

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 2 月 12 日 (12.02.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/018196 A1

- (51) 国际专利分类号:
C12P 7/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/071587
- (22) 国际申请日: 2014 年 1 月 27 日 (27.01.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310341927.7 2013 年 8 月 7 日 (07.08.2013) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区成府路清华园 1 号,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 李十中 (LI, Shizhong); 中国北京市海淀区
成府路清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。 李光明
(LI, Guangming); 中国北京市海淀区成府路清华园
1 号, Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京律恒立业知识产权代理事务所 (特
殊普通合伙) (BEIJING LEALYEARS INTELLEC-

TUAL PROPERTY AGENT FIRM); 中国北京市海淀区
大钟寺 13 号华杰大厦二层 B210 室, Beijing
100098 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,
RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: CONTINUOUS SOLID SEPARATION DEVICE AND PROCESS FOR PREPARING FUEL ETHANOL

(54) 发明名称: 一种制取燃料乙醇的连续固态分离装置及工艺

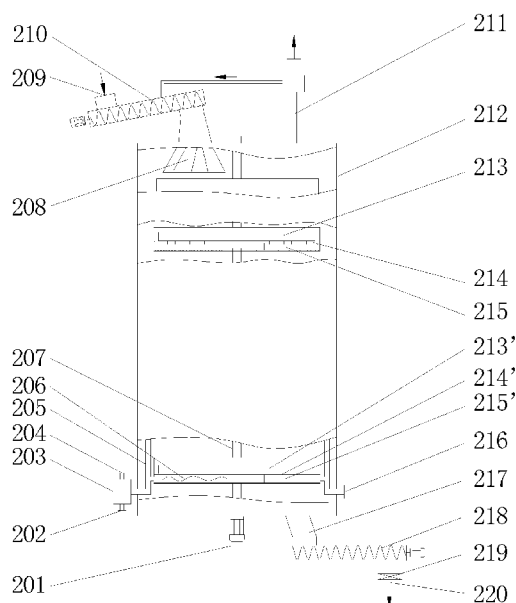


图 1 / FIG. 1

(57) Abstract: The present invention belongs to the technical field of fuel ethanol production through fermentation of saccharine materials by using microorganism, and specifically relates to a continuous separation device and process for producing fuel ethanol. The device is a continuous distillation device, and is an improvement of an existing distillation device. In the present invention, continuous ethanol separation process is used, fermentable sugar in sweet sorghum straws (sugarcanes, beet, or the like) may be fully used, so that the ethanol yield is increased, a conventional production mode is changed, and continuity of the ethanol separation process is achieved. In addition, waste materials generated during the distillation process can be used as a fuel material or an animal feed, thereby saving costs, and the technology also has a great environmental protection meaning.

(57) 摘要: 本发明属于微生物发酵糖质原料生产燃料乙醇的技术领域。具体涉及一种生产燃料乙醇的连续分离装置及工艺。所述装置为连续蒸馏装置, 并对现有的蒸馏装置进行了改进。本发明采用的连续分离乙醇工艺, 可以充分利用甜高粱秸秆 (或甘蔗、甜菜) 中的可发酵糖分, 提高了乙醇产率, 改变了传统生产方式, 真正实现了分离乙醇工艺的连续化; 而且蒸馏过程中所产生的废料既可以作为燃料, 又可以作为动物饲料, 不但节约了成本, 还具有很大的环保意义。



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种制取燃料乙醇的连续固态分离装置及工艺

5 技术领域

本发明属于微生物发酵生产燃料乙醇的技术领域。具体涉及一种生产燃料乙醇的连续分离装置及工艺，特别是一种基于糖质原料制取燃料乙醇的连续分离装置及工艺。

背景技术

10 随着社会的发展，化石资源已渐趋枯竭，世界各国开始致力于研究可再生能源物质，而可替代石油燃料的绿色新能源——燃料乙醇受到了国内外的广泛关注。因其燃烧特性与汽油非常接近，可以按一定比例与汽油混合使用，也可以直接作为燃料使用，极大减少了有害气体的排放，具有广阔的发展空间。

15 由于世界人口急剧增多，为保证粮食供应，逐渐有国家出台限制粮食作物制乙醇的政策，因此非粮作物生产乙醇将成为发展趋势。甜高粱以其抗旱、耐盐碱、适应力强、茎秆含糖量高等特性，成为此类非粮作物的优选对象。

甜高粱秸秆生产乙醇主要有液态和固态发酵两种方式。液态发酵是将新鲜甜高粱秸秆压榨取汁，对汁液进行发酵，但贮存汁液时需要加入防腐
20 剂，对发酵酵母菌不利，而压榨后的固体物料中还残留一定量的糖分，这些都将造成乙醇产率降低；固态发酵是将甜高粱秸秆粉碎后直接进行发酵，降低了原料预处理的强度，避免了防腐剂的使用，减少了糖损失，能从根本上克服液态发酵的不足。

25 但目前的固态发酵技术大多数还沿用传统制酒工艺，在固定的发酵池或发酵罐内进行，属于间歇操作，酒气易挥发，生产效率低。而粉碎秸秆类物料具有相互缠绕的特点，很难实现连续流动，其运动的不确定性也给监测带来困难。因此，开发新型设备，降低成本和能耗，提高乙

醇产率，并实现固态发酵连续化是发展生物质发酵制取燃料乙醇工业的当务之急。

在连续固态发酵过程中同时实现连续的乙醇分离也是一直存在于本领域中的技术难题。由于甜高粱、甘蔗、等粉碎秸秆发酵料的相互摩擦力较大，运动起来容易撕拉结团而很难实现连续流动，再加上其运动的多变性和运动参数的不易检测等特点，致使固态发酵料实现连续蒸醇的工艺成为世界级难题。因此，实现固态发酵料蒸醇工艺的连续化，提高气相中乙醇的浓度和稳定性，提高生产效率，降低生产成本和能耗已经成为实现秸秆固态发酵连续蒸醇操作的当务之急。

10 在中国专利申请公布 CN 102094045A 中，本发明的发明人公开了一种从固态发酵料中连续分离乙醇的装置及工艺，所述工艺包括以下步骤：

(a) 将固态发酵料经螺旋送料器送入连续蒸醇装置入口，物料经布料器后均匀分布在最上层加热盘表面上的转动栅格内，加热盘内通入 0.1-1MPa 的饱和水蒸汽，发酵料经加热盘间接加热后从其下料口落入下一层加热盘上对应的转动栅格内，依此连续流向装置出口，最后从出料口排出；

(b) 发酵料中的乙醇和水经加热后部分汽化形成蒸馏气，蒸馏气经上方的排气口排出，直接通入精馏塔进行精馏。

或者，所述步骤 (a) 中的饱和水蒸汽用高温导热油蒸汽或其他热气体替代。

或者，所述连续蒸醇装置内部的温度保持在 100℃ 及以上。

在中国专利申请公布 CN 102094045A 中公开的固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，包括外壳、与外壳入口连接的螺旋物料输入机、与外壳出口连接的下料仓以及螺旋物料输出机、位于外壳中心轴上的转轴以及 25 以及与转轴连接的驱动电机。所述螺旋物料输入机的下方、外壳内壁上设置布料栅板在所述转轴上串接多个加热盘，该加热盘是由两个圆盘和侧壁组成的中空体，腔体内设置蒸汽折挡板，并腔体内通入水蒸汽；在加热盘的侧壁对称开设蒸汽的进出口，并在加热盘上设置若干个供发酵

料流动的扇形通孔；在每个加热盘上分别设置转动栅格；加热盘的蒸汽出口分别通过方形管道与流出蒸汽总管相连，并在流出蒸汽总管的末端设置气液分离器，将蒸汽和冷凝液分离；外壳的顶部设置蒸汽出口，并设置冷凝器，以及连接冷凝器与螺旋物料输入机的回流液管道。

- 5 所述加热盘内保持密封，蒸汽仅能从加热盘的进、出口流入或流出；所述外壳的进料口和出料口均设有密封装置，进料口的密封采用发酵料堆积密封，出料口采用闸板阀或翻板阀或多层翻板阀进行密封，整个设备保持密封。

- 10 所述加热盘上的扇形通孔在垂直方向上依次向转动栅格转动反方向上错动一个扇形通孔大小的位置。

所述外壳的外壁上使用保温材料、采用夹套内通入蒸汽或电加热带进行保温，使温度保持在 100℃ 及以上。

所述布料栅板是由数块栅格板组成的分料装置，由螺旋物料输入机输入的发酵料经布料器分料后能够均布在加热盘表面上的转动栅格内。

- 15 所述转动栅格是由两个圆筒型栅板，其间用数个直栅板连接而成，转动栅格的中心固定在贯穿于所有加热盘中心的转轴上，转动栅格随转轴一起转动。

但是上述用于连续分离乙醇的装置及工艺仍存在一些缺陷，例如：

- 20 1. 在蒸馏过程中用加热盘对物料进行加热，传热效率不够理想；2. 进料口和出料口的密封效果不佳，会使得蒸馏产品流失；3. 蒸馏塔中的物料厚度不均匀，影响蒸馏的效率；4. 经过蒸馏的物料（糟渣）含水量较高，不能继续利用，只能作为工业废料排放，对环境产生恶劣的影响等。

- 25 因此，本领域中仍需要能够实现连续乙醇分离的装置及工艺。以解决当前甜高粱秸秆制乙醇过程中乙醇产率低、连续化困难和对环境污染严重的问题。

发明内容

为解决上述技术问题，本发明针对物料流动特性，结合发酵工艺操作特点，提供了一种用于制取燃料乙醇的连续分离乙醇的装置及工艺，实现甜高粱秸秆制燃料乙醇的连续化生产。

- 5 在本发明的第一方面，提供了一种从固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，所述装置包括：外壳（212）、与外壳（212）入口连接的螺旋物料输入机（210）、与外壳（212）出口连接的下料仓（217）以及螺旋物料输出机（218）、位于外壳（212）中心轴上的转轴（207）以及与转轴（207）连接的驱动电机（201），其特征在于：在所述螺旋物料输入机
- 10 （210）的下方、外壳（212）的内壁上设置布料栅板（208）；所述外壳（212）内纵向方向上分为蒸醇组件和烘干组件，所述烘干组件位于蒸醇组件的下方并与蒸醇组件相连通，所述蒸醇组件由串接在所述转轴上的多个塔板（214）组成，所述塔板（214）为带有塔板扇形通孔（215）的圆盘，在每个塔板上均设有塔板转动栅格（213）；所述蒸醇组件的蒸汽进口位于所述蒸醇组件的底部，蒸汽出口位于所述蒸醇组件的顶部；所
- 15 述烘干组件由串接在所述转轴上的多个加热盘（214'）组成，所述加热盘（214'）是由两个圆盘和侧壁组成的中空体，腔体内设置蒸汽折挡板（206），并腔体内通入水蒸汽；在加热盘（214'）的侧壁对称开设蒸汽的进出口；在每个加热盘（214'）上也分别设置加热盘转动栅格（213'）
- 20 和加热盘扇形通孔（215'）；所述蒸醇组件和所述加热盘（214'）的蒸汽进口分别与蒸汽输入总管（216）相连，所述蒸醇组件的蒸汽出口与外壳顶部的蒸汽出口（211）相连，可以使得蒸汽直接进入精馏塔进行精馏，所述烘干组件的蒸汽出口与设置在外壳下部的流出蒸汽总管（205）相连，在所述流出蒸汽总管（205）的末端设置气液分离器（203），将蒸汽和冷
- 25 凝液分离。

在本发明的一个实施方案中，所述塔板和加热盘上的扇形通孔在垂直方向上依次向转动栅格的转动反方向上错动一个扇形通孔大小的位置。

在本发明的一个实施方案中，所述外壳的外壁上使用保温材料、采用夹套内通入蒸汽或电加热带进行保温，使温度保持在 100℃ 及以上。

在本发明的一个实施方案中，所述布料栅板是由数块栅格板组成的分料装置，由螺旋物料输入机输入的发酵料经布料器分料后能够均布在
5 加热盘表面上的转动栅格内。

在本发明的一个实施方案中，所述转动栅格是由两个圆筒型栅板，其间用数个直栅板连接而成，转动栅格的中心固定在贯穿于所有加热盘中心的转轴上，转动栅格随转轴一起转动。

在本发明的另一方面，提供了一种用于制取燃料乙醇的连续分离乙醇的工艺，包括如下步骤：
10 醇的工艺，包括如下步骤：

(a) 将秸秆类固态发酵料经螺旋送料器 210 送入装置顶部的布料栅板 208，物料被均布在装置顶部第一层塔板 214 上的塔板转动栅格 213 内并随其一起运动，运动至塔板的塔板扇形通孔 215 时下落至第二层塔板上的转动栅格内，以此类推直至最下一层塔板，在此期间物料与蒸汽充分接触实现蒸馏。物料在经过最下一层塔板后落入加热盘的 214' 的加热盘转动栅格 213' 内并随其一起运动。运动至所述加热盘 214' 的加热盘扇形通孔 215' 时下落至下一层加热盘上的转动栅格内，以此类推直至最下一层加热盘。在所述各个加热盘 214' 上，物料不与蒸汽相接触，仅被加热盘加热以脱去水分，经过多个加热盘 214' 后，物料运行至装置底部的下料仓 217。然后，物料经螺旋输出机 218 和双层翻板阀 219 输出，排出的物料进行干燥后循环进入锅炉中燃烧。
15 20

(b) 与此同时，饱和水蒸汽由输入蒸汽总管 216 进入装置内部并分散到各层塔板之间和加热盘内，加热盘内冷凝放热后的冷凝水和未冷凝的蒸汽经流出蒸汽总管 205 汇集后进入气液分离器 203，未冷凝的蒸汽进行余热利用，冷凝水汇集后与锅炉输水管并网输入锅炉。在热量由蒸汽向物料传递的同时，乙醇和水受热汽化后形成蒸馏气，蒸馏气经蒸汽出口 211 直接进入精馏塔进行精馏。
25

在本发明的一个实施方案中，步骤（c）中产生的发酵废料一部分被用作动物饲料。

本发明的连续乙醇分离装置及工艺具有如下有益效果：

（1）蒸醇组件和烘干组件的独特设计及其与转动栅格的恰当工艺配合能够实现固态物料连续顺畅的流动，使得固态发酵料蒸醇工艺真正实现了连续化，从而提高了生产效率，降低了劳动强度，达到了节能降耗和降低生产成本的目的。

（2）通过蒸汽与物料直接接触，极大地提高了传热效率，使得连续蒸醇工艺的蒸醇时间在较大的生产能力下缩短至半小时以下，大大提高了生产效率。

（3）固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置及工艺能够通过栅格的转动速度将生产能力调节在一定的范围，实现了生产的可控可调性操作。

（4）连续化操作使得气相中乙醇的浓度稳定，为进一步精馏提供了方便，为产品质量稳定提供了保障。

（5）蒸馏气可直接进入精馏塔进行精馏，省去了先冷凝再进入精馏塔的步骤，节约了能源，提高了精馏效率。

（6）在蒸醇组件下方加设了烘干组件，使得步骤（c）中产生的蒸馏废料（糟渣）的含水量进一步降低，适于被送入蒸馏所使用的锅炉中作为燃料和动物饲料，从而实现废料的循环利用。不但节省了生产成本，降低了能耗，还减少了废料处理的工序，具有重大的环保意义。

附图说明

图 1 为本发明的连续乙醇分离装置的结构示意图。图中附图标记：
201-驱动电机；202-冷凝液出口；203-气液分离器；204-蒸汽出口；205-流出蒸汽总管；206-蒸汽折流板；207-转轴；208-布料栅板；209-发酵料入口；210-进料螺旋送料器；211-顶部蒸汽出口；212-装置外壳；213-塔板转动栅格；213'-加热盘转动栅格；214-塔板；214'-加热盘；215-塔板扇形通孔；215'-加热盘扇形通孔；216-输入蒸汽总管；217-下料

仓；218-螺旋物料输出机；219-双层翻板阀；220-出料口。

具体实施方式

本发明提供了一种制取燃料乙醇的连续固态发酵和连续乙醇分离的装置及工艺，以解决当前甜高粱秸秆制乙醇过程中液态发酵原料预处理成本5 高、乙醇产率低和固态发酵生产效率低、连续化困难的问题，实现甜高粱秸秆制燃料乙醇的连续化生产。

在本发明的一个实施方案中，步骤(c)中产生的发酵废料(糟渣)除了一部分被送入蒸馏所使用的锅炉中燃烧之外，另一部分被用作动物10 饲料。这样实现废料的充分利用。不但节省了生产成本，降低了能耗，还有重大的环保意义。

下面结合附图，对本发明做进一步说明。

图1为本发明的连续乙醇分离装置的结构示意图。如图所示，该装置15 主要包括外壳212、与外壳212入口连接的螺旋物料输入机210、与外壳212出口连接的下料仓217以及螺旋物料输出机218、位于外壳212中心轴上的转轴207以及与转轴207连接的驱动电机201。在螺旋物料输入机210的下方、外壳212内壁上设置布料栅板208，该布料栅板208是由数块栅格板组成的分料装置，由螺旋物料输入机210输入的发10 酵料经布料器分料后能够均布在塔板214表面上的塔板转动栅格213内。在所述转轴的上部串接多个塔板214，所述塔板是由两个圆盘和侧壁组成的中空体，在上层圆盘上均布 $\phi 0.1-5\text{mm}$ 的空隙以用于使蒸汽通过，所述塔板上设置有若干个供发酵料流动的塔板扇形通孔215，并设有塔板转动栅格213，该转动栅格213是由两个圆筒型栅板，其间用数个直栅板连接而成，25 转动栅格的中心固定在贯穿于所有加热盘中心的转轴207上，转动栅格随转轴一起转动。各塔板214上的塔板扇形通孔215在垂直方向上依次向塔板转动栅格213的转动反方向上错动一个扇形通孔大小的位置。蒸汽经输入蒸汽总管216进入各塔板，并从塔板上层圆盘的空隙处释放，

并沿各个塔板 214 上的塔板扇形通孔 215 上行，与物料充分接触后运行至设置外壳上部的蒸汽出口 211，并经蒸汽出口 211 进入精馏塔。

在所述转轴 207 上和所述各塔板 214 的下方与所述各塔板 214 同轴串接多个加热盘 214'，该加热盘 214' 是由两个无空隙的圆盘和侧壁组成的中空体，腔体内设置蒸汽折流板 206，以使水蒸汽均匀分布提高与物料5 的传热效率。在加热盘 214' 的侧壁对称开设蒸汽的进出口，并在加热盘 214' 上设置与所述塔板 214 上相似的加热盘扇形通孔 215' 和加热盘转动栅格 213'。加热盘 214' 内保持密封，蒸汽仅能从加热盘的进出口流入或流出。加热盘 214' 上的加热盘扇形通孔 215' 在垂直方向上依次10 向加热盘转动栅格 213' 的转动反方向上错动一个扇形通孔大小的位置。加热盘 214' 的蒸汽入口与输入蒸汽总管 216 相连，加热盘 214' 的蒸汽出口与流出蒸汽总管 205 相连。在流出蒸汽总管 205 的末端设置气液分离器 203，将蒸汽和冷凝液分离。

外壳 212 的进料口和出料口均设有密封装置，进料口的密封采用发酵料堆积密封，出料口采用翻板阀 219 进行密封，整个设备保持密封。15 外壳 212 的外壁上使用保温材料、采用夹套内通蒸汽或者电加热带进行保温，使温度保持在 100℃及以上。

本发明的从固态发酵料中连续分离燃料乙醇的工艺为：

(a) 将秸秆类固态发酵料经螺旋送料器 210 送入装置顶部的布料栅板 208，物料被均布在装置顶部第一层塔板 214 上的塔板转动栅格 213 内20 并随其一起运动，运动至塔板的塔板扇形通孔 215 时下落至第二层塔板上的转动栅格内，以此类推直至最下一层塔板，在此期间物料与蒸汽充分接触实现蒸馏。物料在经过最下一层塔板后落入加热盘的 214' 的加热盘转动栅格 213' 内并随其一起运动。运动至所述加热盘 214' 的加热盘25 扇形通孔 215' 时下落至下一层加热盘上的转动栅格内，以此类推直至最下一层加热盘。在所述各个加热盘 214' 上，物料不与蒸汽相接触，仅被加热盘加热以脱去水分，经过多个加热盘 214' 后，物料运行至装置底部的下料仓 217。然后，物料经螺旋输出机 218 和双层翻板阀 219 输出，排

出的物料进行干燥后循环进入锅炉中燃烧。

(b) 与此同时, 饱和水蒸汽由输入蒸汽总管 216 进入装置内部并分散到各层塔板之间和加热盘内, 加热盘内冷凝放热后的冷凝水和未冷凝的蒸汽经流出蒸汽总管 205 汇集后进入气液分离器 203, 未冷凝的蒸汽进行余热利用, 冷凝水汇集后与锅炉输水管并网输入锅炉。在热量由蒸汽向物料传递的同时, 乙醇和水受热汽化后形成蒸馏气, 蒸馏气经蒸汽出口 211 直接进入精馏塔进行精馏。

在本发明的装置和方法中, 经过蒸馏的物料进行干燥后循环进入锅炉中燃烧, 从而为蒸馏提供热量来源。剩余的物料还可以作为动物饲料使用。这样不但极大地节省了能源和成本, 而且还避免了废料排放对于环境的影响, 具有重大的环保意义。

在实际生产中获得的结果表明, 每生产 1 吨乙醇, 需要 16 吨甜高粱秸秆作为原料, 在原料发酵和蒸馏后产生 13.8 吨糟渣, 用本发明的方法, 全部使用经发酵和蒸馏后的糟渣作为燃料提供能量, 仅需要 6.9 吨糟渣, 还能够剩余 6.9 吨糟渣作为动物饲料。而现有技术中, 由于使用煤炭作为燃料, 生产 1 吨乙醇一般需要 0.5 吨煤炭。由此可见, 本发明的装置和工艺可以极大的节省能源成本, 具有重大经济效益。

20 实施例

实施例 1:

本实施例中所用装置中含有 14 层塔板和 2 层加热盘, 向装置内的蒸汽管路通入 0.4MPa 的水蒸汽, 稳定后, 将甜高粱秸秆固态发酵料以 5 t/h 的速度输入装置, 发酵料中乙醇含量为 6% (质量分数), 调整转轴转速使发酵料在装置内的停留时间为 35min, 发酵料在塔板或加热盘上的堆积高度维持在 100~220mm, 回流比调节为 0.1。待系统稳定后, 取蒸馏后的糟渣进行乙醇含量分析, 结果表明, 乙醇的回收率为 98.2%, 蒸馏后的物料含水率为 70.4%。

实施例 2:

本实施例中所用装置中含有 9 层塔板和 3 层加热盘, 向装置内的蒸汽管路通入 0.4MPa 的水蒸汽, 稳定后, 将甜高粱秸秆固态发酵料以 3.5 t/h 的速度输入装置, 发酵料中乙醇含量为 5% (质量分数), 调整转轴转速使发酵料在装置内的停留时间为 25min, 发酵料在塔板或加热盘上的堆积高度维持在 100~150mm, 回流比调节为 0.15。待系统稳定后, 取蒸馏后的糟渣进行乙醇含量分析, 结果表明, 乙醇的回收率为 98.8%, 蒸馏后的物料含水率为 62.1%。

实施例 3:

10 本实施例中所用装置中含有 6 层塔板和 4 层加热盘, 向装置内的蒸汽管路通入 0.4MPa 的水蒸汽, 稳定后, 将甜高粱秸秆固态发酵料以 2 t/h 的速度输入装置, 发酵料中乙醇含量为 7% (质量分数), 调整转轴转速使发酵料在装置内的停留时间为 20min, 发酵料在塔板或加热盘上的堆积高度维持在 50~100mm, 回流比调节为 0。待系统稳定后, 取蒸馏后的糟渣
15 进行乙醇含量分析, 结果表明, 乙醇的回收率为 99.1%, 蒸馏后的物料含水率为 57.6%。

权 利 要 求 书

1. 一种从固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，所述装置包括：
外壳（212）、与外壳（212）入口连接的螺旋物料输入机（210）、与外壳
5 （212）出口连接的下料仓（217）以及螺旋物料输出机（218）、位于外
壳（212）中心轴上的转轴（207）以及与转轴（207）连接的驱动电机（201），
其特征在于：在所述螺旋物料输入机（210）的下方、外壳（212）的内
壁上设置布料栅板（208）；所述外壳（212）内纵向方向上分为蒸醇组件
和烘干组件，所述烘干组件位于蒸醇组件的下方并与蒸醇组件相连通，
10 所述蒸醇组件由串接在所述转轴上的多个塔板（214）组成，所述塔板
（214）是由两个圆盘和侧壁组成的中空体，在上层圆盘上均布 $\phi 0.1-5\text{mm}$
的空隙（或一定空隙率的丝网烧结板）以用于使蒸汽通过，在每个塔板
上均设有塔板转动栅格（213）和塔板扇形通孔（215）；所述蒸醇组件的
蒸汽进口位于所述蒸醇组件的底部，蒸汽出口位于所述蒸醇组件的顶部；
15 所述烘干组件由串接在所述转轴上的多个加热盘（214'）组成，所述加
热盘（214'）是由两个圆盘和侧壁组成的中空体，腔体内设置蒸汽折流
挡板（206），并腔体内通入水蒸汽；在加热盘（214'）的侧壁对称开设
蒸汽的进出口；在每个加热盘（214'）上也分别设置加热盘转动栅格
（213'）和加热盘扇形通孔（215'）；所述蒸醇组件和所述加热盘（214'）
20 的蒸汽进口分别与蒸汽输入总管（216）相连，所述蒸醇组件的蒸汽出口
与外壳顶部的蒸汽出口（211）相连，可以使得蒸汽直接进入精馏塔进行
精馏，所述烘干组件的蒸汽出口与设置在外壳下部的流出蒸汽总管（205）
相连，在所述流出蒸汽总管（205）的末端设置气液分离器（203），将蒸
汽和冷凝液分离。
- 25 2. 根据权利要求1所述的一种固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装
置，其特征在于：所述加热盘（214'）上的加热盘扇形通孔（215'）在
垂直方向上依次向加热盘转动栅格（213'）转动反方向上错动一个扇形
通孔大小的位置。

3. 根据权利要求 1 所述的一种固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，其特征在于：所述外壳（212）的外壁上使用保温材料、采用夹套结构或者电加热带进行保温，使温度保持在 100℃及以上。

4. 根据权利要求 1 所述的一种固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，其特征在于：所述布料栅板（208）是由数块栅格板组成的分料装置，由螺旋物料输入机（210）输入的发酵料经布料器分料后能够均布在加热盘表面上的转动栅格内。

5. 根据权利要求 1 所述的一种固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，其特征在于：所述转动栅格（213，213'）是由两个圆筒型栅板，其间由数个直栅板连接而成，转动栅格的中心固定在贯穿于所有加热盘中心的转轴（207）上，转动栅格随转轴一起转动。

6. 根据权利要求 1 所述的一种固态发酵料中连续分离燃料乙醇的装置，其特征在于：所述塔板由孔板或丝网烧结板等多孔性高强度材料制成。

7. 一种连续蒸馏乙醇的工艺，其特征在于包含以下步骤：

（a）将秸秆类固态发酵料经螺旋送料器 210 送入装置顶部的布料栅板 208，物料被均布在装置顶部第一层塔板 214 上的塔板转动栅格 213 内并随其一起运动，运动至塔板的塔板扇形通孔 215 时下落至第二层塔板上的转动栅格内，以此类推直至最下一层塔板，在此期间物料与蒸汽充分接触实现蒸馏。物料在经过最下一层塔板后落入加热盘的 214' 的加热盘转动栅格 213' 内并随其一起运动。运动至所述加热盘 214' 的加热盘扇形通孔 215' 时下落至下一层加热盘上的转动栅格内，以此类推直至最下一层加热盘。在所述各个加热盘 214' 上，物料不与蒸汽相接触，仅被加热盘加热以脱除水分，经过多个加热盘 214' 后，物料运行至装置底部的下料仓 217。然后，物料经螺旋输出机 218 和双层翻板阀 219 输出，排出的物料进行干燥后循环进入锅炉中燃烧。

（b）与此同时，饱和水蒸汽由输入蒸汽总管 216 进入装置内部并分散到各层塔板之间和加热盘内，加热盘内冷凝放热后的冷凝水和未冷凝

的蒸汽经流出蒸汽总管 205 汇集后进入气液分离器 203, 未冷凝的蒸汽进行余热利用, 冷凝水汇集后与锅炉输水管并网输入锅炉。在热量由蒸汽向物料传递的同时, 乙醇和水受热汽化后形成蒸馏气, 蒸馏气经蒸汽出口 211 直接进入精馏塔进行精馏。

- 5 8. 根据权利要求 7 所述的一种制取燃料乙醇的连续固态发酵工艺, 其特征在于: 步骤 (c) 中产生的发酵料一部分被用作动物饲料。

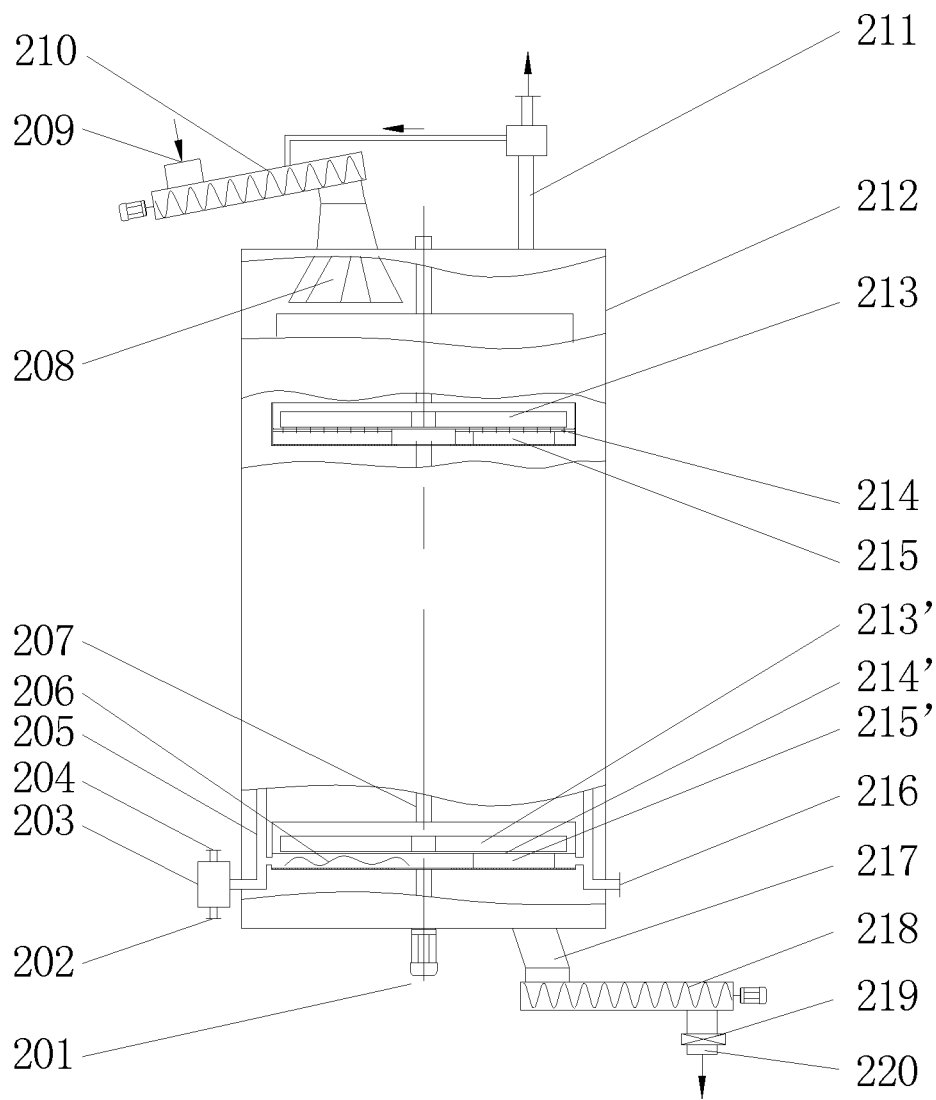


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/071587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12P 7/06 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C12P 7/-, C12P 19/-, C12M 1/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: solid state, steam alcohol, dry, tray, disk, continuous+, separat+, ethanol, alcohol, ferment+, solid, fermenting material, heating tray, rotary grid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103509713 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 15 January 2014 (15.01.2014), claims 1-8	1-8
A	CN 102094045 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 15 June 2011 (15.06.2011), description, paragraphs [0006]-[0022]	1-8
A	CN 101724661 A (TIANJIN SF-BIO INDUSTRIAL BIO-TEC CO., LTD. et al.), 09 June 2010 (09.06.2010), description, paragraphs [0003]-[0022]	1-8
A	CN 101633940 A (INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 27 January 2010 (27.01.2010), claims 1-8	1-8
A	JP 2011-30504 A (UNIV TOKYO NOGYO), 17 February 2011 (17.02.2011), description, paragraphs [0010]-[0020]	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 April 2014 (22.04.2014)	Date of mailing of the international search report 26 May 2014 (26.05.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer FAN, Peiwei Telephone No.: (86-10) 62414154

International application No.
PCT/CN2014/071587

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/071587

A. 主题的分类

C12P 7/06(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C12P 7/-, C12P 19/-, C12M 1/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 乙醇, 发酵, 固态, 蒸醇, 烘干, 塔板, 圆盘, 连续, 分离, continuous+, separat+, ethanol, alcohol, ferment+, solid, fermenting material, heating tray, rotary grid

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103509713A (清华大学) 2014年 1月 15日 (2014 - 01 - 15) 权利要求1-8	1-8
A	CN 102094045A (清华大学) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 说明书第[0006]-[0022]段	1-8
A	CN 101724661A (天津实发中科百奥工业生物技术有限公司 等) 2010年 6月 09日 (2010 - 06 - 09) 说明书第[0003]-[0022]段	1-8
A	CN 101633940A (中国科学院过程工程研究所) 2010年 1月 27日 (2010 - 01 - 27) 权利要求1-8	1-8
A	JP 特开2011-30504A (UNIV TOKYO NOGYO) 2011年 2月 17日 (2011 - 02 - 17) 说明书第[0010]-[0020]段	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014年 4月 22日

国际检索报告邮寄日期

2014年 5月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

樊培伟

电话号码 (86-10)62414154

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/071587

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 103509713A	2014年 1月 15日	无	
CN 102094045A	2011年 6月 15日	CN 102094045B	2013年 10月 16日
CN 101724661A	2010年 6月 09日	CN 101724667B	2013年 6月 26日
CN 101633940A	2010年 1月 27日	CN 101633940B	2013年 10月 16日
JP 特开2011-30504A	2011年 2月 17日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)