



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107619672 B

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201710685389.1

(22)申请日 2017.08.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107619672 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(73)专利权人 东南大学
地址 210033 江苏省南京市栖霞区西岗办
事处摄山星城齐民东路8号

(72)发明人 向文国 赵正浩 孙朝 陈时熠

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.
C01B 3/10(2006.01)

(56)对比文件

JP 2002301458 A, 2002.10.15,
CN 102653691 A, 2012.09.05,
US 2013331623 A1, 2013.12.12,
WO 2016043651 A1, 2016.03.24,
CN 105542808 A, 2016.05.04,

审查员 李士晓

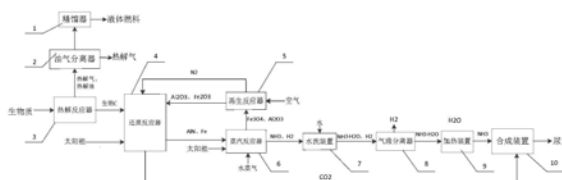
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法

(57)摘要

本发明公开了一种采用生物质制取氢气及尿素的方法,其流程为:对生物质进行热解(3)得到热解气、热解油和生物碳,生物碳被送入还原反应器(4)并与从再生反应器(5)来的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 N_2 在高温下反应,产物为 AlN 、 Fe 和 CO_2 , AlN 和 Fe 被送入蒸汽反应器(6)与水蒸气反应生成 NH_3 、 H_2 、 Fe_3O_4 和 Al_2O_3 , Fe_3O_4 和 Al_2O_3 被送入再生反应器(5)与空气在高温下反应生成 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 N_2 ,并被送回 AlN 、 Fe 集成还原反应器(4),形成载体的循环,而 NH_3 和 H_2 经过水洗装置(7)及气液分离(8)后分离出 H_2 ,生成的氨水经过加热装置(9)分离出 NH_3 , NH_3 与从 AlN 、 Fe 集成还原反应器(4)来的 CO_2 在合成装置(10)内生成尿素。实现了生物质的多联产、太阳能的利用及 CO_2 的零排放,实现了节能环保。



CN 107619672 B

1. 一种采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

步骤1) 生物质热解:采用生物质热解反应器(3)对生物质进行热解得到热解气、热解油和生物碳,热解气和热解油通过油气分离器(2)和精馏器(1)后得到热解气与液体燃料;

步骤2) NH_3 、 H_2 集成制备:将步骤1)得到的生物碳送入还原反应器(4)并与从再生反应器(5)来的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 N_2 反应,产物为 AlN 、 Fe 和 CO_2 , AlN 和 Fe 被送入蒸汽反应器(6)与水蒸气反应生成 NH_3 、 H_2 、 Fe_3O_4 和 Al_2O_3 ,反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供, Fe_3O_4 和 Al_2O_3 被送入再生反应器(5)与空气反应生成 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ,并被送回还原反应器(4),完成载体的循环及 NH_3 、 H_2 的制备;

步骤3) 氨、尿素与氢气的制备:将步骤2)制备的 NH_3 和 H_2 经过水洗装置(7)及气液分离器(8)后分离出 H_2 ,生成的氨水经过加热装置(9)分离出 NH_3 , NH_3 与从还原反应器(4)来的 CO_2 在合成装置(10)内生成尿素。

2. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,所述步骤1)中的生物质热解反应器,反应的温度为 $400^\circ\text{C}\sim 800^\circ\text{C}$ 。

3. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,所述步骤2)中,还原反应器(4)内反应温度为 $1000^\circ\text{C}\sim 1800^\circ\text{C}$ 。

4. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,所述步骤2)中,再生反应器(5)内反应温度为 $600^\circ\text{C}\sim 1200^\circ\text{C}$ 。

5. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,所述步骤3)中,尿素的合成装置(10)的运行条件为温度 $120^\circ\text{C}\sim 250^\circ\text{C}$ 。

6. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,所述步骤1)、步骤2)、步骤3)中,反应所需热量由太阳能提供。

7. 根据权利要求1所述的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,其特征在于,在还原反应器(4)、蒸汽反应器(6)以及再生反应器(5)之间循环的载体为 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ,循环过程中, Al 元素在 Al_2O_3 与 AlN 两种形态之间转化, Fe 元素在 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 和 Fe 三种形态间相互转化。

一种采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,特别是一种采用太阳能加热的生物质制取氨、氢气及尿素的方法。

背景技术

[0002] 化石能源的日益枯竭、能源利用带来的环境问题以及社会快速发展对能源需求的增加,都要求全球加快发展可再生能源利用技术。生物质作为一种可再生能源,其来源广泛,储量丰富,资源化潜力巨大。生物质能是唯一一种可再生碳源,它能够通过多种技术途径转化成高品位的气体和液体燃料,与现有化石燃料技术具有很大的兼容性。此外,太阳能是储量丰富、清洁并可广泛获取的可再生能源。大力开发可再生能源,有利于减轻化石能源带来的污染,是我国改善能源结构,实现碳减排目标战略的重要组成部分。

发明内容

[0003] 技术问题:本发明提供了一种采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法,实现利用生物质氨、氢气及尿素多联产的同时能有效分离二氧化碳,具有获得洁净能源且利于环保的优点。

[0004] 技术方案:本发明的采用生物质制取氨、氢气及尿素的方法包括以下步骤:

[0005] 步骤1) 生物质热解:采用生物质热解反应器对生物质进行热解得到热解气、热解油和生物碳,热解气和热解油通过油气分离器和精馏器后得到热解气与液体燃料;

[0006] 步骤2) NH_3 、 H_2 集成制备:将步骤1)得到的生物碳送入还原反应器并与从再生反应器来的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 N_2 反应,产物为 AlN 、 Fe 和 CO_2 , AlN 和 Fe 被送入蒸汽反应器与水蒸气反应生成 NH_3 、 H_2 、 Fe_3O_4 和 Al_2O_3 ,反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供, Fe_3O_4 和 Al_2O_3 被送入再生反应器与空气反应生成 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 N_2 ,并被送回还原反应器,完成载体的循环及 NH_3 、 H_2 的制备;

[0007] 步骤3) 氨、尿素与氢气的制备:将步骤2)制备的 NH_3 和 H_2 经过水洗装置及气液分离器后分离出 H_2 ,生成的氨水经过加热装置分离出 NH_3 , NH_3 与从还原反应器来的 CO_2 在合成装置内生成尿素。

[0008] 其中,

[0009] 所述步骤1)中的生物质热解反应器,反应的温度为 $400^\circ\text{C}\sim 800^\circ\text{C}$ 。

[0010] 所述步骤2)中,还原反应器内反应温度为 $1000^\circ\text{C}\sim 1800^\circ\text{C}$ 。

[0011] 所述步骤2)中,再生反应器内反应温度为 $600^\circ\text{C}\sim 1200^\circ\text{C}$ 。

[0012] 所述步骤3)中,尿素的合成装置的运行条件为温度 $120^\circ\text{C}\sim 250^\circ\text{C}$ 。

[0013] 所述步骤1)、步骤2)、步骤3)中,反应所需热量由太阳能提供。

[0014] 在还原反应器、蒸汽反应器以及再生反应器之间循环的载体为 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ,并以不同的形态存在, Al_2O_3 形态为 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AlN}$, Fe_2O_3 形态为 $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}$ 。

[0015] 有益效果:本发明具有如下优点:

- [0016] 1、本发明能够实现生物质能的利用,并实现热解气、液体燃料、氨、氢气及尿素的多联产;
- [0017] 2、本发明的反应热源来自太阳能,节能环保;
- [0018] 3、本发明步骤二所需的载体能实现再生,可循环利用;
- [0019] 4、本发明在实现生物质能的利用的同时可分离CO₂,实现CO₂的零排放。

附图说明

- [0020] 图1为本发明工艺流程图。
- [0021] 其中有:精馏器1、油气分离器2、热解反应器3、还原反应器4、再生反应器5、蒸汽反应器6、水洗装置7、气液分离器8、加热装置9、合成装置10。

具体实施方式

- [0022] 本发明包括如下步骤:
- [0023] 1) 生物质热解:
- [0024] 在400℃~800℃条件下对生物质进行热解得到热解气、热解油和生物碳,热解气和热解油通过油气分离和精馏后得到热解气与液体料;
- [0025] 2) NH₃、H₂集成制备:
- [0026] 步骤1的生物碳被送入还原反应器4并与从再生反应器5来的Al₂O₃、Fe₂O₃和N₂在1000℃~1800℃条件下反应,反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供,产物为AlN、Fe和CO₂,AlN和Fe被送入蒸汽反应器6与水蒸气反应生成NH₃、H₂、Fe₃O₄和Al₂O₃,反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供,Fe₃O₄和Al₂O₃被送入再生反应器5与空气在600℃~1200℃条件下反应生成Al₂O₃、Fe₂O₃和N₂,并被送回还原反应器4,完成载体的循环及NH₃、H₂的制备;
- [0027] 还原反应式为: $C+Al_2O_3+N_2+Fe_2O_3 \rightarrow AlN+CO_2+Fe$
- [0028] NH₃、H₂集成反应式为: $AlN+Fe+H_2O \rightarrow NH_3+Fe_3O_4+Al_2O_3+H_2$
- [0029] 载体再生反应式为: $Fe_3O_4+Al_2O_3+air(N_2+O_2) \rightarrow Fe_2O_3+Al_2O_3+N_2$
- [0030] 3) 氨、尿素与氢气的制备
- [0031] 步骤2的NH₃和H₂经过水洗装置7及气液分离器8后分离出H₂,H₂得到利用,生成的氨水经过加热装置9分离出NH₃,NH₃与从还原反应器4来的CO₂在合成装置10内生成尿素。
- [0032] 尿素合成反应式为: $CO_2+2NH_3 \rightarrow CO(NH_2)_2+H_2O$
- [0033] 合成装置10的运行条件为温度180℃~190℃,压力20Mpa,停留时间为40~60min;如附图1。

[0034] 实施例

[0035] 下面以秸秆为原料,对本发明的具体内容作进一步的详细描述。

[0036] 1) 生物质热解:

[0037] 将秸秆干燥破碎后,在400℃~800℃条件下对秸秆进行热解3得到热解气、热解油和生物碳,热解气和热解油通过油气分离2和精馏1后得到热解气与液体料;

[0038] 2) NH₃、H₂集成制备:

[0039] 步骤1的生物碳被送入还原反应器4并与从再生反应器5来的Al₂O₃、Fe₂O₃和N₂在1000℃~1800℃条件下反应,反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供,产物为AlN、Fe和

CO₂, AlN和Fe被送入蒸汽反应器6与水蒸气反应生成NH₃、H₂、Fe₃O₄和Al₂O₃, 反应所需热量由太阳能或燃料燃烧提供, Fe₃O₄和Al₂O₃被送入再生反应器5与空气在600℃~1200℃条件下反应生成Al₂O₃、Fe₂O₃和N₂, 并被送回还原反应器4, 完成载体的循环及NH₃、H₂的制备;

[0040] 3) 氨、尿素与氢气的制备

[0041] 步骤2的NH₃和H₂经过水洗装置7及气液分离8后分离出H₂, H₂得到利用, 生成的氨水经过加热装置9分离出NH₃, NH₃与从还原反应器4来的CO₂在合成装置10内生成尿素。

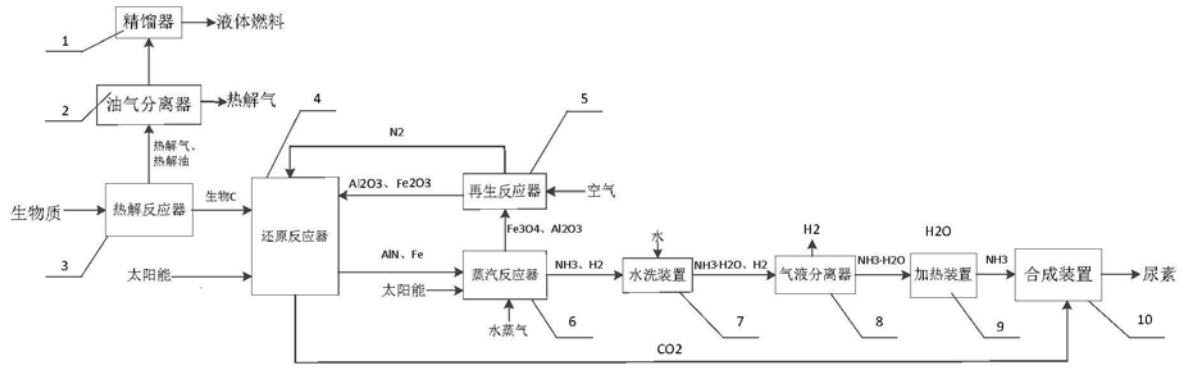


图1