



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109847683 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 29

(21) 申请号 201910144128.8

(22) 申请日 2019.02.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109847683 A

(43) 申请公布日 2019.06.07

(73) 专利权人 中机国际工程设计研究院有限责
任公司

地址 410007 湖南省长沙市雨花区韶山中
路18号

(72) 发明人 熊学恒 刘勇 侯希明 黄伶俐
王晓非 罗忠源

(74) 专利代理机构 长沙智嵘专利代理事务所
(普通合伙) 43211

专利代理师 罗红枚

(51) Int.Cl.

B01J 19/18 (2006.01)

B01J 4/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207101950 U, 2018.03.16

CN 209997613 U, 2020.01.31

CN 109351310 A, 2019.02.19

审查员 郑海洋

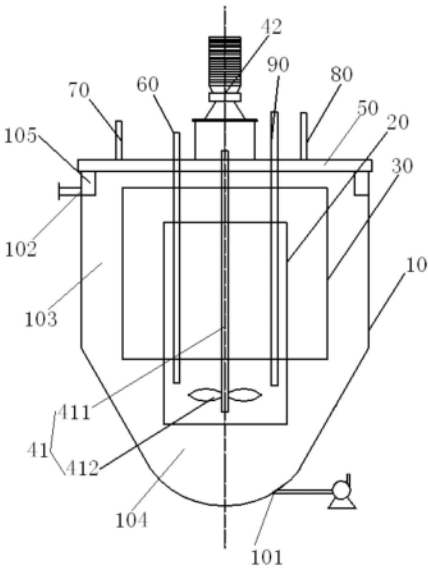
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

三元正极材料前驱体制备用反应釜

(57) 摘要

本发明公开了一种三元正极材料前驱体制备用反应釜,包括反应釜体,反应釜体内设有循环筒和导流筒,导流筒和循环筒均呈空心筒状,且循环筒套装于导流筒外。反应釜体上还连接有搅拌系统,搅拌系统包括搅拌杆件,搅拌杆件用于对反应釜体内的反应溶液进行搅拌,以使反应溶液分散、混合产生晶核,并使晶核随反应溶液在导流筒和循环筒之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒。反应釜体的上端设有供反应后的溶液向外溢流的溢流口,且反应釜体的底部设有出料口,出料口用于供晶体向外排出。采用本发明的反应釜,可同时实现合成及陈化两步工序的作用,在连续生产的条件下,减少生产环节、降低生产成本、提高生产效率。



1. 一种三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,包括:

用于进行晶粒的合成反应及陈化反应的反应釜体(10),所述反应釜体(10)内设有用于使反应溶液和晶粒形成循环流动的循环筒(30),及用于对反应溶液和晶粒的循环流动进行导向的导流筒(20),所述导流筒(20)和所述循环筒(30)均呈空心筒状,且所述循环筒(30)套装于所述导流筒(20)外;

所述反应釜体(10)上还连接有用于在反应过程中进行搅拌的搅拌系统,所述搅拌系统包括沿所述导流筒(20)的轴向插入所述导流筒(20)内的搅拌杆件(41),所述搅拌杆件(41)用于对所述反应釜体(10)内的反应溶液进行搅拌,以使反应溶液分散、混合产生晶核,并使晶核随反应溶液在所述导流筒(20)和所述循环筒(30)之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒;

所述反应釜体(10)的上端设有供反应后的溶液向外溢流的溢流口(102),且所述反应釜体(10)的底部设有出料口(101),所述粗晶颗粒落入所述反应釜体(10)底部发生陈化反应成为粒径合格的晶体,所述出料口(101)用于供所述晶体向外排出;

反应釜体(10)的内腔包括上下依次布设的合成区(103)和陈化区(104),合成区(103)用于供反应溶液分散、混合产生晶核,并在连续循环运动过程中长大为粗晶颗粒,陈化区(104)用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体;导流筒(20)和循环筒(30)均布设于合成区(103),且导流筒(20)的底端向下伸入陈化区(104);出料口(101)布设于陈化区(104);

陈化区(104)包括上下依次布设的稳流区和沉淀区;稳流区呈与合成区(103)平滑过渡连接的圆锥台状,稳流区用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体;稳流区呈圆锥台状,可使循环筒(30)中的晶粒能够平滑、顺畅落入稳流区内陈化;稳流区与合成区(103)平滑过渡连接,也可防止晶粒在两者的连接处团聚进而影响产品的均一性;沉淀区呈与稳流区的缩口端平滑过渡连接的半椭球体状,沉淀区用于对粒径合格的晶体进行沉淀;沉淀区与稳流区平滑过渡连接,也可防止晶粒在两者的连接处团聚进而影响产品的均一性;出料口(101)开设于反应釜体(10)沉淀区的侧壁上;

导流筒(20)和循环筒(30)同轴设置;导流筒(20)的底端向下伸出循环筒(30);循环筒(30)的外径为反应釜体(10)内径的 $2/3 \sim 4/5$,循环筒(30)的高度为反应釜体(10)内高的 $1/3 \sim 1/2$ 。导流筒(20)的外径为循环筒(30)内径的 $1/2 \sim 2/3$,导流筒(20)的高度为循环筒(30)内高的 $4/3 \sim 3/2$;

反应釜体(10)的上端具有呈环形的溢流堰(105),溢流堰(105)的宽度为反应釜体(10)内径的 $1/20 \sim 1/10$,溢流堰(105)的高度为反应釜体(10)内高的 $1/20 \sim 1/8$;

溢流口(102)开设于溢流堰(105)的外环壁上。

2. 根据权利要求1所述的三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,

所述导流筒(20)通过第一安装支架与所述循环筒(30)和/或所述反应釜体(10)固定连接;

所述循环筒(30)通过第二安装支架与所述反应釜体(10)固定连接。

3. 根据权利要求1所述的三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,

所述搅拌杆件(41)包括沿所述导流筒(20)的轴线插入所述导流筒(20)中的搅拌杆(411),及装设于所述搅拌杆(411)外圆上的搅拌桨叶(412);

所述搅拌桨叶(412)的直径为所述导流筒(20)内径的 $5/6 \sim 4/5$ 。

4.根据权利要求1所述的三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,
所述陈化区(104)的高度为所述反应釜体(10)内高的 $1/3 \sim 2/3$;

所述出料口(101)设置在距所述反应釜体(10)底部为所述反应釜体(10)高度的 $1/20 \sim 1/10$ 的高度处。

5.根据权利要求1所述的三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,

所述三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括安装上盖(50),所述安装上盖(50)盖紧于所述反应釜体(10)的开口端上;

所述三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括用于将各种反应溶液分别导入所述反应釜体(10)内的多根进料管(60)、用于检测所述反应釜体(10)内温度的温度检测器(70)、用于检测所述反应釜体(10)内溶液的PH值的PH值检测器(80)及用于向所述反应釜体(10)内充气的充气管(90);

多根所述进料管(60)、所述温度检测器(70)、所述PH值检测器(80)及所述充气管(90)分别连接于所述安装上盖(50)上且底端伸入所述反应釜体(10)内。

6.根据权利要求1所述的三元正极材料前驱体制备用反应釜,其特征在于,
所述反应釜体(10)的内衬由非金属材料制备形成;或
所述反应釜体(10)的内壁上涂覆有非金属涂层。

三元正极材料前驱体制备用反应釜

技术领域

[0001] 本发明涉及三元正极材料前驱体制备用装置领域,特别地,涉及一种三元正极材料前驱体制备用反应釜。

背景技术

[0002] 三元正极材料前驱体的制备是锂离子电池三元材料生产过程中最为关键的工序之一。目前,工业上主要的制备方法是将一定浓度的各种盐溶液与一定浓度的碱溶液以及氨水按照一定的流速连续加入反应釜中,并在合适的反应温度、搅拌速度及pH下生产三元前驱体。制备三元正极材料前驱体时在反应釜中进行,制备时,首先将多种溶液引入反应釜中,并不断搅拌,搅拌过程中产生的细小晶粒随溶液再由反应釜上部开设的出口处流出,以进入下一步序的陈化釜中陈化以最终得到粒径大小合格的晶体。采用现有的反应釜反应时存在以下几个问题:

[0003] 1.由于多种溶液在搅拌作用下反应产生细小晶粒后,再随旋转的溶液由反应釜上部的出口处流出,物料沉淀速率快,溶液容易过饱和,并且晶体成核速率快,晶体的形貌不易控制;

[0004] 2.溶液容易反应不完全,产品产率低,颗粒粒径小,需进入到下一工序的陈化釜中继续反应;

[0005] 3.外部环境、PH值、进料速度等条件稳定不变的情况下,产品粒径难以有效控制;

[0006] 4.单台反应釜在进料结束后,需要停留在反应器里一段时间,需继续加热、搅拌,生产不连续;

[0007] 5.反应釜内成核区、晶体长大区等功能分区不明显,容易发生团聚现象,产品均一性差。

发明内容

[0008] 本发明提供了一种三元正极材料前驱体制备用反应釜,以解决现有反应釜溶液易反应不完全、产品颗粒粒径小、性能均一性差及需要进一步陈化的技术问题。

[0009] 本发明采用的技术方案如下:

[0010] 一种三元正极材料前驱体制备用反应釜,包括:用于进行晶粒的合成反应及陈化反应的反应釜体,反应釜体内设有用于使反应溶液和晶粒形成循环流动的循环筒,及用于对反应溶液和晶粒的循环流动进行导向的导流筒,导流筒和循环筒均呈空心筒状,且循环筒套装于导流筒外;反应釜体上还连接有用于在反应过程中进行搅拌的搅拌系统,搅拌系统包括沿导流筒的轴向插入导流筒内的搅拌杆件,搅拌杆件用于对反应釜体内的反应溶液进行搅拌,以使反应溶液分散、混合产生晶核,并使晶核随反应溶液在导流筒和循环筒之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒;反应釜体的上端设有供反应后的溶液向外溢流的溢流口,且反应釜体的底部设有出料口,粗晶颗粒落入反应釜体底部发生陈化反应成为粒径合格的晶体,出料口用于供晶体向外排出。

[0011] 进一步地,反应釜体的内腔包括上下依次布设的合成区和陈化区,合成区用于供反应溶液分散、混合产生晶核,并在连续循环运动过程中长大为粗晶颗粒,陈化区用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体;导流筒和循环筒均布设于合成区,且导流筒的底端向下伸入陈化区;出料口布设于陈化区。

[0012] 进一步地,导流筒和循环筒同轴设置,且导流筒的底端向下伸出循环筒;循环筒的外径为反应釜体内径的 $2/3 \sim 4/5$,循环筒的高度为反应釜体内高的 $1/3 \sim 1/2$;导流筒的外径为循环筒内径的 $1/2 \sim 2/3$,导流筒的高度为循环筒内高的 $4/3 \sim 3/2$ 。

[0013] 进一步地,导流筒通过第一安装支架与循环筒和/或反应釜体固定连接;循环筒通过第二安装支架与反应釜体固定连接。

[0014] 进一步地,搅拌杆件包括沿导流筒的轴线插入导流筒中的搅拌杆,及装设于搅拌杆外圆上的搅拌桨叶;搅拌桨叶的直径为导流筒内径的 $5/6 \sim 4/5$ 。

[0015] 进一步地,反应釜体的上端具有呈环形的溢流堰,溢流堰的宽度为反应釜体内径的 $1/20 \sim 1/10$,溢流堰的高度为反应釜体内高的 $1/20 \sim 1/8$;溢流口开设于溢流堰的外环壁上。

[0016] 进一步地,陈化区包括上下依次布设的稳流区和沉淀区;稳流区呈与合成区平滑过渡连接的圆锥台状,稳流区用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体;沉淀区呈与稳流区的缩口端平滑过渡连接的半椭球体状,沉淀区用于对粒径合格的晶体进行沉淀;出料口开设于反应釜体沉淀区的侧壁上。

[0017] 进一步地,陈化区的高度为反应釜体内高的 $1/3 \sim 2/3$;出料口设置在距反应釜体底部为反应釜体高度的 $1/20 \sim 1/10$ 的高度处。

[0018] 进一步地,三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括安装上盖,安装上盖盖紧于反应釜体的开口端上;三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括用于将各种反应溶液分别导入反应釜体内的多根进料管、用于检测反应釜体内温度的温度检测器、用于检测反应釜体内溶液的PH值的PH值检测器及用于向反应釜体内充气的充气管;多根进料管、温度检测器、PH值检测器及充气管分别连接于安装上盖上且底端伸入反应釜体内。

[0019] 进一步地,反应釜体的内衬由非金属材料制备形成;或反应釜体的内壁上涂覆有非金属涂层。

[0020] 本发明具有以下有益效果:

[0021] 采用本发明的三元正极材料前驱体制备用反应釜反应时,在导流筒和循环筒两者的配合作用及搅拌杆件的搅拌作用下,分散、混合产生的晶核在导流筒和循环筒之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒,该粗晶颗粒再掉落至反应釜体的底部区间进行进一步陈化反应以长大为粒径合格的晶体,该晶体最终由反应釜体底部的出料口向外排出,而反应后的溶液则由反应釜体上端的溢流口向外溢出,进而形成一个上部溢流出溶液,下部出料的连续生产方式,从而延长反应时间,使溶液反应完全,进而提高产品产率、增大颗粒粒径,并物料连续循环运动降低物料沉淀速率,使溶液不易过饱和,且减缓晶体成核速率,使晶体的形貌容易控制;并同时实现合成及陈化两步工序的作用,在连续生产的条件下,减少生产环节、降低生产成本、提高生产效率;且粗晶颗粒落入反应釜体的底部区间后进一步长大,而已经长大的晶粒在搅拌产生的溶液和晶粒的旋动作用下可以磨掉边角,使晶体变得圆整、光滑,形成较好的球形度,进而得到球形度良好,粒径较大,性能均匀的产品。

[0022] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0023] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0024] 图1是本发明优选实施例的三元正极材料前驱体制备用反应釜的结构示意图;

[0025] 图2是图1中三元正极材料前驱体制备用反应釜去除安装上盖后的俯视结构示意图。

[0026] 图例说明

[0027] 10、反应釜体;101、出料口;102、溢流口;103、合成区;104、陈化区;105、溢流堰;20、导流筒;30、循环筒;41、搅拌杆件;411、搅拌杆;412、搅拌桨叶;42、驱动电机;50、安装上盖;60、进料管;70、温度检测器;80、PH值检测器;90、充气管。

具体实施方式

[0028] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0029] 参照图1,本发明的优选实施例提供了一种三元正极材料前驱体制备用反应釜,包括:用于进行晶粒的合成反应及陈化反应的反应釜体10,反应釜体10内设有用于使反应溶液和晶粒形成循环流动的循环筒30,及用于对反应溶液和晶粒的循环流动进行导向的导流筒20,导流筒20和循环筒30均呈空心筒状,且循环筒30套装于导流筒20外。反应釜体10上还连接有用于在反应过程中进行搅拌的搅拌系统,搅拌系统包括沿导流筒20的轴向插入导流筒20内的搅拌杆件41,搅拌杆件41用于对反应釜体10内的反应溶液进行搅拌,以使反应溶液分散、混合产生晶核,并使晶核随反应溶液在导流筒20和循环筒30之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒。反应釜体10的上端设有供反应后的溶液向外溢流的溢流口102,且反应釜体10的底部设有出料口101,粗晶颗粒落入反应釜体10底部发生陈化反应成为粒径合格的晶体,出料口101用于供晶体向外排出。

[0030] 采用本发明的三元正极材料前驱体制备用反应釜反应时,各种反应溶液进入反应釜体10后在搅拌杆件41的搅拌下分散、混合后产生细小的晶核,晶核再在搅拌作用下在导流筒20中由下往上运动,由导流筒20的顶部冒出后进入到循环筒30内继续长大,长大后的晶粒再落入反应釜体10的底部,并在搅拌作用下再次进入导流筒20内,以形成一个在导流筒20和循环筒30之间不断循环长大的过程,直至晶粒反应时间足够,达到一定粒径大小的粗晶颗粒后,便落入反应釜体10的底部沉淀并进行陈化作用,陈化完全后的颗粒再由出料口101排出反应釜体10,而反应后的溶液则由反应釜体10上端的溢流口102向外溢出,进而形成一个上部溢流出溶液,下部出料的连续生产方式。

[0031] 采用本发明的三元正极材料前驱体制备用反应釜反应时,在导流筒20和循环筒30两者的配合作用及搅拌杆件41的搅拌作用下,分散、混合产生的晶核在导流筒20和循环筒30之间连续循环运动以长大为粗晶颗粒,该粗晶颗粒再掉落至反应釜体10的底部区间进行进一步陈化反应以长大为粒径合格的晶体,该晶体最终由反应釜体10底部的出料口101向

外排出,而反应后的溶液则由反应釜体10上端的溢流口102向外溢出,进而形成一个上部溢流出溶液,下部出料的连续生产方式,从而延长反应时间,使溶液反应完全,进而提高产品产率、增大颗粒粒径,并物料连续循环运动降低物料沉淀速率,使溶液不易过饱和,且减缓晶体成核速率,使晶体的形貌容易控制;并同时实现合成及陈化两步工序的作用,在连续生产的条件下,减少生产环节、降低生产成本、提高生产效率;且粗晶颗粒落入反应釜体10的底部区间后进一步长大,而已经长大的晶粒在搅拌产生的溶液和晶粒的旋动作用下可以磨掉边角,使晶体变得圆整、光滑,形成较好的球形度,进而得到球形度良好,粒径较大,性能均匀的产品。

[0032] 可选地,如图1所示,反应釜体10的内腔包括上下依次布设的合成区103和陈化区104,合成区103用于供反应溶液分散、混合产生晶核,并在连续循环运动过程中长大为粗晶颗粒,陈化区104用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体。导流筒20和循环筒30均布设于合成区103,且导流筒20的底端向下伸入陈化区104。出料口101布设于陈化区104。合成区103用于供反应溶液分散、混合产生晶核,并在连续循环运动过程中长大为粗晶颗粒,且陈化区104用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体,从而使功能分区明显,不易发生团聚现象,进一步提高产品的均一性。

[0033] 本发明中,如图1和图2所示,导流筒20和循环筒30同轴设置,以在导流筒20和循环筒30之间形成均匀的供晶核不断循环长大的区间,以进一步提高晶粒的均匀性;且导流筒20的底端向下伸出循环筒30。以便反应釜体10底部的晶粒随溶液上升至导流筒20内,也便于循环筒30内的晶粒向下落入反应釜体10的底部。进一步地,循环筒30的外径为反应釜体10内径的 $\frac{2}{3} \sim \frac{4}{5}$,循环筒30的高度为反应釜体10内高的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 。导流筒20的外径为循环筒30内径的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$,导流筒20的高度为循环筒30内高的 $\frac{4}{3} \sim \frac{3}{2}$ 。

[0034] 可选地,导流筒20通过第一安装支架(图未示)与循环筒30和/或反应釜体10固定连接。循环筒30通过第二安装支架(图未示)与反应釜体10固定连接。

[0035] 可选地,如图1所示,搅拌杆件41包括沿导流筒20的轴线插入导流筒20中的搅拌杆411,及装设于搅拌杆411外圆上的搅拌桨叶412。优选地,根据实际反应需求,搅拌桨叶412的数量为多个,多个搅拌桨叶412沿搅拌杆411的轴向依次间隔设置于搅拌杆411上。进一步地,如图1所示,搅拌系统还包括用于驱动搅拌杆411转动的驱动电机42,驱动电机42连接于反应釜体10上。搅拌杆411的上端与驱动电机42的驱动轴固定连接。

[0036] 优选地,搅拌桨叶412的直径为导流筒20内径的 $\frac{5}{6} \sim \frac{4}{5}$,以在搅拌桨叶412驱转溶液和晶粒时,使晶粒能够由反应釜体10的底部进入至导流筒20内,并在导流筒20中由下至上运动。

[0037] 可选地,如图1所示,反应釜体10的上端具有呈环形的溢流堰105,溢流堰105的宽度为反应釜体10内径的 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{10}$,溢流堰105的高度为反应釜体10内高的 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{8}$ 。溢流口102开设于溢流堰105的外环壁上。通过在反应釜体10上端的内壁上设置溢流堰105,且使溢流口102开设于溢流堰105的外环壁上,进而使反应后的溶液首先溢流至溢流堰105中,然后再由溢流口102向外溢出反应釜体10,使溶液平缓溢出反应釜体10,防止溶液在搅拌杆件41产生的溶液和晶粒的旋动作用下剧烈溢出反应釜体10,进而影响反应釜体10内反应的进行,也使未反应完成的溶液在旋动作用下直接由溢流口102中溢出。

[0038] 可选地,如图1所示,陈化区104包括上下依次布设的稳流区和沉淀区。稳流区呈与

合成区103平滑过渡连接的圆锥台状,稳流区用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体;稳流区呈圆锥台状,可使循环筒30中的晶粒能够平滑、顺畅落入稳流区内陈化;稳流区与合成区103平滑过渡连接,也可防止晶粒在两者的连接处团聚进而影响产品的均一性。沉淀区呈与稳流区的缩口端平滑过渡连接的半椭球体状,沉淀区用于对粒径合格的晶体进行沉淀。沉淀区与稳流区平滑过渡连接,也可防止晶粒在两者的连接处团聚进而影响产品的均一性。出料口101开设于反应釜体10沉淀区的侧壁上;进一步地,出料口101处设有出料管,出料管连接有出料泵,沉淀区内沉淀的晶体在出料泵的作用下被泵出反应釜体10。另外,稳流区用于供粗晶颗粒进行陈化作用长大为粒径合格的晶体,且沉淀区用于对粒径合格的晶体进行沉淀,从而使功能分区更明显、更细化,晶粒不易发生团聚现象,进而更进一步提高产品的均一性。

[0039] 可选地,陈化区104的高度为反应釜体10内高的 $1/3 \sim 2/3$ 。出料口101设置在距反应釜体10底部为反应釜体10高度的 $1/20 \sim 1/10$ 的高度处。

[0040] 可选地,如图1所示,三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括安装上盖50,安装上盖50盖紧于反应釜体10的开口端上。三元正极材料前驱体制备用反应釜还包括用于将各种反应溶液分别导入反应釜体10内的多根进料管60、用于检测反应釜体10内温度的温度检测器70、用于检测反应釜体10内溶液的PH值的PH值检测器80及用于向反应釜体10内充气的充气管90。多根进料管60、温度检测器70、PH值检测器80及充气管90分别连接于安装上盖50上且底端伸入反应釜体10内。

[0041] 进一步地,如图1所示,进料管60沿导流筒20的轴向伸入导流筒20内,以将反应溶液直接导入导流筒20中,以便反应溶液在搅拌杆件41的作用下能够快速反应产生晶核,进而提高反应速率;且进料管60的底端接近导流筒20的底端,以使反应溶液能够尽可能在搅拌杆件41的作用下快速、充分反应。同样的,充气管90沿导流筒20的轴向伸入导流筒20内,且充气管90的底端接近导流筒20的底端,以将空气直接导入导流筒20的反应位置处,以提高反应速率。

[0042] 可选地,反应釜体10的内衬由非金属材料制备形成,非金属材料优选为陶瓷。或反应釜体10的内壁上涂覆有非金属涂层,非金属涂层为特氟龙涂层。反应釜体10的内衬或内壁为非金属材料,可避免参与反应釜体10内的反应,进而影响产品的品质。

[0043] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

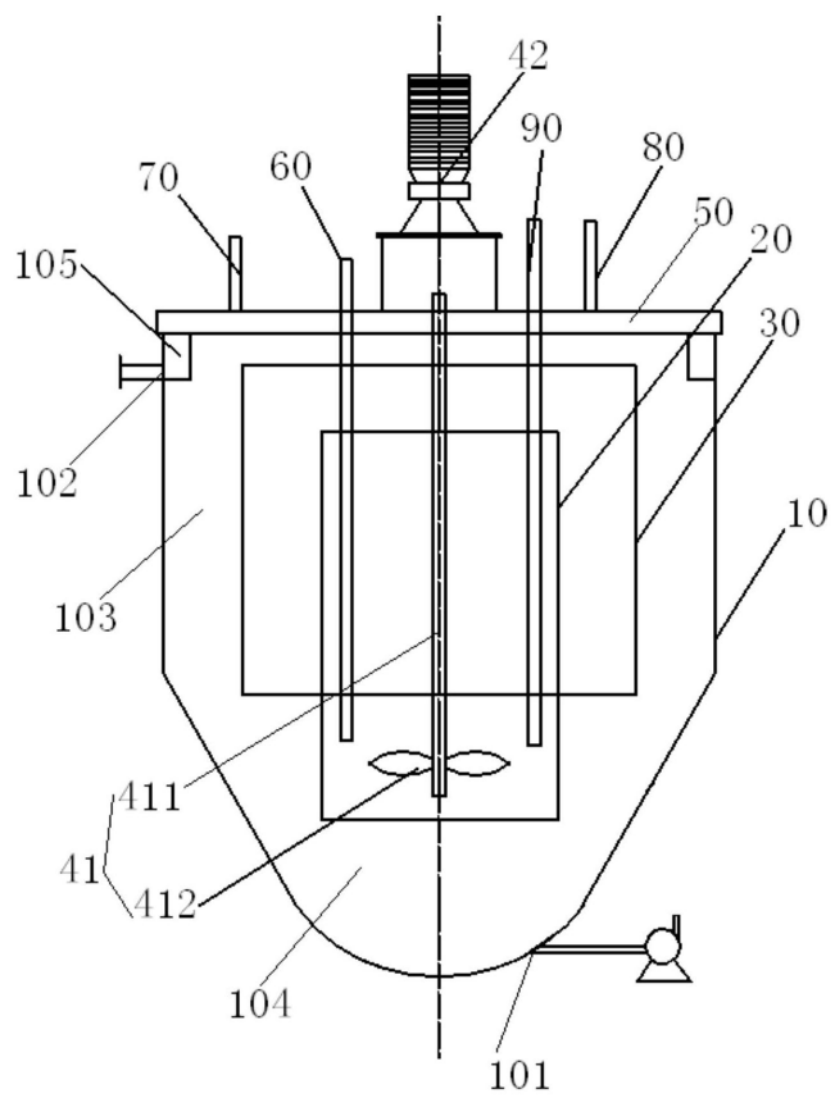


图1

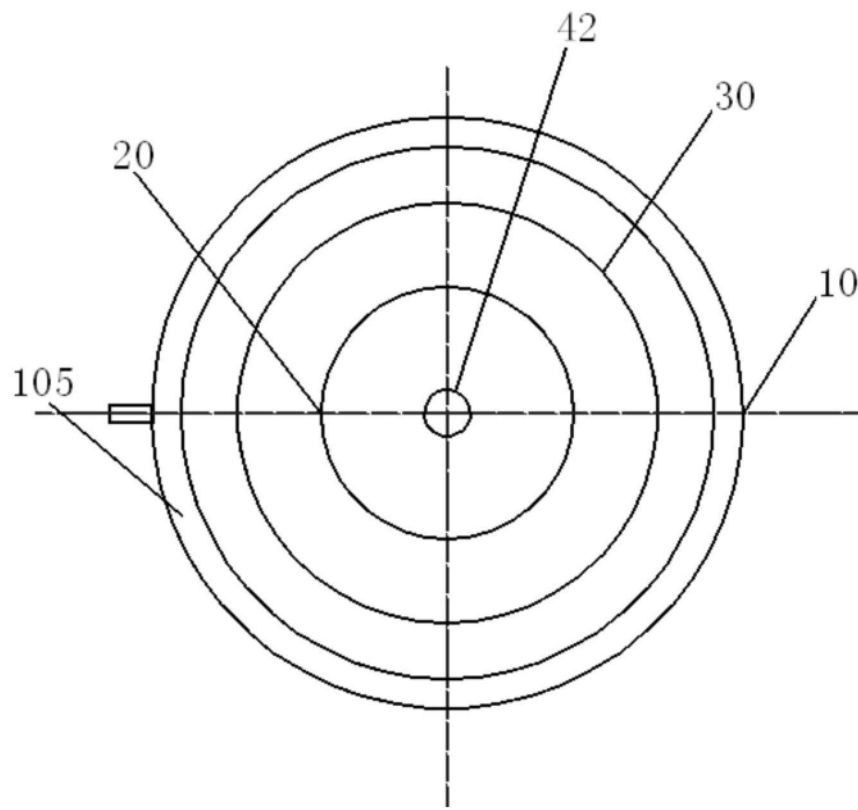


图2