



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115312902 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 08

(21) 申请号 202211239596.1

(22) 申请日 2022.10.11

(71) 申请人 罗博特科智能科技南通有限公司  
地址 226000 江苏省南通市经济技术开发区  
区驰程路66号

(72) 发明人 戴军 罗银兵

(74) 专利代理机构 安徽宏铎知识产权代理事务  
所(普通合伙) 34250  
专利代理师 罗慧

(51) Int. Cl.

H01M 10/54 (2006.01)

H01M 10/12 (2006.01)

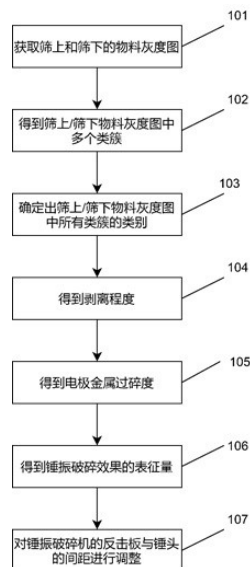
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

## (54) 发明名称

一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法

## (57) 摘要

本发明涉及电极材料分离领域,具体涉及一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,该方法是一种基于两张物料灰度图进行图像数据处理的方法,包括:分别获取筛上和筛下的物料灰度图;得到筛上/筛下的物料灰度图中多个类簇;确定出筛上/筛下物料灰度图中所有类簇的类别;得到剥离程度;通过筛下的物料灰度图中电极金属颗粒类簇中的像素点个数以及所有类簇中的像素点个数得到电极金属过碎度;通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果的表征量;根据锤振破碎效果的表征量值的大小对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整。本发明使得最终分离的颗粒物中不含有电极金属。



1. 一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,包括:

分别获取筛上和筛下的物料灰度图;

分别在筛上/筛下的物料灰度图中随机选择一个像素点作为初始质心,利用该初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离获取筛上/筛下的物料灰度图中其它所有质心,以筛上/筛下的物料灰度图中初始质心和其它所有质心为初始聚类中心对筛上/筛下的物料灰度图进行K-means聚类,得到筛上/筛下的物料灰度图中多个类簇;

利用筛上/筛下的物料灰度图中每个类簇所有像素点的像素均值确定出筛上/筛下的物料灰度图中所有类簇的类别,所述类别包括:氧化铅类簇、纯铅类簇和电极金属颗粒;

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积、电极板的面积以及筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值得到剥离程度;

通过筛下的物料灰度图中电极金属颗粒类簇中的像素点个数以及所有类簇中的像素点个数得到电极金属过碎度;

通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果的表征量;

根据锤振破碎效果的表征量值的大小对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整。

2. 根据权利要求1所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,利用该初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离获取筛上/筛下的物料灰度图中其它所有质心的方法为:

计算初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离,在得到的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第二个质心;

获取当前筛上/筛下的物料灰度图中的非质心像素点和与其距离最近的质心之间的距离,在获得的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第三个质心,得到所有质心。

3. 根据权利要求1所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,确定出筛上/筛下的物料灰度图中所有类簇的类别方法为:

计算筛上/筛下的物料灰度图中各类簇所有像素点的像素均值,得到的所有像素均值中像素均值最大的类簇为纯铅类簇,像素均值次大的类簇为电极金属颗粒类簇,像素均值最小的类簇为氧化铅类簇。

4. 根据权利要求1所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,得到锤振破碎效果的表征量的方法为:

将剥离程度与电极金属过碎度做差得到剥离程度与电极金属过碎度差值;

将剥离程度与电极金属过碎度相加得到剥离程度与电极金属过碎度和值;

通过剥离程度与电极金属过碎度差值以及剥离程度与电极金属过碎度和值的比值得到锤振破碎效果的表征量。

5. 根据权利要求4所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,所述电极金属过碎度为筛下的物料灰度图对应的电极金属颗粒类簇中的像素点个数与所有类簇中的像素点个数的比值。

6. 根据权利要求4所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,得到剥离程度的方法为:

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积以及电极板的面积得到电极板上氧化铅和纯铅的分离程度;

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积以及筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值得到粉碎程度；

通过电极板上氧化铅和纯铅的分离程度以及粉碎程度得到剥离程度。

7. 根据权利要求6所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,剥离程度的表达式为:

$$\mu = \sqrt{\frac{F_{\beta}^2 + F_{\gamma}^2}{2}}$$

式中: $\mu$ 表示剥离程度, $F_{\beta}$ 表示电极板上氧化铅和纯铅的分离程度, $F_{\gamma}$ 表示粉碎程度。

8. 根据权利要求7所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,其特征在于,所述电极板上氧化铅和纯铅的分离程度的表达式为:

$$F_{\beta} = 1 - \frac{S_a + S_b}{S_d}$$

式中: $S_d$ 表示电极板的面积, $S_a$ 表示筛上的物料灰度图中氧化铅类簇的面积, $S_b$ 表示筛上的物料灰度图中纯铅类簇的面积;

粉碎程度的表达式为:

$$F_{\gamma} = 1 - \frac{(S_a - \overline{S_k}) + (S_b - \overline{S_k})}{2\overline{S_k}}$$

式中: $\overline{S_k}$ 表示筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值。

## 一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电极材料分离领域,具体涉及一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着我国的经济持续发展和生活水平的持续增长,人们的环保意识逐渐提高,能源再利用至关重要。由于广泛使用铅酸电池,废旧的铅酸电池也越来越多,整个市场中废旧铅酸电池处理也成为了一大问题。对于铅酸电池来说,电池的外包装破裂会导致电池中的铅泄露出来,铅是重金属污染物,铅污染物流入土壤、空气、河流或者食物或是植物中,通过生物链的循环进入人体,从而对人类的生活和健康造成影响和危害。废旧铅酸电池的合理回收对于人的健康和环境保护有着重要的意义。

[0003] 铅酸电池中的铅回收,主要是将废旧的铅酸电池正负极极板从塑料外壳取出分离,同时回收电池的电解液,通过敲击、震动、冲洗、筛分等物理方法将废旧正极和负极铅膏与各自的板栅分离,最后通过化学方法转化为氧化铅。但由于电池电极的制造工艺,正负极是利用粘结剂将正负极材料与板栅粘结在一起的,这就导致正负极材料不会轻易被粉碎成粉末状,在锤振过程中就可能存在为了保证将正负极材料粉碎成粉末而使正负极金属被过度粉碎的现象,导致过筛时正负极材料粉末中会出现正负极金属,从而影响后续分离步骤。现有技术在粉碎过程中并没有检测电极金属板栅上的分离效果,所以在电极板分离的过程中会使得分离时未完全分离正负极材料或因为过度锤振使得电极板过度粉碎导致最后分离的颗粒物中含有电极金属。

[0004] 因此需要通过图像处理的方式判断电极金属板的分离效果,根据分离程度有效的调控锤振破碎机的反击板与锤头的间距。由此本发明提出了一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,该方法是一种基于两张物料灰度图进行图像数据处理的方法。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,以解决现有的分离颗粒物中含有电极金属的问题。

[0006] 本发明的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,采用如下技术方案,包括:

分别获取筛上和筛下的物料灰度图;

分别在筛上/筛下的物料灰度图中随机选择一个像素点作为初始质心,利用该初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离获取筛上/筛下的物料灰度图中其它所有质心,以筛上/筛下的物料灰度图中初始质心和其它所有质心为初始聚类中心对筛上/筛下的物料灰度图进行K-means聚类,得到筛上/筛下的物料灰度图中多个类簇;

利用筛上/筛下的物料灰度图中每个类簇所有像素点的像素均值确定出筛上/筛下的物料灰度图中所有类簇的类别,所述类别包括:氧化铅类簇、纯铅类簇和电极金属颗

粒；

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积、电极板的面积以及筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值得到剥离程度；

通过筛下的物料灰度图中电极金属颗粒类簇中的像素点个数以及所有类簇中的像素点个数得到电极金属过碎度；

通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果的表征量；

根据锤振破碎效果的表征量值的大小对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整。

[0007] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,利用该初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离获取筛上/筛下的物料灰度图中其它所有质心的方法为:

计算初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离,在得到的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第二个质心;

获取当前筛上/筛下的物料灰度图中的非质心像素点和与其距离最近的质心之间的距离,在获得的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第三个质心,得到所有质心。

[0008] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,确定出筛上/筛下的物料灰度图中所有类簇的类别方法为:

计算筛上/筛下的物料灰度图中各类簇所有像素点的像素均值,得到的所有像素均值中像素均值最大的类簇为纯铅类簇,像素均值次大的类簇为电极金属颗粒类簇,像素均值最小的类簇为氧化铅类簇。

[0009] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,得到锤振破碎效果的表征量的方法为:

将剥离程度与电极金属过碎度做差得到剥离程度与电极金属过碎度差值;

将剥离程度与电极金属过碎度相加得到剥离程度与电极金属过碎度和值;

通过剥离程度与电极金属过碎度差值以及剥离程度与电极金属过碎度和值的比值得到锤振破碎效果的表征量。

[0010] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,所述电极金属过碎度为筛下的物料灰度图对应的电极金属颗粒类簇中的像素点个数与所有类簇中的像素点个数的比值。

[0011] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,得到剥离程度的方法为:

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积以及电极板的面积得到电极板上氧化铅和纯铅的分离程度;

通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积以及筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值得到粉碎程度;

通过电极板上氧化铅和纯铅的分离程度以及粉碎程度得到剥离程度。

[0012] 进一步的,所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法,剥离程度的表达式为:

$$\mu = \sqrt{\frac{F_{\beta}^2 + F_{\gamma}^2}{2}}$$

式中： $\mu$  表示剥离程度， $F_{\beta}$  表示电极板上氧化铅和纯铅的分离程度， $F_{\gamma}$  表示粉碎程度。

[0013] 进一步的，所述的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法，所述电极板上氧化铅和纯铅的分离程度的表达式为：

$$F_{\beta} = 1 - \frac{S_a + S_b}{S_d}$$

式中： $S_d$  表示电极板的面积， $S_a$  表示筛上的物料灰度图中氧化铅类簇的面积， $S_b$  表示筛上的物料灰度图中纯铅类簇的面积；

粉碎程度的表达式为：

$$F_{\gamma} = 1 - \frac{(S_a - \bar{S}_k) + (S_b - \bar{S}_k)}{2\bar{S}_k}$$

式中： $\bar{S}_k$  表示筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值。

[0014] 本发明的有益效果是：本发明提出了一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法，该方法是一种基于两张物料灰度图进行图像数据处理的方法，通过采集筛网上面和筛网下面的物料灰度图，分别对这两张灰度图进行聚类，利用确定的类簇计算得到剥离程度和电极金属过碎度，通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果表征量，从而对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整，实现电极材料的分离控制，相对于现有技术，本发明使得最后分离的颗粒物中不含有电极金属。

## 附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0016] 图1为本发明的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法的实施例的流程图示意图。

## 具体实施方式

[0017] 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做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。

[0018] 实施例1

本发明的一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法的实施例,如图1所示,包括:

本发明的主要目的是,利用计算机的视觉技术来检测在振动过后,电池中正负极金属板上含铅的物体是否全部分离,通过检测金属板上含铅的物体是否清理干净来控制分离装置。

[0019] 101、分别获取筛上和筛下的物料灰度图。

[0020] 通过在锤振破碎机的筛网上面和筛网下面安装工业摄像机,获得工业相机采集的图像信息,将铅酸电池放入破碎机,将铅酸电池的隔板、壳体、电解液等分离出来,对铅酸电池的极板进行剥离和粉碎操作。由于铅酸电池的正极板上的活性物质是二氧化铅( $PbO_2$ ),呈深棕色;负极板上的活性物质是海绵状纯铅( $Pb$ ),呈青灰色。理想情况下,出料的正负极粉末中不会存在过粉碎的正负极金属颗粒,板栅上的正负极金属上附着的所有正负极材料均被剥离并粉碎至粉末通过筛网。但在实际情况中,由于电池电极的制造工艺,电池正负极是利用粘结剂将正负极材料与正负极金属箔粘结在一起的,这就导致正负极材料不会轻易被粉碎成粉末状,在锤振过程中就可能存在为了保证将正负极材料粉碎成粉末而使正负极金属被过度粉碎的现象,导致过筛时正负极材料粉末中会出现正负极金属。

[0021] 因此,在锤振破碎机的筛网上面和筛网下面设置两个工业相机,获取筛网上面以及筛网下面的物料RGB图像并将其灰度化,得到筛网上面物料灰度图和筛网下面物料灰度图。

[0022] 102、分别在筛上/筛下的物料灰度图中随机选择一个像素点作为初始质心,利用该初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离获取筛上/筛下的物料灰度图中其它所有质心,以筛上/筛下的物料灰度图中初始质心和其它所有质心为初始聚类中心对筛上/筛下的物料灰度图进行K-means聚类,得到筛上/筛下的物料灰度图中多个类簇。

[0023] 分别对筛网上面物料灰度图(也可称为筛上物料灰度图)和筛网下面物料灰度图(也可称为筛下物料灰度图)进行K-means聚类,筛网上面物料灰度图与筛网下面物料灰度图的聚类方法完全相同,本实施例使用K-means聚类算法根据像素点之间的相关性将同类像素点划分为同一个簇,具体过程如下:

1、通过图像灰度直方图确定K-means聚类分割样本簇数k。

[0024] 2、提取图像包围框图像的灰度直方图,经计算机判断,有3个主要波峰。

[0025] 3、分析得出提取出的包围框内图像共有3个区域,分别为氧化铅、纯铅及电极金属颗粒。由此,样本簇数选取 $k=3$ 。

[0026] 具体的,本实施例在选择初始质心上进行优化,过程如下:

首先从物料灰度图的所有像素点中随机选择1个点作为初始质心,接着对于任意一个非质心样本(物料灰度图中除质心以外的像素点) $x$ ,计算 $x$ 与现有最近质心距离 $D(x)$ ;然后在所有非质心样本对应的距离 $D(x)$ 中选取最大的 $D(x)$ 作为一个质心;按照得到该质心的方法,获取下一个质心,直到选择出k个质心为止。

[0027] 上述获取所有质心的方法即为:计算初始质心与筛上/筛下的物料灰度图中其它像素点的距离,在得到的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第二个质心;获取当前筛上/筛下的物料灰度图中的非质心像素点和与其距离最近的质心之间的距离,在获得的所有距离中选取最大距离值对应的像素点作为第三个质心,得到所有质心。



[0028] 根据上述步骤得到的K个质心作为初始的聚类中心。然后计算每个对象与各个种子聚类中心之间的距离,把每个对象分配给距离它最近的聚类中心。聚类中心以及分配给它们的对象就代表一个聚类。一旦全部对象都被分配了,每个聚类的聚类中心会根据聚类中现有的对象被重新计算。这个过程将不断重复直到满足某个终止条件。终止条件可以是以下任何一个:

没有对象被重新分配给不同的聚类;没有聚类中心再发生变化;误差平方和局部最小。

[0029] 103、利用筛上/筛下的物料灰度图中每个类簇所有像素点的像素均值确定出筛上/筛下的物料灰度图中所有类簇的类别,所述类别包括:氧化铅类簇、纯铅类簇和电极金属颗粒。

[0030] 判断聚类分析后的不同簇(或者叫类簇、聚类)之间的类别,铅颜色呈青白色,氧化铅颜色为灰黑色,对图像进行灰度化后图像中的铅的灰度值(即像素值)较大,而氧化铅的灰度(即像素值)较小,获取聚类后的三个簇中所有像素点的灰度均值(即像素均值),根据灰度均值的大小对得到的三个簇进行划分:

灰度均值最小的簇为氧化铅簇,灰度均值最大的簇为纯铅簇,灰度均值次大的簇为电极金属颗粒簇。对图像中的簇进行标记,得到不同簇的像素点个数。

[0031] 104、通过筛上的物料灰度图中氧化铅类簇和纯铅类簇的面积、电极板的面积以及筛下的物料灰度图中所有类簇的面积均值得到剥离程度。

[0032] 对于筛网上面的物料灰度图来说,其电极材料上的铅金属氧化物以及纯铅和金属板的分离程度就是电极板上铅金属氧化物以及纯铅脱离电极板,而电极板上的氧化铅以及纯铅分为三种状态:氧化铅以及纯铅未从电极板上脱离,也未粉碎;氧化铅以及纯铅从电极板上脱离,但未被粉碎;氧化铅以及纯铅从电极板上脱离且粉碎了,但未达到筛网的要求,未到筛网下。

[0033] 通过筛网上采集的物料图像计算电极板上的氧化铅和纯铅的分离程度:

$$F_{\beta} = 1 - \frac{S_a + S_b}{S_d}$$

式中: $F_{\beta}$ 表示电极板上氧化铅和纯铅的分离程度, $S_d$ 表示电极板的面积, $S_a$ 表示筛网上面的物料灰度图中氧化铅类簇的面积, $S_b$ 表示筛网上面的物料灰度图中纯铅类簇的面积。

[0034] 氧化铅和纯铅在金属板上的面积越大,分离程度 $F_{\beta}$ 的值越小,说明此时的电极板对应的分离程度越差,越接近1说明此时的分离程度越好。

[0035] 计算电极板上区域的粉碎程度 $F_{\gamma}$ :

$$F_{\gamma} = 1 - \frac{(S_a - \bar{S}_k) + (S_b - \bar{S}_k)}{2\bar{S}_k}$$



式中： $\bar{S}_k$ 表示筛网下面的物料灰度图对应的所有类簇的面积均值， $F_Y$ 的值越趋近于1说明此时的电极板上的粉碎程度越好。

[0036] 计算电极板上的剥离程度：

$$\mu = \sqrt{\frac{F_{\beta}^2 + F_Y^2}{2}}$$

$\mu$ 的值越大,说明电极板上的氧化铅和纯铅的剥离越好。

[0037] 105、通过筛下的物料灰度图中电极金属颗粒类簇中的像素点个数以及所有类簇中的像素点个数得到电极金属过碎度。

[0038] 通过筛网下图像对应的的每个聚类区域像素点的个数,计算筛网下图像的电极金属过碎度 $\rho$ 如下：

$$\rho = \frac{J}{N}$$

式中： $J$ 表示筛网下面的物料灰度图对应的电极金属颗粒类簇中的像素点个数， $N$ 表示筛网下面的物料灰度图对应的所有类簇中的像素点个数。

[0039] 106、通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果的表征量。

[0040] 上述步骤得到电极板上的剥离程度 $\mu$ 以及电极金属过碎度 $\rho$ ，最理想的情况是二者差异最大，即 $\mu$ 与 $\rho$ 差异最大的时候是最好的。即电极材料剥离程度越大越好，电极金属过碎度越小越好。则衡量锤振破碎效果的表征量 $\varphi$ 的计算方式如下：

$$\varphi = \frac{\mu - \rho}{\mu + \rho}$$

上式中 $\varphi$ 的取值范围是 $[-1,1]$ ，其中，-1代表效果最差，+1代表效果最好。

[0041] 107、根据锤振破碎效果的表征量值的大小对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整。

[0042] 对于计算出的锤振破碎效果表征量 $\varphi$ ，其随着锤振破碎机的反击板与锤振破碎机锤头的间距 $e$ 的变化而变化，即当 $e$ 过小时，易发生过粉碎，最后导致 $\varphi$ 的下降。当 $e$ 过大时，易发生剥离度下降的情况，也会使 $\varphi$ 下降。则在 $e$ 从大到小的变化过程中， $\varphi$ 是先增后减的。其存在一个最大值。因此对 $e$ 进行如下调节：

将的初始保持至较大状态，将其从大到小自动调节，若调节后的 $\varphi$ 值变大则说明调节正确，继续增大步长，若调节 $e$ 后的 $\varphi$ 值变小则说明调节错误，下次调节就将 $e$ 向反方向以比上次调节步长较小的步长调节，如此循环，直到无论向大向小方向调节均不会致其 $\varphi$ 值增加结束。

[0043] 本发明提出了一种铅酸蓄电池的回收电极材料分离的控制方法，该方法是一种基于两张物料灰度图进行图像数据处理的方法，通过采集筛网上面和筛网下面的物料灰度

图,分别对这两张灰度图进行聚类,利用确定的类簇计算得到剥离程度和电极金属过碎度,通过剥离程度和电极金属过碎度得到锤振破碎效果表征量,从而对锤振破碎机的反击板与锤头的间距进行调整,实现电极材料的分离控制,相对于现有技术,本发明使得最后分离的颗粒物中不含有电极金属。

[0044] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

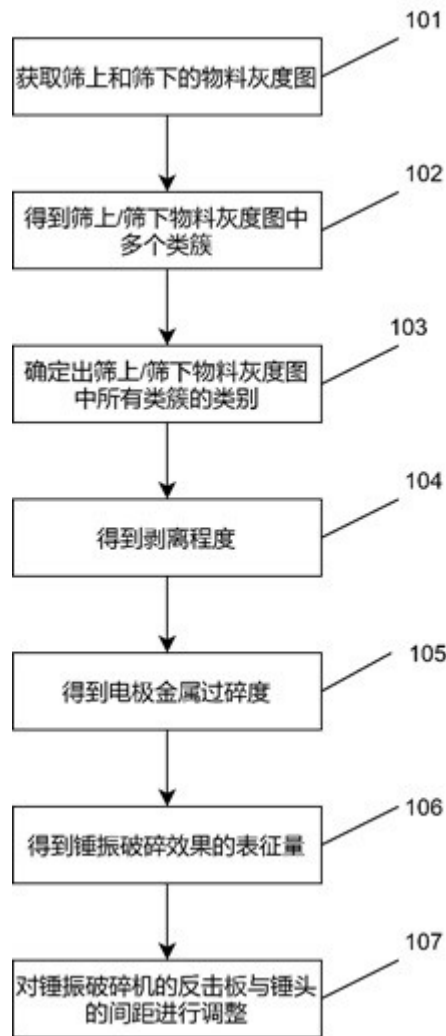


图1