选模块用于将待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末。本发明技术方案通过碳热还原法和磁力-风力作用来分离废旧锂离子电池中的磁性金属,能避免产生二次污染,具有环境友好型特点,而且本装置能实现不同种类磁性金属混合氧化物的有效分离,提高磁性金属的分离数量和分离效率。



1. 一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,包括:真空高温炉和分选模块;

其中,所述真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空、加热处理,得到待分选的混合粉末;

所述分选模块用于将所述待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末;所述分选模块包括:进料口(21)、振动电机(22)、振动进料板(23)、传动辊(24)、电磁板(25)、物料挡板刷(26)、从动磁辊(27)、风机(28)、皮带(210)、挡板(211)、磁性金属粉末接料槽(214)和非磁性粉末接料槽(213);

其中,进料口(21)的下方为振动进料板(23),振动进料板(23)与振动电机(22)连接;

振动进料板(23)的下方为传动模块的上表面;所述传动模块由传动辊(24)、电磁板(25)、从动磁辊(27)和皮带(210)组成;电磁板(25)设置在所述传动模块的内侧,且贴近皮带(210)的内表面;

所述传动模块的末端为风机(28)的出风口,其中,风力方向与传动方向相互垂直;所述传动模块的下表面设置有物料挡板刷(26);

风机(28)的出风口上方设置有挡板(211),挡板(211)的一端设置有非磁性粉末接料槽(213);

物料挡板刷(26)的末端设置有磁性金属粉末接料槽(214)。

2. 根据权利要求1所述的废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,所述真空高温炉包括:放气阀(1)、前级泵阀门(2)、油扩散泵阀门(3)、刚玉管(4)、盛料槽(5)、加热升温控制系统(6)、气体管道(7)、复合真空计(8)、气体出口(9)、前级泵(10)、回流冷凝水入口(11)和油扩散泵(12);

其中,刚玉管(4)的一端为放气阀(1),另一端为气体管道(7)的进气口;刚玉管(4)内放置有盛料槽(5),在盛料槽(5)的下方且刚玉管(4)的外侧设置有加热升温控制系统(6);

气体管道(7)设置有两个出气口,两个出气口分别连接有前级泵阀门(2)和油扩散泵阀门(3);前级泵阀门(2)与前级泵(10)连接;油扩散泵阀门(3)与油扩散泵(12)连接;油扩散泵(12)分别与回流冷凝水入口(11)、前级泵(10)连接;

复合真空计(8)用于测量气体管道(7)内的空气压强。

3. 根据权利要求2所述的废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,所述盛料槽(5)包括三个子盛料槽;所述加热升温控制系统(6)包括三个控制模块和三个加热装置;

所述三个子盛料槽分别对应一个控制模块和一个加热装置;

所述控制模块用于设置加热装置的加热温度。

4. 根据权利要求1所述的废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,所述传动辊(24)、振动电机(22)、风机(28)和电磁板(25)为可调功率的设备。

5. 根据权利要求1所述的废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,所述传动模块与水平方向形成一个夹角,夹角的范围为 $15^{\circ}$ 至 $30^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求1所述的废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,其特征在于,所述分选模块为密封系统,在进料口(21)、磁性金属粉末接料槽(214)和非磁性粉末接料槽(213)处分别设置有盖板。

## 一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池回收技术领域,尤其涉及一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置。

### 背景技术

[0002] 作为现代高能电池的代表,锂离子电池自20世纪90年代以来已经广泛使用到消费电子设备中,例如手机、笔记本电脑、移动电源等。近年来,随着消费电子产品更新换代的速度加快,废旧锂离子电池的产生也越来越快。2015年中国已经有超过5000家规模不同的移动电源生产商。根据预测,到2020年我国将会产生52.81万吨的废旧锂离子电池,产生数量将高达26406百万个。如此巨大量的废旧锂离子电池中金属的含量是十分巨大的,据统计,每吨锂离子电池中所含金属资源的价值大约在7708美元,如果不能对其中的金属资源进行有效回收,将会造成巨大的资源浪费和环境污染。锂离子电池的电极材料中含有大量的金属镍和钴,它们是价值较高的磁性金属,以复合氧化物的形态存在,由于钴和镍的性质十分接近,且均属于磁性金属,统一还原后也无法精确分离。因此,对锂离子电池中氧化态的镍和钴进行精准的还原和分离回收,对资源的可持续开采利用具有重要的意义。

[0003] 目前,传统处理锂离子电池电极材料的技术主要偏向与化学浸出、沉淀、电化学以及溶剂萃取等方式来回收富集磁性金属,它们存在着投加大量化学试剂、产生酸碱废水等缺点,例如专利号CN107293820A、CN107267759A、CN101921917A等专利。但是,现有技术不但采用大量化学试剂和溶液,造成大量的废水,而且现有技术均不能有效分离拥有不同种类磁性金属的混合氧化物。因此,亟需一种绿色无污染且高效地还原和分离回收锂离子电池电极材料中不同种类磁性金属的装置和方法。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例提出一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,能实现不同种类磁性金属混合氧化物的有效分离,减少化学试剂的添加和避免废水的产生。

[0005] 本发明实施例提供一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,包括:真空高温炉和分选模块;

[0006] 其中,所述真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空处理,得到待分选的混合粉末;

[0007] 所述分选模块用于将所述待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末;所述分选模块包括:进料口(21)、振动电机(22)、振动进料板(23)、传动辊(24)、电磁板(25)、物料挡板刷(26)、从动磁辊(27)、风机(28)、皮带(210)、挡板(211)、磁性金属粉末接料槽(214)和非磁性粉末接料槽(213);

[0008] 其中,进料口(21)的下方为振动进料板(23),振动进料板(23)与振动电机(22)连接;

[0009] 振动进料板(23)的下方为传动模块的上表面;所述传动模块由传动辊(24)、电磁

板(25)、从动磁辊(27)和皮带(210)组成;电磁板(25)设置在所述传动模块的内侧,且贴近皮带(210)的内表面;

[0010] 所述传动模块的末端为风机(28)的出风口,其中,风力方向与传动方向相互垂直;所述传动模块的下表面设置有物料挡板刷(26);

[0011] 风机(28)的出风口上方设置有挡板(211),挡板(211)的一端设置有非磁性粉末接料槽(213);

[0012] 物料挡板刷(26)的末端设置有磁性金属粉末接料槽(214)。

[0013] 进一步的,所述真空高温炉包括:放气阀(1)、前级泵阀门(2)、油扩散泵阀门(3)、刚玉管(4)、盛料槽(5)、加热升温控制系统(6)、气体管道(7)、复合真空计(8)、气体出口(9)、前级泵(10)、回流冷凝水入口(11)和油扩散泵(12);

[0014] 其中,刚玉管(4)的一端为放气阀(1),另一端为气体管道(7)的进气口;刚玉管(4)内放置有盛料槽(5),在盛料槽(5)的下方且刚玉管(4)的外侧设置有加热升温控制系统(6);

[0015] 气体管道(7)设置有两个出气口,两个出气口分别连接有前级泵阀门(2)和油扩散泵阀门(3);前级泵阀门(2)与前级泵(10)连接;油扩散泵阀门(3)与油扩散泵(12)连接;油扩散泵(12)分别与回流冷凝水入口(11)、前级泵(10)连接;

[0016] 复合真空计(8)用于测量气体管道(7)内的空气压强。

[0017] 进一步的,所述盛料槽(5)包括三个子盛料槽;所述加热升温控制系统(6)包括三个控制模块和三个加热装置;

[0018] 所述三个子盛料槽分别对应一个控制模块和一个加热装置;

[0019] 所述控制模块用于设置加热装置的加热温度。

[0020] 进一步的,所述传动辊(24)、振动电机(22)、风机(28)和电磁板(25)为可调功率的设备。

[0021] 进一步的,所述传动模块与水平方向形成一个夹角,夹角的范围为 $20^{\circ}$ 至 $45^{\circ}$ 。

[0022] 进一步的,所述分选模块为密封系统,在进料口(21)、磁性金属粉末接料槽(214)和非磁性粉末接料槽(213)处分别设置有盖板。

[0023] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:

[0024] 本发明实施例提供一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,包括真空高温炉和分选模块;其中,真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空处理,得到待分选的混合粉末;分选模块用于将待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末。相比于现有技术会采用大量化学试剂和产生废水,本发明技术方案通过碳热还原法和磁力-风力作用来分离废旧锂离子电池中的磁性金属,能避免产生二次污染,具有环境友好型特点,而且本装置能实现不同种类磁性金属混合氧化物的有效分离,提高磁性金属的分离数量和分离效率。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明提供的真空高温炉的一种实施例的结构示意图;

[0026] 图2是本发明提供的分选模块的一种实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0027] 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、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 本发明提供了一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,包括:真空高温炉和分选模块。参见图1和图2,图1是本发明提供的真空高温炉的一种实施例的结构示意图。图2是本发明提供的分选模块的一种实施例的结构示意图。

[0029] 在本实施例中,真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空处理,得到待分选的混合粉末;分选模块用于将待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末。

[0030] 如图1所示,真空高温炉包括:放气阀1、前级泵阀门2、油扩散泵阀门3、刚玉管4、盛料槽5、加热升温控制系统6、气体管道7、复合真空计8、气体出口9、前级泵10、回流冷凝水入口11和油扩散泵12。其中,刚玉管4的一端为放气阀1,另一端为气体管道7的进气口;刚玉管4内放置有盛料槽5,在盛料槽5的下方且刚玉管4的外侧设置有加热升温控制系统6;气体管道7设置有两个出气口,两个出气口分别连接有前级泵阀门2和油扩散泵阀门3;前级泵阀门2与前级泵10连接;油扩散泵阀门3与油扩散泵12连接;油扩散泵12分别与回流冷凝水入口11、前级泵10连接;复合真空计8用于测量气体管道7内的空气压强。

[0031] 如图2所示,分选模块包括:进料口21、振动电机22、振动进料板23、传动辊24、电磁板25、物料挡板刷26、从动磁辊27、风机28、皮带210、挡板211、磁性金属粉末接料槽214和非磁性粉末接料槽213。其中,进料口21的下方为振动进料板23,振动进料板23与振动电机22连接;振动进料板23的下方为传动模块的上表面;传动模块由传动辊24、电磁板25、从动磁辊27和皮带210组成;电磁板25设置在传动模块的内侧,且贴近皮带210的内表面。传动模块的末端为风机28的出风口,其中,风力方向与传动方向相互垂直;传动模块的下表面设置有物料挡板刷26。风机28的出风口上方设置有挡板211,挡板211的一端设置有非磁性粉末接料槽213。物料挡板刷26的末端设置有磁性金属粉末接料槽(214)。在本实施例中,振动进料板23的上表面可以但不限于设置有波浪形的褶皱、规则的褶皱或者不规则的褶皱。

[0032] 在本实施例中,盛料槽5包括三个子盛料槽;加热升温控制系统6包括三个控制模块和三个加热装置;三个子盛料槽分别对应一个控制模块和一个加热装置;控制模块用于设置加热装置的加热温度。三个加热温度能独立设置,不仅能提高处理效率,而且避免三种不同磁性金属的相互感染。

[0033] 在本实施例中,传动辊24、振动电机22、风机28和电磁板25为可调功率的设备,以便于调整最佳分选参数,从而达到最佳分选效果。

[0034] 在本实施例中,传动模块与水平方向形成一个夹角,夹角的范围为 $20^{\circ}$ 至 $45^{\circ}$ ,以便于用风机28将非磁性粉末向非磁性物料收集槽213的一侧集中,也可以减少物料的交叉污染。

[0035] 在本实施例中,分选模块为密封系统,在进料口21、磁性金属粉末接料槽214和非磁性粉末接料槽213处分别设置有盖板,防止粉尘污染。

[0036] 为了更好地说明本发明分离装置的工作原理,下面以混合有镍、钴、铁的锂离子电池为例子,具体操作步骤如下:

[0037] (1) 将锂离子电池的电极粉末加入盛料槽5并放置于真空高温炉刚玉管4的加热区间中,关闭放气阀1,开启前级泵10、回流冷凝水入口11和油扩散泵12,并打开前级泵阀门2,对炉腔内进行抽真空,待复合真空计8显示真空压力小于10Pa时,关闭前级泵阀门2,打开油扩散泵阀门3,在油扩散泵12和前级泵10的共同作用下对炉腔内进行抽真空处理;

[0038] (2) 设定加热升温控制系统6的温度和时间参数,开始对刚玉管4中的锂离子电池电极材料进行真空加热还原;

[0039] (3) 待加热结束,关闭扩散泵阀门3并关闭油扩散泵,保持11冷凝水回流运行前级泵10到油扩散泵12内的油冷却后关闭前级泵10,待炉内物料冷却后,得到待分选的混合粉末;

[0040] (4) 开启分选模块中的振动电机22、传动辊24、电磁板25和风机28,将待分选的混合粉末通过进料口21加入到分选模块中,粉末在振动进料板23的作用下均匀地铺在皮带210上,并被电磁板25吸在皮带210上,并被皮带210传送至从动磁辊27,在从动磁辊27上,混合粉末受到来自风机28的风力作用,非磁性粉末在方向212的风力作用和重力的共同作用下离开从动磁辊27,并最终落入非磁性接料槽213中,同时磁性粉末在从动磁辊27的磁力作用下继续留在皮带上,转动到离开从动磁辊27至失去磁力作用掉落至磁性物料接料槽214中,物料挡板刷26的作用主要是将被电磁板25吸引留在皮带上的磁性粉末刮下,从而掉落在磁性物料接料槽214中。

[0041] 由于本例子中的锂离子电池中包含三种磁性金属,通过碳热还原反应吉布斯自由能计算得知磁性金属在还原反应所需的温度,分别为:

[0042] 第一温区: $500^{\circ}\text{C} \leq T \leq 550^{\circ}\text{C}$ ,用以还原混合粉末中的 $\text{Ni}^{2+}$ ;

[0043] 第二温区: $600^{\circ}\text{C} \leq T \leq 1000^{\circ}\text{C}$ ,用以还原混合粉末中的 $\text{Co}^{2+}$ ;

[0044] 第三温区: $1000^{\circ}\text{C} \leq T$ ,用以还原混合粉末中的 $\text{Fe}^{3+}$ 。

[0045] 本分离装置可以将第一次分选后的非磁性粉末放置到真空高温炉内,设置第二温区,并重复上述操作后获得第二种磁性金属,再重复相同的操作获得第三种磁性金属,但为了在尽可能节省能源并使还原反应更彻底的进行,采用真空炉中三个温区的温度设定依次为:第一温区 $550^{\circ}\text{C}$ 镍还原、第二温区 $700^{\circ}\text{C}$ 钴还原、第三温区 $1200^{\circ}\text{C}$ 铁还原。与此同时,可以采用三个不同的分选模块同时运行,形成流水线,增加处理效率。此外,为了碳热还原反应更充分,设定温度可以略大于第一温度,如大5至 $50^{\circ}\text{C}$ 等等。

[0046] 本实施例中的所要回收的磁性金属是从氧化状态下开始的,氧化状态下的磁性金属不具备磁性,利用锂离子电池中的石墨碳作为还原剂,将电极粉末中氧化态的磁性金属还原成金属单质,从而具备磁性,再利用风力和磁力的复合分选方法进行筛选。在本实施例中,本发明的分离装置可以但不限于针对颗粒大小为2-20um的磁性金属颗粒进行分离。

[0047] 由上可见,本发明实施例提供一种废旧锂离子电池中不同磁性金属的分离装置,包括真空高温炉和分选模块;其中,真空高温炉用于对由废旧锂离子电池中筛分得到的电极粉末进行抽真空处理,得到待分选的混合粉末;分选模块用于将待分选的混合粉末分选为磁性金属粉末和非磁性粉末。相比于现有技术会采用大量化学试剂和产生废水,本发明技术方案通过碳热还原法和磁力-风力作用来分离废旧锂离子电池中的磁性金属,能避

免产生二次污染,具有环境友好型特点,而且本装置能实现不同种类磁性金属混合氧化物的有效分离,提高磁性金属的分离数量和分离效率。

[0048] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

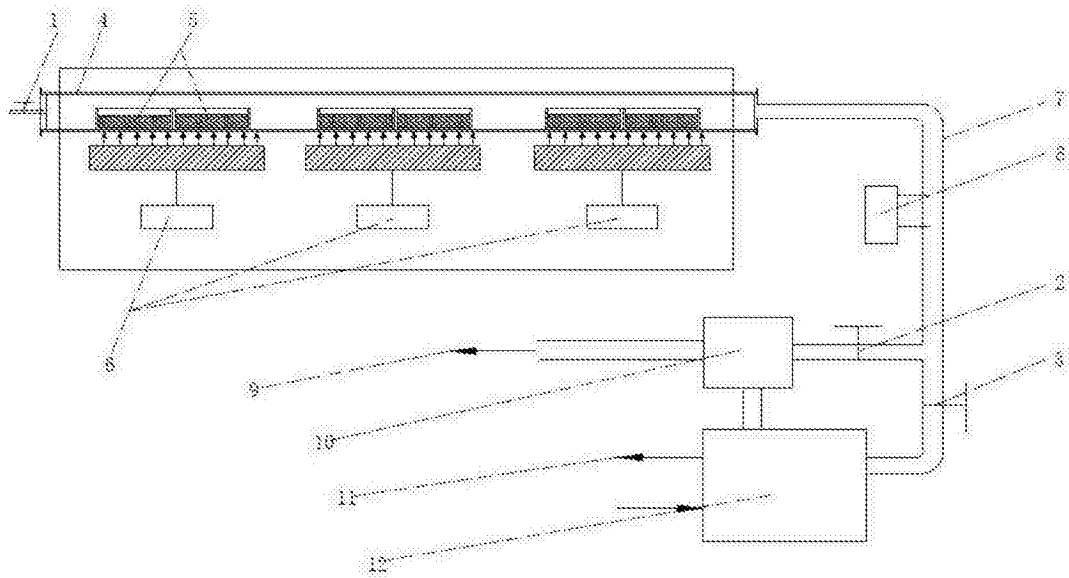


图1

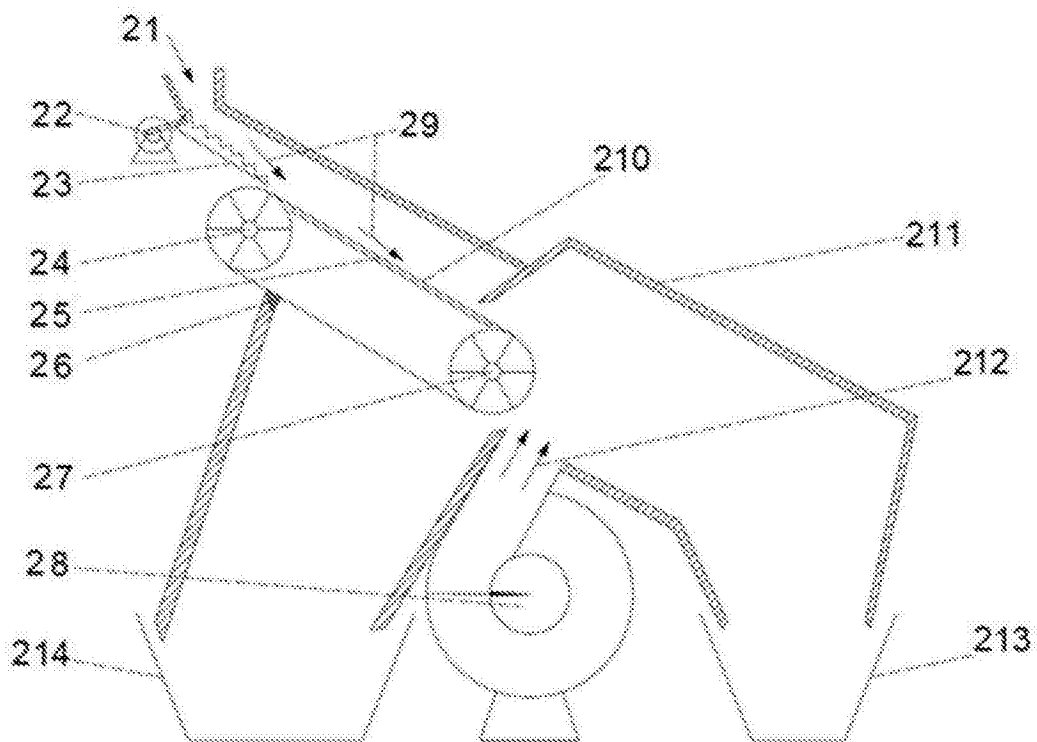


图2