(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109395852 B
(45)授权公告日 2020.07.17

(21)申请号 201811306639.7

(22)申请日 2018.11.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109395852 A

(43)申请公布日 2019.03.01

(73)专利权人 合肥工业大学
地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路193号

(72)发明人 朱华炳 毕海军 祖磊 高嵩 高勇 李华兵

(74)专利代理机构 合肥金安专利事务所(普通合伙企业) 34114
代理人 徐伟

(51)Int.Cl.
B02C 18/14(2006.01)
B02C 18/18(2006.01)
B01F 7/18(2006.01)
H01M 10/54(2006.01)
H01M 6/52(2006.01)

审查员 李洪庆

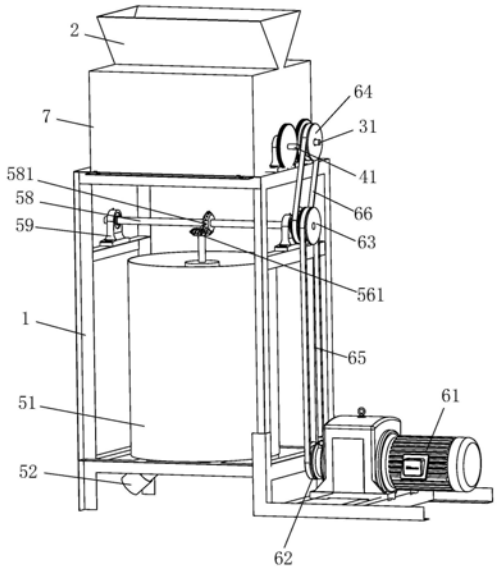
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,包括机架以及固定在机架上的破碎装置,所述破碎装置的上方设有进料斗,所述破碎装置的下方设有搅拌装置,所述的破碎装置及搅拌装置均与动力装置相连,所述的破碎装置包括相对设置的主动滚刀组及从动滚刀组,所述的搅拌装置包括搅拌桶、置于搅拌桶内的搅拌体以及设置在搅拌桶底部的出料管,所述的搅拌桶内盛有稀碱液。由上述技术方案可知,本发明通过破碎装置对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割,使其形成规则形状的片状碎料,再通过搅拌装置对正极铝箔集流体与负极铜箔集流体上的粉末进行有效分离,为后续的风选工序提供了可靠的保证,提高了风选的效率。



CN 109395852 B

1.一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:包括机架(1)以及固定在机架上的破碎装置,所述破碎装置的上方设有进料斗(2),所述破碎装置的下方设有搅拌装置,所述的破碎装置及搅拌装置均与动力装置相连,所述的破碎装置包括相对设置的主动滚刀组(3)及从动滚刀组(4),所述的主动滚刀组(3)与从动滚刀组(4)在动力装置的驱动下对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割以形成规则形状的废料,所述的搅拌装置包括搅拌桶(51)、置于搅拌桶(51)内的搅拌体以及设置在搅拌桶(51)底部的出料管(52),所述的搅拌桶(51)内盛有稀碱液,所述的搅拌体包括纵向布置在搅拌桶(51)内的搅拌辊筒(53),所述的搅拌辊筒(53)沿其周向均布有柔性材料制成的搅拌棒(54),所述搅拌棒(54)的端部与搅拌桶(51)的内壁之间留有间隙,所述的搅拌棒(54)沿搅拌辊筒(53)的长度方向布置多组,每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体,所述出料管(52)的进口处设有漏网(521)。

2.根据权利要求1所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的主动滚刀组(3)包括水平布置的主动辊轴(31)以及沿主动辊轴(31)的长度方向均匀布置的多个主动刀盘(32),所述的主动刀盘(32)沿其周向均布有第一切刀(33),所述的从动滚刀组(4)包括与主动辊轴(31)相平行的从动辊轴(41)以及沿从动辊轴(41)的长度方向均匀布置的多个从动刀盘(42),所述的从动刀盘(42)沿其周向均布有第二切刀(43),所述的从动刀盘(42)与主动刀盘(32)交错布置,且从动刀盘(42)设置的个数以及从动刀盘(42)的大小均与主动刀盘(32)设置的个数及大小相吻合,所述第二切刀(43)与第一切刀(33)的个数相吻合。

3.根据权利要求2所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的主动刀盘(32)设置12～20个,且相邻两个主动刀盘(32)之间的间距比主动刀盘(32)的厚度大0.35～0.75mm,所述的第一切刀(33)设置四个。

4.根据权利要求2所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述第一切刀(33)及第二切刀(43)的端头部位分别向内开设有凹槽(34),所述凹槽(34)的截面呈等腰三角状。

5.根据权利要求2所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的主动辊轴(31)通过第一轴承座(35)固定在机架(1)上,所述的从动辊轴(41)通过第二轴承座(44)固定在机架(1)上,所述的主动辊轴(31)与从动辊轴(32)的一端分别同轴设有主动齿轮(36)与从动齿轮(45),所述的主动齿轮(36)与从动齿轮(45)相啮合,且主动齿轮(36)与从动齿轮(45)的转向相反、齿数相等,所述的主动齿轮(36)与动力装置相连。

6.根据权利要求1所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述搅拌棒(54)的端部与搅拌桶(51)的内壁之间的间隙为50mm,每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体,相邻两组搅拌棒之间的间距为155mm。

7.根据权利要求6所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的搅拌辊筒(53)为内部中空的空心筒体,所述搅拌辊筒(53)的筒壁上设有用于容纳搅拌棒(54)的套筒(55),所述的搅拌棒(54)为柔性的尼龙棒,所述搅拌棒(54)的一端与套筒(55)螺栓连接,所述搅拌辊筒(53)的上下两端分别设有同芯设置的第一固定轴(56)与第二固定轴(57),所述第一固定轴(56)的顶端同轴连接有第一锥齿轮(561),所述的第一锥齿轮(561)与设置在锥齿轮轴(58)上的第二锥齿轮(581)相啮合,所述的锥齿轮轴(58)通过第三

轴承座(59)固定在机架(1)上,所述的锥齿轮轴(58)与动力装置相连,所述的第二固定轴(57)通过第四轴承座固定在搅拌桶(51)的底部。

8.根据权利要求1所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述出料管(52)的出口处设有封盖(522),所述的封盖(522)与出料管(52)之间为可拆卸配合。

9.根据权利要求1所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的动力装置包括置于机架(1)上的减速电机(61),所述减速电机(61)的输出端与第一带轮(62)相连,所述的动力装置还包括设置在锥齿轮轴(58)上的第二带轮(63)以及设置在主动轮轴(31)上的第三带轮(64),所述的第二带轮(63)为双槽带轮,所述的第一带轮(62)通过第一皮带(65)与第二带轮(63)相连,所述的第二带轮(63)通过第二皮带(66)与第三带轮(64)相连,所述第二带轮(63)与第三带轮(64)的外径相等,所述第二带轮(63)的直径是第一带轮(62)直径的两倍。

10.根据权利要求1所述的用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置,其特征在于:所述的破碎装置外设有保护罩(7),所述保护罩(7)的上端与进料斗(2)相连,所述保护罩(7)的下端呈敞口状,所述进料斗(2)的纵截面呈上底宽下底窄的梯形,所述进料斗(2)的下料口整体呈长条状,该下料口的位置与主动滚刀组(3)及从动滚刀组(4)的中间位置相对准,且该下料口的宽度为25～30mm。

一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置

技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池回收领域，具体涉及一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置。

背景技术

[0002] 21世纪以来，新能源汽车已成为世界各国实现节能减排的重点发展方向之一。近几年，我国新能源汽车产业在政府政策支持下得到快速发展。到2020年，我国新能源汽车年产量将达到200万辆，累计产量超过500万辆。随着新能源汽车使用量的快速增加，$LiFePO_4$动力电池报废量将逐年递增。到2020年，我国$LiFePO_4$动力电池累计报废量将达到12～17万t。废$LiFePO_4$动力电池如果处置不当，其所含的有机物和贵金属会对环境构成潜在威胁，而另一方面废$LiFePO_4$动力电池中的钴、锂、铜、铝及塑料均是宝贵资源，具有极高的回收价值。因此对废$LiFePO_4$动力电池的无害化回收机理进行研究迫在眉睫。废$LiFePO_4$动力电池风选回收过程主要分为预处理阶段和风选两个阶段，风选阶段针对形状规则的废$LiFePO_4$动力电池破碎产物效果明显，但是目前市场上存在的破碎筛分装置破碎筛分出的产物形状极其不规则，破碎产物的粒径尚未达到现有风选机有效的风选范围，未能实现分级风选；另外，破碎筛分出的铜箔与铝箔集流体上的电极料碳粉与磷酸铁锂未能与铜箔与铝箔集流体进行有效分离，因此设计研究出一台既能够破碎筛分出形状规则的废$LiFePO_4$动力电池产物，又能使得电极料碳粉与磷酸铁锂粉末能从铜箔与铝箔集流体进行有效分离装置非常具有一定的实际意义和应用市场，对发展我国新能源产业和降低环境污染意义十分巨大。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置，该装置既能够破碎筛分出形状规则的废$LiFePO_4$动力电池产物，又能使得电极料碳粉与磷酸铁锂粉末从铜箔与铝箔集流体进行有效分离。

[0004] 为实现上述目的，本发明采用了以下技术方案：包括机架以及固定在机架上的破碎装置，所述破碎装置的上方设有进料斗，所述破碎装置的下方设有搅拌装置，所述的破碎装置及搅拌装置均与动力装置相连，所述的破碎装置包括相对设置的主动滚刀组及从动滚刀组，所述的主动滚刀组与从动滚刀组在动力装置的驱动下对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割以形成规则形状的废料，所述的搅拌装置包括搅拌桶、置于搅拌桶内的搅拌体以及设置在搅拌桶底部的出料管，所述的搅拌桶内盛有稀碱液，所述的搅拌体包括纵向布置在搅拌桶内的搅拌辊筒，所述的搅拌辊筒沿其周向均布有柔性材料制成的搅拌棒，所述搅拌棒的端部与搅拌桶的内壁之间留有间隙，所述的搅拌棒沿搅拌辊筒的长度方向布置多组，每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体，所述出料管的进口处设有漏网。

[0005] 所述的主动滚刀组包括水平布置的主动辊轴以及沿主动辊轴的长度方向均匀布置的多个主动刀盘，所述的主动刀盘沿其周向均布有第一切刀，所述的从动滚刀组包括与主动辊轴相平行的从动辊轴以及沿从动辊轴的长度方向均匀布置的多个从动刀盘，所述的

从动刀盘沿其周向均布有第二切刀，所述的从动刀盘与主动刀盘交错布置，且从动刀盘设置的个数以及从动刀盘的大小均与主动刀盘设置的个数及大小相吻合，所述第二切刀与第一切刀的个数相吻合。

[0006] 所述的主动刀盘设置12～20个，且相邻两个主动刀盘之间的间距比主动刀盘的厚度大0.35～0.75mm，所述的第一切刀设置四个。

[0007] 所述第一切刀及第二切刀的端头部位分别向内开设有凹槽，所述凹槽的截面呈等腰三角状。

[0008] 所述的主动辊轴通过第一轴承座固定在机架上，所述的从动辊轴通过第二轴承座固定在机架上，所述的主动辊轴与从动辊轴的一端分别同轴设有主动齿轮与从动齿轮，所述的主动齿轮与从动齿轮相啮合，且主动齿轮与从动齿轮的转向相反、齿数相等，所述的主动齿轮与动力装置相连。

[0009] 所述搅拌棒的端部与搅拌桶的内壁之间间隙为50mm，每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体，相邻两组搅拌棒之间的间距为155mm。

[0010] 所述的搅拌辊筒为内部中空的空心筒体，所述搅拌辊筒的筒壁上设有用于容纳搅拌棒的套筒，所述的搅拌棒为柔性的尼龙棒，所述搅拌棒的一端与套筒螺栓连接，所述搅拌辊筒的上下两端分别设有同芯设置的第一固定轴与第二固定轴，所述第一固定轴的顶端同轴连接有第一锥齿轮，所述的第一锥齿轮与设置在锥齿轮轴上的第二锥齿轮相啮合，所述的锥齿轮轴通过第三轴承座固定在机架上，所述的锥齿轮轴与动力装置相连，所述的第二固定轴通过第四轴承座固定在搅拌桶的底部。

[0011] 所述出料管的出口处设有封盖，所述的封盖与出料管之间为可拆卸配合。

[0012] 所述的动力装置包括置于机架上的减速电机，所述减速电机的输出端与第一带轮相连，所述的动力装置还包括设置在锥齿轮轴上的第二带轮以及设置在主动轮轴上的第三带轮，所述的第二带轮为双槽带轮，所述的第一带轮通过第一皮带与第二带轮相连，所述的第二带轮通过第二皮带与第三带轮相连，所述第二带轮与第三带轮的外径相等，所述第二带轮的直径是第一带轮直径的两倍。

[0013] 所述的破碎装置外设有保护罩，所述保护罩的上端与进料斗相连，所述保护罩的下端呈敞口状，所述进料斗的纵截面呈上底宽下底窄的梯形，所述进料斗的下料口整体呈长条状，该下料口的位置与主动滚刀组及从动滚刀组的中间位置相对准，且该下料口的宽度为25～30mm。

[0014] 由上述技术方案可知，本发明通过破碎装置对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割，使其形成规则形状的片状碎料，再通过搅拌装置对正极铝箔集流体与负极铜箔集流体上的粉末进行有效分离，为后续的风选工序提供了可靠的保证，提高了风选的效率。

附图说明

[0015] 图1是本发明的立体结构示意图；

[0016] 图2是图1去除进料斗及保护罩后的内部结构示意图；

[0017] 图3是本发明破碎装置的立体结构示意图；

[0018] 图4是本发明破碎装置的俯视图；

[0019] 图5是本发明第一切刀的结构示意图；

[0020] 图6是本发明搅拌装置的立体结构示意图；

[0021] 图7是本发明搅拌体的立体结构示意图；

[0022] 图8是本发明搅拌桶的立体结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0024] 如图1、图2所示的一种用于废$LiFePO_4$动力电池的破碎搅拌装置，包括机架1以及固定在机架上的破碎装置，破碎装置的上方设有进料斗2，破碎装置的下方设有搅拌装置，破碎装置及搅拌装置均与动力装置相连，破碎装置包括相对设置的主动滚刀组3 及从动滚刀组4，主动滚刀组3与从动滚刀组4在动力装置的驱动下对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割以形成规则形状的废料，搅拌装置包括搅拌桶51、置于搅拌桶51 内的搅拌体以及设置在搅拌桶51底部的出料管52，搅拌桶51内盛有稀碱液，搅拌体包括纵向布置在搅拌桶51内的搅拌辊筒53，搅拌辊筒53沿其周向均布有柔性材料制成的搅拌棒54，搅拌棒54的端部与搅拌桶51的内壁之间留有间隙，搅拌棒54沿搅拌辊筒 53的长度方向布置多组，每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体，出料管52的进口处设有漏网521。经破碎装置碾压及切割后的废$LiFePO_4$动力电池落入搅拌桶51后，废$LiFePO_4$动力电池的外壳、正极铝箔集流体上的磷酸铁锂粉末、负极铜箔集流体上的碳粉在搅拌体的搅拌作用下与铜箔及铝箔集流体发生脱落，脱落过后的湿粉料磷酸铁锂与碳粉粉末和部分金属小碎屑组成的稀碱液通过出料管52排出，可以利用收集装置进行收集；搅拌桶51内只剩下金属铜箔与铝箔集流体薄片，对其置于真空干燥箱中烘干，用于下一步风选分类回收铜箔与铝箔集流体。

[0025] 进一步的，主动滚刀组3包括水平布置的主动辊轴31以及沿主动辊轴31的长度方向均匀布置的多个主动刀盘32，主动刀盘32沿其周向均布有第一切刀33，从动滚刀组 4包括与主动辊轴31相平行的从动辊轴41以及沿从动辊轴41的长度方向均匀布置的多个从动刀盘42，从动刀盘42沿其周向均布有第二切刀43，从动刀盘42与主动刀盘32 交错布置，且从动刀盘42设置的个数以及从动刀盘42的大小均与主动刀盘32设置的个数及大小相吻合，第二切刀43与第一切刀33的个数相吻合。本实施例中，主动刀盘 32设置12～20个，且相邻两个主动刀盘32之间的间距比主动刀盘32的厚度大0.35～ 0.75mm，第一切刀33设置四个。

[0026] 进一步的，如图5所示，第一切刀33及第二切刀43的端头部位分别向内开设有凹槽34，凹槽34的截面呈等腰三角状，即第一切刀33及第二切刀43的端部形成两端尖，中间凹的等腰三角形形状，其作用是使得铜箔与铝箔集流体在第一切刀31与第二切刀 41的切割过程中减小受力面积，使压强变大，加快切削速度，提高切削效率。优选的，第一切刀31及第二切刀41的表面涂有防粘漆。

[0027] 进一步的，主动辊轴31通过第一轴承座35固定在机架1上，从动辊轴41通过第二轴承座44固定在机架1上，主动辊轴31与从动辊轴32的一端分别同轴设有主动齿轮36与从动齿轮45，主动齿轮36与从动齿轮45相啮合，且主动齿轮36与从动齿轮 45的转向相反、齿数相等，主动齿轮36与动力装置相连，动力装置带动主动齿轮36 转动，主动齿轮36带动从动齿轮45转动，从而使主动滚刀组3及从动滚刀组4形成相对旋转以对废$LiFePO_4$动力电池进行碾压和切割。

[0028] 进一步的，如图6、图7、图8所示，搅拌体包括纵向布置在搅拌桶51内的搅拌辊筒

53，搅拌辊筒53沿其周向均布有柔性材料制成的搅拌棒54，搅拌棒54的端部与搅拌桶51的内壁之间留有间隙，该间隙为50mm，作用是为了让搅拌桶51内的稀碱液发生充分转动；搅拌棒54沿搅拌辊筒53的长度方向布置多组，每组搅拌棒包括同一水平方向布置的四个棒体，每个棒体间隔90度，相邻两组搅拌棒之间的间距为155mm。本实施例中，搅拌棒54从上至下布置四组，每组有四个棒体，即一共16个棒体，搅拌辊筒53 上设有16个套筒与其配合。

[0029] 进一步的，搅拌辊筒53为内部中空的空心筒体，搅拌辊筒53的筒壁上设有用于容纳搅拌棒54的套筒55，搅拌棒54为柔性的尼龙棒，搅拌棒54的一端与套筒55螺栓连接，搅拌辊筒53的上下两端分别设有同芯设置的第一固定轴56与第二固定轴57，第一固定轴56的顶端同轴连接有第一锥齿轮561，第一锥齿轮561与设置在锥齿轮轴58上的第二锥齿轮581相啮合，锥齿轮轴58通过第三轴承座59固定在机架1上，锥齿轮轴 58与动力装置相连，第二固定轴57通过第四轴承座固定在搅拌桶51的底部，搅拌桶 51的底部设有固定第四轴承座的菱形轴承座孔511。锥齿轮轴58呈水平方向布置，动力装置带动锥齿轮轴58转动，固定在锥齿轮轴58上的第二锥齿轮581同步转动，同时带动与其相啮合的第一锥齿轮561转动，从而使固定在第一固定轴56上的搅拌辊筒53 转动，搅拌辊筒53带动搅拌棒54做圆周运动，以使搅拌桶51内的稀碱液发生转动。

[0030] 进一步的，出料管52的进口处设有漏网521，出料管52的出口处设有封盖522，封盖522与出料管52之间为可拆卸配合。

[0031] 进一步的，如图1、图2所示，动力装置包括置于机架1上的减速电机61，其额定功率为1.5KW，减速电机61的输出端与第一带轮62相连，动力装置还包括设置在锥齿轮轴58上的第二带轮63以及设置在主动轮轴31上的第三带轮64，第二带轮63为双槽带轮，第一带轮62通过第一皮带65与第二带轮63相连，第二带轮63通过第二皮带66 与第三带轮64相连，第二带轮63与第三带轮64的外径相等，第二带轮63的直径是第一带轮62直径的两倍。动力装置工作时，由减速电机61带动第一带轮62转动，第一带轮62通过第一皮带65带动第二带轮63转动，从而带动锥齿轮轴58转动，第二带轮 63通过第二皮带66带动第三带轮64转动，从而带动主动辊轴31转动，主动辊轴31 通过主动齿轮36带动从动齿轮45转动，从而使从动辊轴41发生转动。

[0032] 进一步的，如图1所示，破碎装置外设有保护罩7，保护罩7的上端与进料斗2相连，保护罩7的下端呈敞口状，进料斗2的纵截面呈上底宽下底窄的梯形，进料斗2的下料口整体呈长条状，该下料口的位置与主动滚刀组3及从动滚刀组4的中间位置相对准，且该下料口的宽度为25～30mm。即进料斗2的上口大，下口小，下料口对准主动滚刀组3与从动滚刀组4之间的位置，以便于使废$LiFePO_4$动力电池正好落入两个滚刀组之间，实现碾压和切割。

[0033] 本发明的工作过程及工作原理如下：

[0034] 工作时，废$LiFePO_4$动力电池进入进料斗2，经过破碎装置破碎后形成形状规则的长条状废料进入下方的搅拌装置，搅拌装置的搅拌桶51在工作过程中盛满稀碱液，废$LiFePO_4$动力电池的外壳、正极铝箔集流体上的磷酸铁锂粉末、负极铜箔集流体上的碳粉在搅拌桶51内经过搅拌体的搅拌后与铜箔及铝箔集流体发生脱落，脱落过后的湿粉料磷酸铁锂与碳粉粉末和部分金属小碎屑组成的稀碱液经漏网521后通过出料管52排出，利用收集装置对其进行收集；搅拌筒51内只剩下金属铜箔与铝箔集流体薄片，将其置于真空干燥箱中烘干，用于下一步风选分类回收铜箔与铝箔集流体。

[0035] 本发明的有益效果在于：1)废$LiFePO_4$动力电池的内芯中正极铝箔集流体上的磷酸铁锂粉末、负极铜箔集流体上的碳粉经过破碎和搅拌分离，破碎过后是形状规则的片状铜箔与铝箔电极片，使得破碎产物粒径达到风选机的有效风选的范围，以实现分级风选。2)目前市场上存在的废$LiFePO_4$动力电池破碎搅拌装置，电极料中磷酸铁锂与碳粉粉末与正极铝箔集流体与负极铜箔集流体的分离率不足50％，本发明既能够保证破碎出的电极料为规则形状片状铜箔与铝箔电极片，又能够使得磷酸铁锂与碳粉粉末与正极铝箔集流体与负极铜箔集流体的分离率能够达到90％以上，为后续废旧动力电池风选回收出有用金属提供了可靠地保证，大大提高了风选效率。

[0036] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述，并非对本发明的范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进，均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

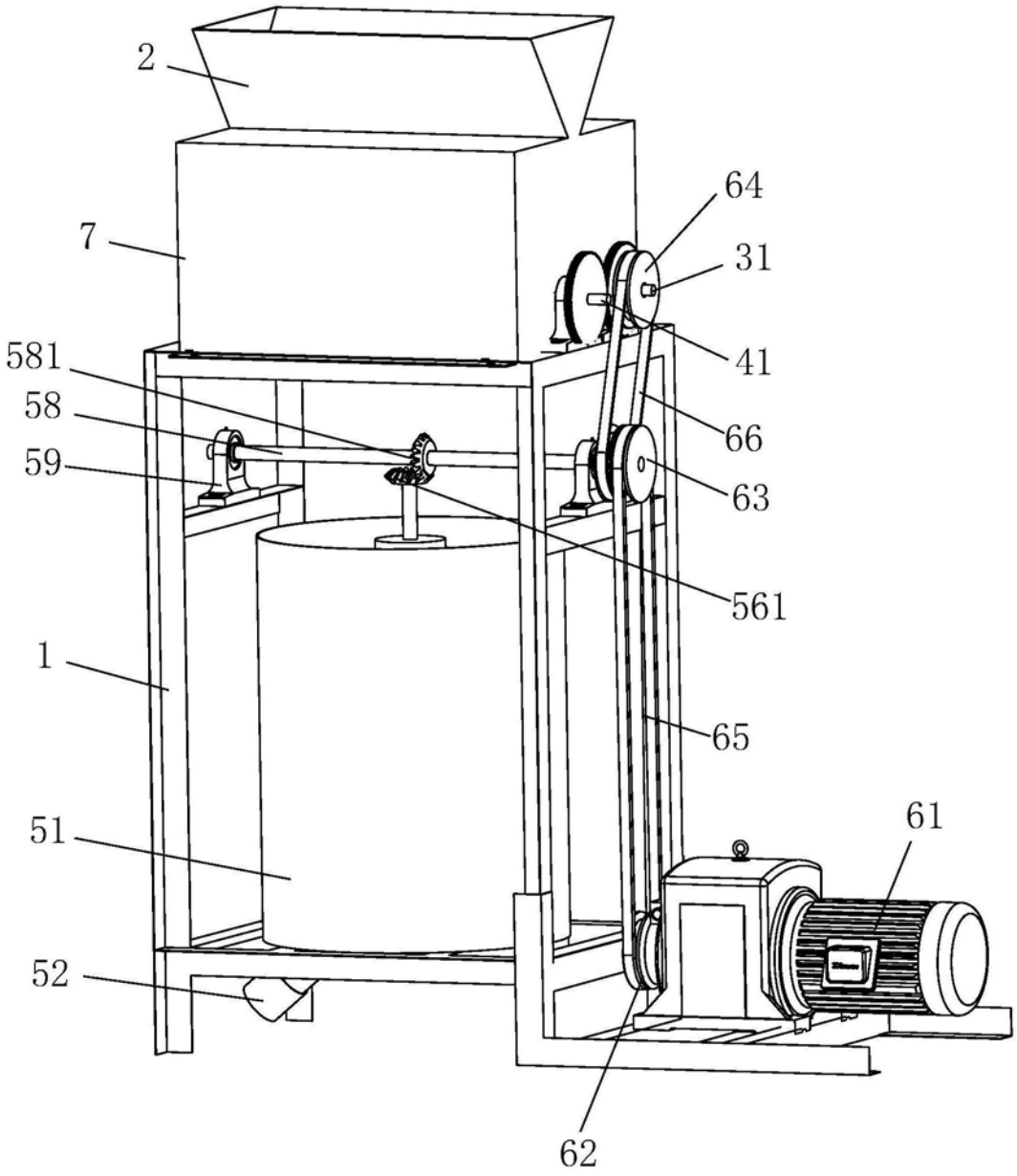


图1

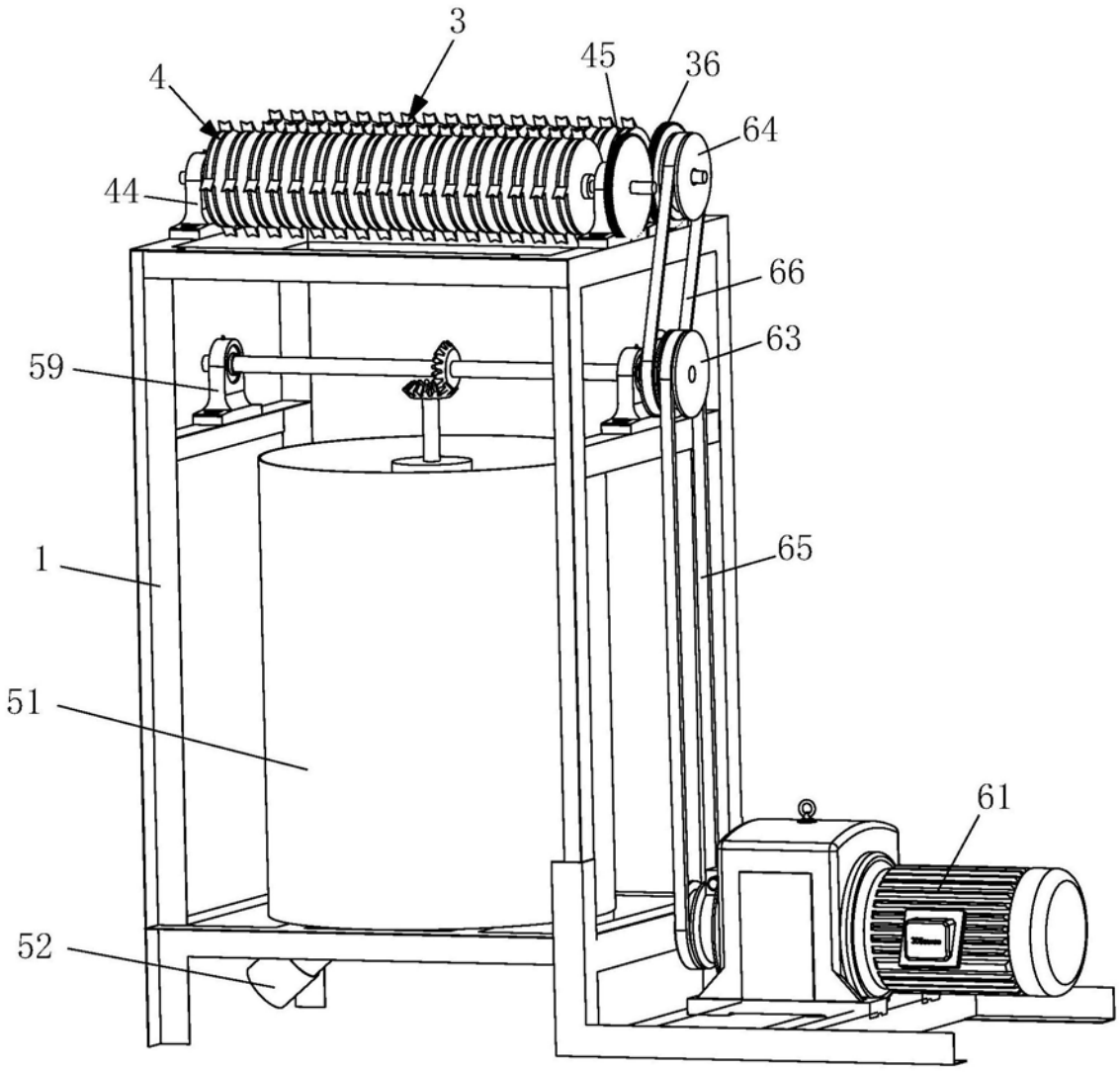


图2

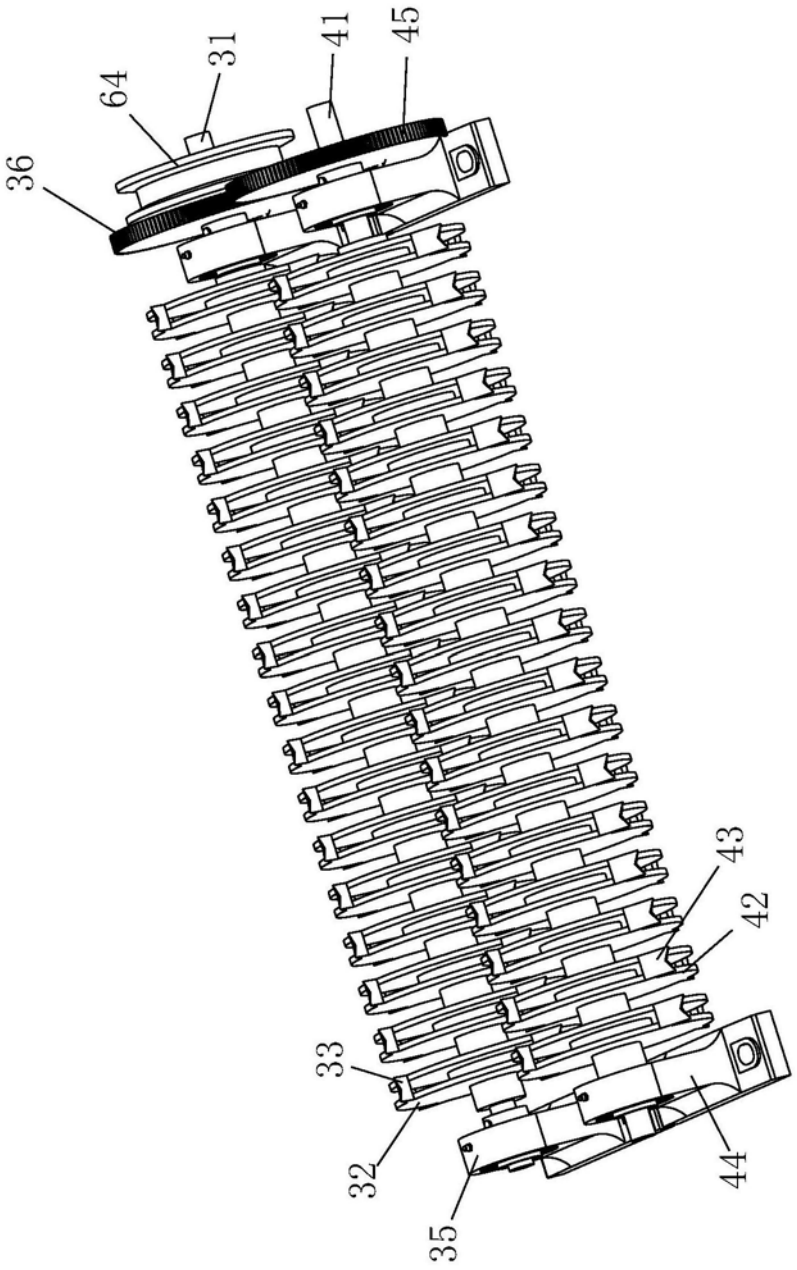


图3

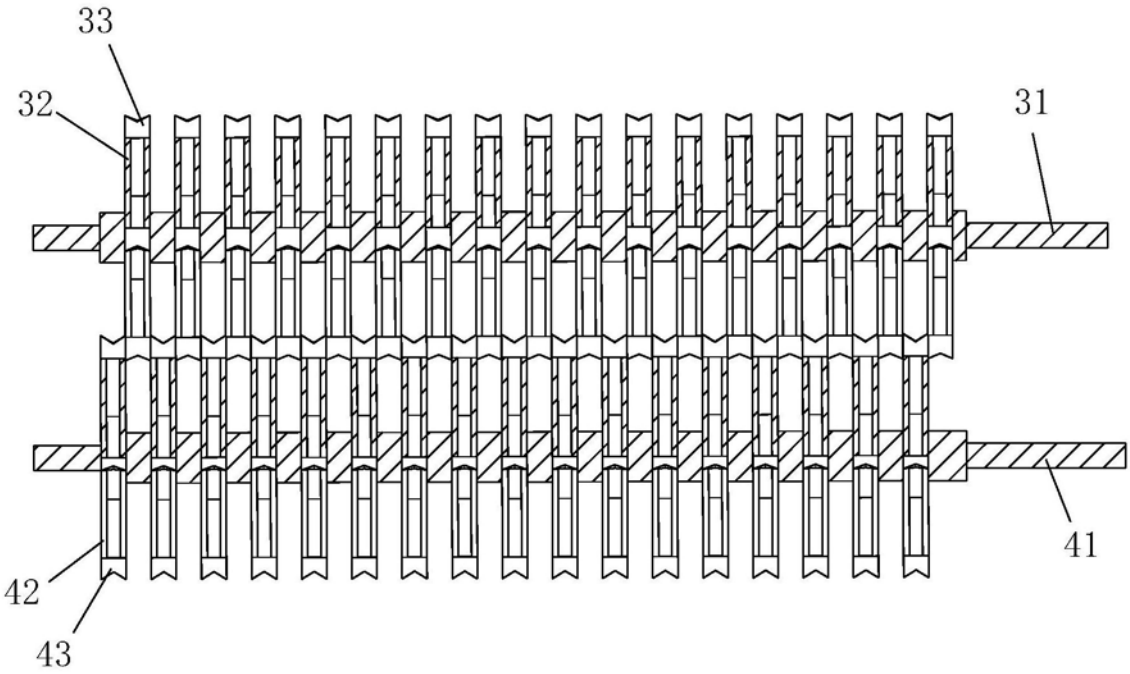


图4

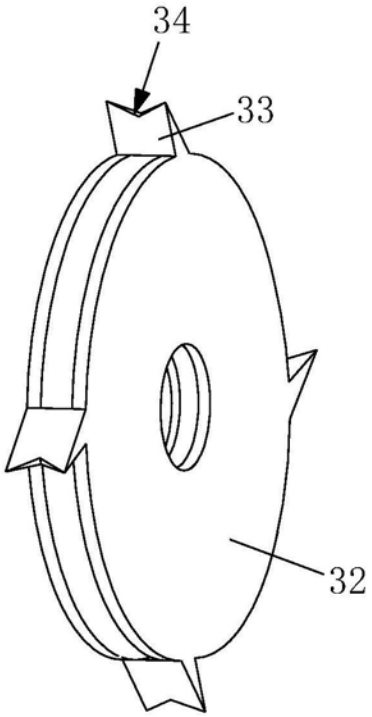


图5

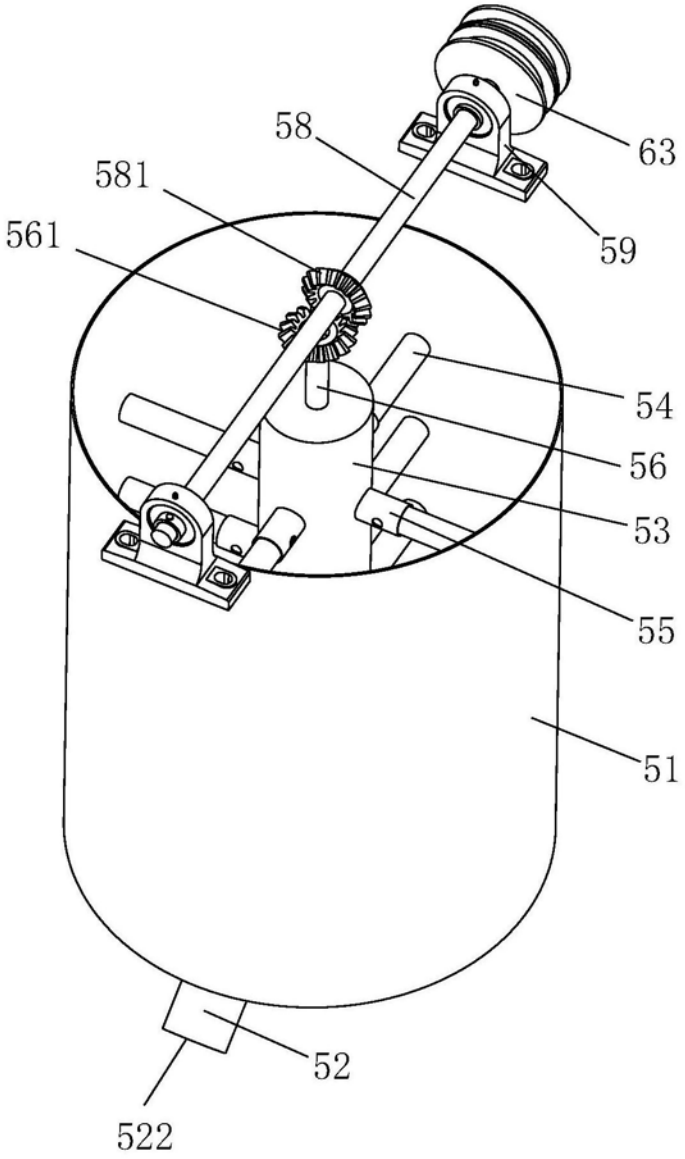


图6

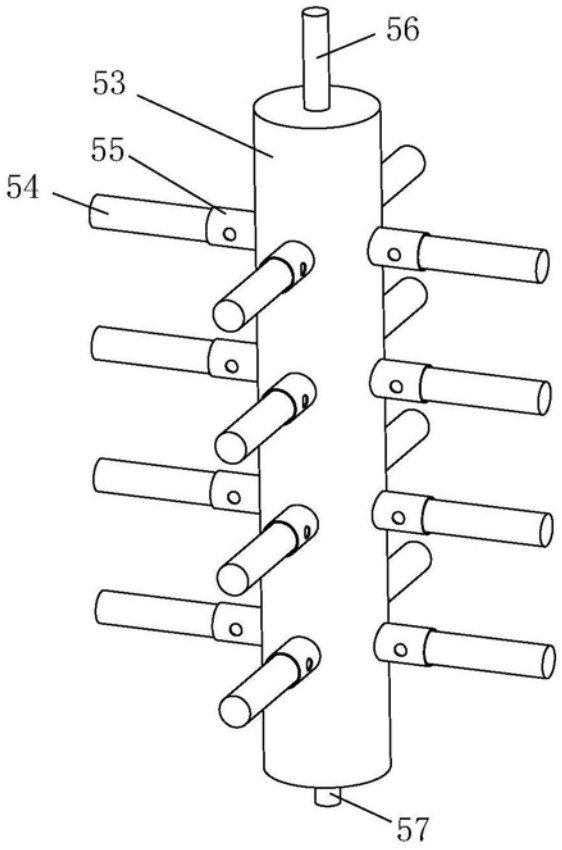


图7

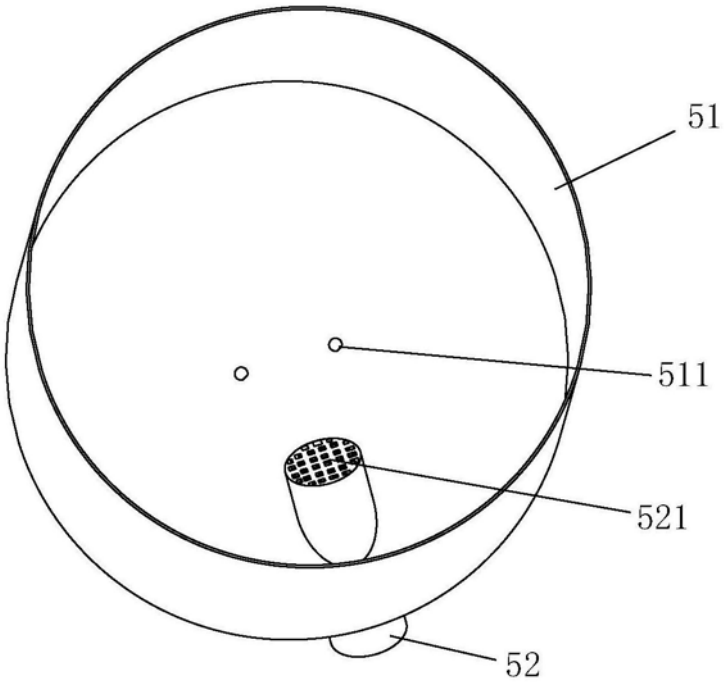


图8