



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109569473 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201811390045.9

(22)申请日 2018.11.21

(71)申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区迎泽西大街79号

(72)发明人 李晟 张国杰 徐英 秦晓伟
阎焯煜 郭晓菲

(74)专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 申艳玲

(51)Int.Cl.

B01J 19/08(2006.01)

B01J 35/12(2006.01)

C01B 3/26(2006.01)

C09C 1/48(2006.01)

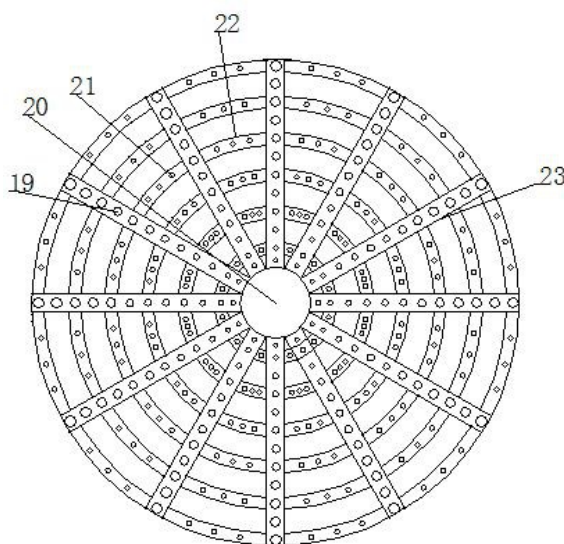
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置及方法,包括催化反应器、气体分布器、陶瓷加热器、螺旋磁线圈、旋风分离器、旋转排炭器和炭黑捕集器;催化反应器底部设有反应器进气口,进气口上方连接气体分布器,气体分布器上方的反应腔室内均匀排列有四个带绝缘套管的陶瓷加热器,催化反应器外部设有螺旋磁线圈,催化反应器上部设有旋转排炭器,两侧分别设有炭黑排出口,顶部侧面设有液态金属进料口;催化反应器顶部连接炭黑捕集器,炭黑捕集器设置在旋转排炭器的正上方;炭黑捕集器通过排气管道连接旋风分离器。本发明使用液态金属做催化剂,催化剂高效稳定,避免产生温室气体CO₂,同时获得的氢气纯度大于90%能直接用于工业领域。



1. 一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,包括催化反应装置,分离装置和排料装置;其特征在于:催化反应装置包括催化反应器、气体分布器、带绝缘套管的陶瓷加热器、螺旋磁线圈;分离装置为旋风分离器;排料装置包括旋转排炭器和炭黑捕集器;催化反应器内底部设有反应器进气口,进气口上方连接气体分布器,气体分布器上方的反应腔室内均匀排列有四个带绝缘套管的陶瓷加热器,催化反应器外部设有螺旋磁线圈,螺旋磁线圈与电源连接;催化反应器上部设有旋转排炭器,催化反应器上方两侧分别设有炭黑排出口,顶部侧面设有液态金属进料口;催化反应器顶部连接炭黑捕集器,炭黑捕集器设置在旋转排炭器的正上方;炭黑捕集器通过排气管道连接旋风分离器的入口,旋风分离器的顶部设有氢气出口。

2. 根据权利要求1所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:气体分布器与催化反应器同直径安装于富烷烃类气体进口侧,气体进口管道安装有单向阀,气体分布器中部设有气体缓冲室,气体缓冲室外侧设有径向的条形通道、与缓冲室同心的环形通道,条形通道与环形通道交叉排列,条形通道上设有第一导流孔,环形通道上设有第二导流孔;第一导流孔和第二导流孔的开口为竖直朝上,气体沿该孔进入催化反应器的反应腔室。

3. 根据权利要求2所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:所述条形通道上的第二导流孔的孔径从内向外侧依次递增。

4. 根据权利要求1所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:所述的陶瓷加热器在反应器内部均匀排列在四个方向,所述的四个陶瓷加热器中的温度由反应器内的热电偶独立控制,将具有封闭端的不锈钢管插入到熔融的液态金属催化剂中作为K型热电偶的套筒;所述的四个陶瓷加热器用绝缘支架固定于反应器气体出口侧。

5. 根据权利要求1所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:螺旋磁线圈为两套,对称分布在催化反应器的两侧,并用环形绝缘陶瓷支架固定。

6. 根据权利要求1所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:旋转排炭器安装于液态金属上表面,距炭黑捕集器底部至少500mm,所述的旋转排炭器包括刮片、折板和刮片抬升器;所述的刮片有两个,分别设置在两个折板内侧且表面与旋转排炭器的排炭口贴合;所述的刮片抬升器装有预设自动程序,使折板以 1.57rad/s 转动,刮板以 0.8m/s 自转轴向反应器内壁面方向移动,折板每转动半周后刮片恰好移动到排炭口,然后刮片迅速抬升移动到转轴处后落下,再向反应器内壁面移动;所述的折板位于转轴两侧且折向相反,折板角度为 75° ,折板下半部分位于液态金属催化剂表面。

7. 根据权利要求1所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:炭黑捕集器位于催化反应器的顶部,所述炭黑捕集器底部设有气体进口,所述气体进口处设有分气板,所述炭黑捕集器的中部设有若干个并排放置的沉淀极管,在各个沉淀极管的中心处均穿有一根电晕极极丝,各个电晕极极丝的上端和下端分别设有上吊架和重锤,所述炭黑捕集器的顶部还设置有能用于悬挂上吊架的绝缘箱,在每个绝缘箱中固定有绝缘瓷瓶,绝缘瓷瓶使上吊架与炭黑捕集器壳体绝缘,所述上吊架分别通过上吊杆与各个绝缘瓷瓶的下端固定,所述上吊架通过下吊杆连接下吊架,所述绝缘箱的一侧设有馈电箱,在绝缘箱与上吊杆间设有阻气罩,所述炭黑捕集器顶部设有气体出口。

8. 根据权利要求7所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:所述的

炭黑捕集器的沉淀极管束为蜂窝状,所述的炭黑捕集器下部的的气体均布器由两块分气板组成,两块分气板沿着筒体一上一下放置,且两板间距不小于700mm,所述的两块分气板上均设置有若干个均匀分布的通孔。

9. 一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的方法,采用权利要求1~7任一项所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,其特征在于:用液态金属催化烃生成了不溶性炭黑和纯氢,且没有其他副产物生成;烃类气体通过气体分布器通入装有四个带热电偶的陶瓷加热器的催化反应器中,反应器壁外绕有螺旋磁线圈使液态金属催化剂搅拌均匀,生成的不溶性炭黑漂浮到液态金属催化剂表面上,经旋转排炭器从炭黑排出口排出,上升氢气经炭黑捕集器捕集后进入旋风分离器,分离后得到纯净的氢气。

10. 根据权利要求9所述的液态金属催化烃生产氢气和炭黑的方法,其特征在于:包括以下步骤:

a. 关闭反应器进气口阀门,通过抽真空方式去除催化反应装置、分离装置和排料装置内的空气,形成真空体系;

b. 关闭排气口阀门,打开反应器液态金属进料口,缓缓的将熔融后的15%Ni-85%Bi金属合金注入反应器内,直到没过陶瓷加热器距炭黑排出口10mm;

c. 开启螺旋磁线圈的电源,同时开启四个850W的陶瓷加热器,同时从反应器进气口注入氢气使反应器维持1~1.05MPa,使反应器温度维持在1055~1075℃;

d. 打开反应器进气口阀门,通入烃类气体通过单向阀后进入气体分布器中的缓冲室中,进入气体分布器形成均分分布的气流,经条形通道进入各个环形通道,通过位于通道上的第一导流孔、第二导流孔进入反应器中;

打开排气口阀,同时启动旋风分离器和旋转排炭器,实现连续化生产;

所述烃类气体包括甲烷、乙烷、丙烷、乙炔中的一种或几种;

e. 反应得到的炭黑经旋转排炭器连续不断的从炭排出口排出后送入收集装置,氢气中夹杂的炭黑经炭黑捕集器捕集后送入旋风分离器得到纯度为95%的氢气后送入收集装置。

一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置及方法,具体地说是一种用于富烷烃类气体通入不同的催化剂体系中热裂解以生产氢气和不同种类炭黑的装置及方法。

背景技术

[0002] 氢气主要通过电解水或以矿物燃料、天然气、轻质油为原料与水蒸气在高温下经蒸汽转化法、部分氧化法、煤气化法等工艺生产。电解法制氢通常规模小、成本高,只有利用可再生能源电解水时,才可以说是经济的。以煤、石油及天然气为原料制取氢气是当今制取氢气的主要方法。以煤为原料制取氢气一方面加剧了不可再生资源的消耗,另一方面污染环境并加剧温室效应。以天然气为原料制取氢气是在催化剂作用下甲烷与水蒸气反应合成氢气,但该过程还需后续工艺生产纯氢,设备投资较高。还可通过烃类热裂解的方法生产纯度达90%以上的工业用氢。

[0003] 在熔融液态合金催化剂条件下催化甲烷合成氢气,不仅避免了在固体催化剂表面上的炭沉积导致催化剂失活,而且联产了炭黑。固体炭可以永久并且安全的存放,可用于电极或作为材料(例如,混凝土、沥青、橡胶)的添加剂。此外,直接 CH_4 热解可以在单个反应步骤中以相对简单(并且可能成本低)的商业方法进行。并且存在一些下游工艺,在氢气中可以存在少量未转化的甲烷。例如,对于氨生产或燃料电池, H_2 可能含有少量 CH_4 ,而甲烷与水蒸气重整工艺产生的氧化物会毒害催化剂并且必须完全除去。

[0004] 早期对甲烷裂解的研究利用气相自由基反应。由于 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ ($\Delta H = 74\text{kJ/mol}$)是吸热反应,所以高温低压条件有利于甲烷的高效转化,但产生的氢气与乙烷、乙烯、乙炔和芳烃混合在一起,使其分离成本较高。在热化学或等离子体反应器装置中,只有商业上实施的工艺使用气相反应来生产特种炭。根据研究已经提出使用惰性熔融金属作为热化学反应介质并作为甲烷热解的传热流体(Upham, D. C., Agarwal, V., Khechfe, A., Snodgrass, Z. R., Gordon, M. J., Metiu, H., & McFarland, E. W. (2017). Catalytic molten metals for the direct conversion of methane to hydrogen and separable carbon. *Science*, 358(6365), 917-921.)。在熔融金属中,由高温气相热解产生的低密度炭漂浮到溶体表面,可由机械的方法除去,并且技术经济分析表明,在熔融金属中催化甲烷生产氢气与甲烷与水蒸气催化重整产生氢气的成本大致相同。到目前为止还没有一种设备是利用熔融液态金属做催化剂来生产氢气和炭黑的。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置及方法,投资省、污染小、效率高。

[0006] 本发明提出了一种利用熔融液态金属催化烃生产氢气和炭黑的设备,通过烃气体,尤其是甲烷,热分解生产炭黑和氢气的设备。这种设备可高效生产纯度大于90%的氢气

并且联产炭黑,无二氧化碳产生,成本低,操作灵活,可改变催化剂种类联产不同类型的炭黑。

[0007] 本发明提供了一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置,包括催化反应装置,分离装置和排料装置;催化反应装置包括催化反应器、气体分布器、带绝缘套管的陶瓷加热器、螺旋磁线圈;分离装置为旋风分离器;排料装置包括旋转排炭器和炭黑捕集器;催化反应器内底部设有反应器进气口,进气口上方连接气体分布器,气体分布器上方的反应腔室内均匀排列有四个带绝缘套管的陶瓷加热器,催化反应器外部设有螺旋磁线圈,螺旋磁线圈与电源连接;催化反应器上部设有旋转排炭器,催化反应器上方两侧分别设有炭黑排出口,顶部侧面设有液态金属进料口;催化反应器顶部连接炭黑捕集器,炭黑捕集器设置在旋转排炭器的正上方;炭黑捕集器通过排气管道连接旋风分离器的入口,旋风分离器的顶部设有氢气出口。

[0008] 进一步地,气体分布器与催化反应器同直径安装于富烷烃类气体进口侧,气体进口管道安装有单向阀,气体分布器中部设有气体缓冲室,气体缓冲室外侧设有径向的条形通道、与缓冲室同心的环形通道,条形通道与环形通道交叉排列,条形通道上设有第一导流孔,环形通道上设有第二导流孔;第一导流孔和第二导流孔的开口为竖直朝上,气体沿该孔进入催化反应器的反应腔室。

[0009] 更进一步地,所述条形通道上的第二导流孔的孔径从内向外侧依次递增。

[0010] 进一步地,所述的陶瓷加热器在反应器内部均匀排列在四个方向,所述的四个陶瓷加热器中的温度由反应器内的热电偶独立控制,将具有封闭端的不锈钢管插入到熔融的液态金属催化剂中作为K型热电偶的套筒;所述的四个陶瓷加热器用绝缘支架固定于反应器气体出口侧。

[0011] 进一步地,螺旋磁线圈为两套,对称分布在催化反应器的两侧,并用环形绝缘陶瓷支架固定。

[0012] 进一步地,旋转排炭器安装于液态金属上表面,距炭黑捕集器底部至少500mm,所述的旋转排炭器包括刮片、折板和刮片抬升器;所述的刮片有两个,分别设置在两个折板内侧且表面与旋转排炭器的排炭口贴合;所述的刮片抬升器装有预设自动程序,使折板以 1.57rad/s 转动,刮板以 0.8m/s 自转轴向反应器内壁面方向移动,折板每转动半周后刮片恰好移动到排炭口,然后刮片迅速抬升移动到转轴处后落下,再向反应器内壁面移动;所述的折板位于转轴两侧且折向相反,折板角度为 75° ,折板下半部分位于液态金属催化剂表面。

[0013] 进一步地,炭黑捕集器位于催化反应器的顶部,所述炭黑捕集器底部设有气体进口,所述气体进口处设有分气板,所述炭黑捕集器的中部设有若干个并排放置的沉淀极管,在各个沉淀极管的中心处均穿有一根电晕极极丝,各个电晕极极丝的上端和下端分别设有上吊架和重锤,所述炭黑捕集器的顶部还设置有能用于悬挂上吊架的绝缘箱,在每个绝缘箱中固定有绝缘瓷瓶,绝缘瓷瓶可使上吊架与炭黑捕集器壳体绝缘,所述上吊架分别通过上吊杆与各个绝缘瓷瓶的下端相固定,所述上吊架通过下吊杆连接下吊架,所述绝缘箱的一侧设有馈电箱,在绝缘箱与上吊杆间设有阻气罩,所述炭黑捕集器顶部设有气体出口。

[0014] 更进一步地,所述的炭黑捕集器的沉淀极管束为蜂窝状,所述的炭黑捕集器下部的气体体均布器由两块分气板组成,两块分气板沿着筒体一上一下放置,且两板间距不小于700mm,所述的两块分气板上均设置有若干个均匀分布的通孔。

[0015] 本发明提供了一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的方法,用液态金属催化烃生成了不溶性炭黑和纯氢,且没有其他副产物生成;烃类气体通过气体分布器通入装有四个带热电偶的陶瓷加热器的催化反应器中,反应器壁外绕有螺旋磁线圈使液态金属催化剂搅拌均匀,生成的不溶性炭黑漂浮到液态金属催化剂表面上,经旋转排炭器从炭黑排出口排出,上升氢气经炭黑捕集器捕集后进入旋风分离器,分离后得到纯净的氢气。

[0016] 上述生产方法具体包括以下步骤:

a. 关闭反应器进气口阀门,通过抽真空方式去除催化反应装置、分离装置和排料装置内的空气,形成真空体系;

b. 关闭排气口阀门,打开反应器液态金属进料口,缓缓的将熔融后的15%Ni-85%Bi金属合金注入反应器内,直到没过陶瓷加热器距炭黑排出口10mm;

c. 开启螺旋磁线圈的电源,同时开启四个850W的陶瓷加热器,同时从反应器进气口注入氢气使反应器维持1~1.05MPa,使反应器温度维持在1055~1075℃;

d. 打开反应器进气口阀门,通入烃类气体通过单向阀后进入气体分布器中的缓冲室中,进入气体分布器形成均分分布的气流,经条形通道进入各个环形通道,通过位于通道上的第一导流孔、第二导流孔进入反应器中;

打开排气口阀,同时启动旋风分离器和旋转排炭器,实现连续化生产;

所述烃类气体包括甲烷、乙烷、丙烷、乙炔中的一种或几种;

e. 反应得到的炭黑经旋转排炭器连续不断的从炭排出口排出后送入收集装置,氢气中夹杂的炭黑经炭黑捕集器捕集后送入旋风分离器得到纯度为95%的氢气后送入收集装置。

[0017] 本发明的有益效果:

(1) 本发明使用液态金属做催化剂,避免了炭沉积在固体催化剂上,故而防止了催化剂的失活,保证催化剂高效稳定的催化,也避免产生温室气体二氧化碳,同时获得的氢气纯度大于90%可直接用于工业,属于绿色化学领域;

(2) 通过气体分布器上不同尺寸的导流孔,有效地调控注入气体在所述气体分布器上表面的出气量,使注入富烷烃类气体均匀扩散;

(3) 通过螺旋磁线圈的作用有效避免了金属催化剂和炭黑吸附在反应器内壁面和陶瓷加热器上,同时使得液态金属催化剂在反应器内搅拌均匀,也起到一定的保温作用;

(4) 四个陶瓷加热器中的每一个温度由反应器内的热电偶独立控制保证了反应器内温度均匀分布。漂浮到液态金属表面的炭黑经旋转排炭器高效快速的从两个炭黑排出口排出,避免了炭的沉积保证了反应的高效进行;

(5) 氢气中夹杂的少量炭黑经炭黑捕集器后进入旋风分离器后,一方面使得氢气得到有效的降温,另一方面得到了纯度大于90%的工业用氢;

(6) 本发明还可通过改变催化剂的种类来生产氢气的同时联产其他种类的炭黑,具有巨大的应用价值和社会效应。

附图说明

[0018] 图1为本发明提供的一种利用熔融液态金属催化烃生产氢气和炭黑装置的结构示意图;

图2为图1中沿A-A线的剖视图;

图3为图1中炭黑捕集器的放大图；

图中：1-反应器进气口；2-电源；3-气体分布器；4-催化反应器；5-螺旋磁线圈；6-炭黑排出口；7-液态金属进料口；8-炭黑捕集器；9-排气口；10-旋转排炭器；11-刮片抬升器；12-刮片；13-旋转排炭折板；14-陶瓷加热器；15-反应器壳体；16-氢气出口；17-旋风分离器；18-漏斗；19-第一导流孔；20-气体缓冲室；21-第二导流孔；22-环形通道；23-条形通道；24-气体进口；25-分气板；26-下吊架；27-电晕极极丝；28-下吊杆；29-炭黑捕集器壳体；30-沉淀极管；31-上吊架；32-阻气罩；33-馈电箱；34-绝缘瓷瓶；35-气体出口；36-绝缘箱；37-上吊杆；38-重锤。

具体实施方式

[0019] 下面通过实施例来进一步说明本发明，但不局限于以下实施例。

[0020] 实施例1：

如图1~3所示，本发明提供了一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的装置，包括催化反应装置，分离装置和排料装置；催化反应装置包括催化反应器4、气体分布器3、带绝缘套管的陶瓷加热器14、螺旋磁线圈5；分离装置为旋风分离器17；排料装置包括旋转排炭器10和炭黑捕集器8；催化反应器4内底部设有反应器进气口1，进气口上方连接气体分布器3，气体分布器3上方的反应腔室内均匀排列有四个带绝缘套管的陶瓷加热器14，催化反应器1外部设有螺旋磁线圈5，螺旋磁线圈5与电源2连接；催化反应器4上部设有旋转排炭器10，催化反应器4上方两侧分别设有炭黑排出口6，顶部侧面设有液态金属进料口7；催化反应器4顶部连接炭黑捕集器8，炭黑捕集器8设置在旋转排炭器10的正上方；炭黑捕集器8通过排气管道连接旋风分离器17的入口，旋风分离器17的顶部设有氢气出口16。

[0021] 进一步地，气体分布器3与催化反应器4同直径安装于富烷烃类气体进口侧，气体进口管道安装有单向阀，气体分布器3中部设有气体缓冲室20，气体缓冲室20外侧设有径向的条形通道23、与缓冲室同心的环形通道22，条形通道23与环形通道22交叉排列，条形通道23上设有第一导流孔19，环形通道22上设有第二导流孔21；第一导流孔19和第二导流孔21的开口为竖直朝上，气体沿该孔进入催化反应器4的反应腔室。

[0022] 更进一步地，所述条形通道23上的第二导流孔21的孔径从内向外侧依次递增。

[0023] 进一步地，所述的陶瓷加热器14在反应器内部均匀排列在四个方向，所述的四个陶瓷加热器14中的温度由反应器内的热电偶独立控制，将具有封闭端的不锈钢管插入到熔融的液态金属催化剂中作为K型热电偶的套筒；所述的四个陶瓷加热器14用绝缘支架固定于反应器气体出口侧。

[0024] 进一步地，螺旋磁线圈5为两套，对称分布在催化反应器4的两侧，并用环形绝缘陶瓷支架固定。

[0025] 进一步地，旋转排炭器10安装于液态金属上表面，距炭黑捕集器底部至少500mm，所述的旋转排炭器10包括刮片12、旋转排炭折板13和刮片抬升器11；所述的刮片12有两个，分别设置在两个旋转排炭折板13内侧且表面与旋转排炭器10的排炭口贴合；所述的刮片抬升器11装有预设自动程序，使旋转排炭折板13以1.57rad/s转动，刮片以0.8m/s自转轴向反应器内壁面方向移动，旋转排炭折板13每转动半周后刮片12恰好移动到排炭口，然后刮片12迅速抬升移动到转轴处后落下，再向反应器内壁面移动；所述的旋转排炭折板13位于转

轴两侧且折向相反,折板角度为 75° ,折板下半部分位于液态金属催化剂表面。

[0026] 进一步地,炭黑捕集器8位于催化反应器4的顶部,炭黑捕集器8顶部设有排气口9,所述炭黑捕集器8的中部设有若干个沉淀极管30,所述的沉淀极管30上方设有上吊架31,每个沉淀极管30的中心均设有一根电晕极极丝27,每个电晕极极丝27上端在上吊架31固定,每个电晕极极丝27下端设有重锤37,在重锤37和沉淀极管30之间设有下吊架28,在气体进口24处设有气体均布器,所述炭黑捕集器的顶部设置有用于悬挂上吊架的绝缘箱。

[0027] 进一步地,炭黑捕集器8位于催化反应器4的顶部,所述炭黑捕集器8底部设有气体进口24,在气体进口24处设有两块上下并置的分气板25,所述炭黑捕集器8的中部设有若干个并排放置的沉淀极管30,在各个沉淀极管30的中心处均穿有一根电晕极极丝27,各个电晕极极丝27的上端和下端分别设有上吊架31和重锤38,所述炭黑捕集器8的顶部还设置有能用于悬挂上吊架31的绝缘箱36,在每个绝缘箱36中固定有绝缘瓷瓶34,绝缘瓷瓶34可使上吊架31与炭黑捕集器壳体29绝缘,所述上吊架31分别通过上吊杆37与各个绝缘瓷瓶34的下端相固定,所述上吊架31通过下吊杆28连接下吊架26,所述绝缘箱36的一侧设有馈电箱33,在绝缘箱36与上吊杆37间设有阻气罩32,所述炭黑捕集器8顶部设有气体出口35。

[0028] 更进一步地,所述的炭黑捕集器8的沉淀极管30为蜂窝状,所述的炭黑捕集器8下部的的气体均布器由两块分气板25组成,两块分气板25沿着筒体一上一下放置,且两板间距不小于700mm,所述的两块分气板25上均设置有若干个均匀分布的通孔。

[0029] 本发明提供了一种液态金属催化烃生产氢气和炭黑的方法,用液态金属催化烃生成了不溶性炭黑和纯氢,且没有其他副产物生成;烃类气体通过气体分布器通入装有四个带热电偶的陶瓷加热器的催化反应器中,反应器壁外绕有螺旋磁线圈使液态金属催化剂搅拌均匀,生成的不溶性炭黑漂浮到液态金属催化剂表面上,经旋转排炭器从炭黑排出口排出,上升氢气经炭黑捕集器捕集后进入旋风分离器,分离后得到纯净的氢气。

[0030] 上述生产方法具体包括以下步骤:

a. 关闭反应器进气口阀门,通过抽真空方式去除催化反应装置、分离装置和排料装置内的空气,形成真空体系;

b. 关闭排气口阀门,打开反应器液态金属进料口,缓缓的将熔融后的15%Ni-85%Bi金属合金注入反应器内,直到没过陶瓷加热器距炭黑排出口10mm;

c. 开启螺旋磁线圈的电源,同时开启四个850W的陶瓷加热器,同时从反应器进气口注入氢气使反应器维持1~1.05MPa,使反应器温度维持在1055~1075 $^{\circ}$ C;

d. 打开反应器进气口阀门,通入烃类气体通过单向阀后进入气体分布器中的缓冲室中,进入气体分布器形成均分分布的气流,经条形通道进入各个环形通道,通过位于通道上的第一导流孔、第二导流孔进入反应器中;

打开排气口阀,同时启动旋风分离器和旋转排炭器,实现连续化生产;

所述烃类气体包括甲烷、乙烷、丙烷、乙炔中的一种或几种;

e. 反应得到的炭黑经旋转排炭器连续不断的从炭排出口排出后送入收集装置,氢气中夹杂的炭黑经炭黑捕集器捕集后送入旋风分离器得到纯度为95%的氢气后送入收集装置。

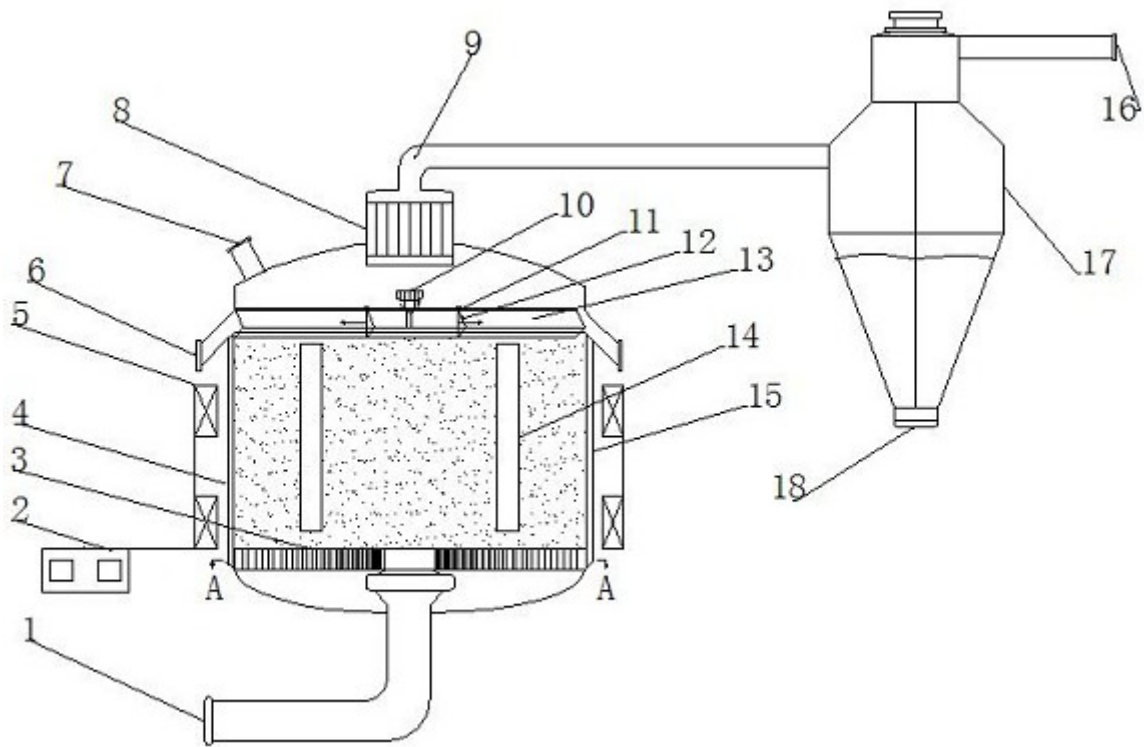


图1

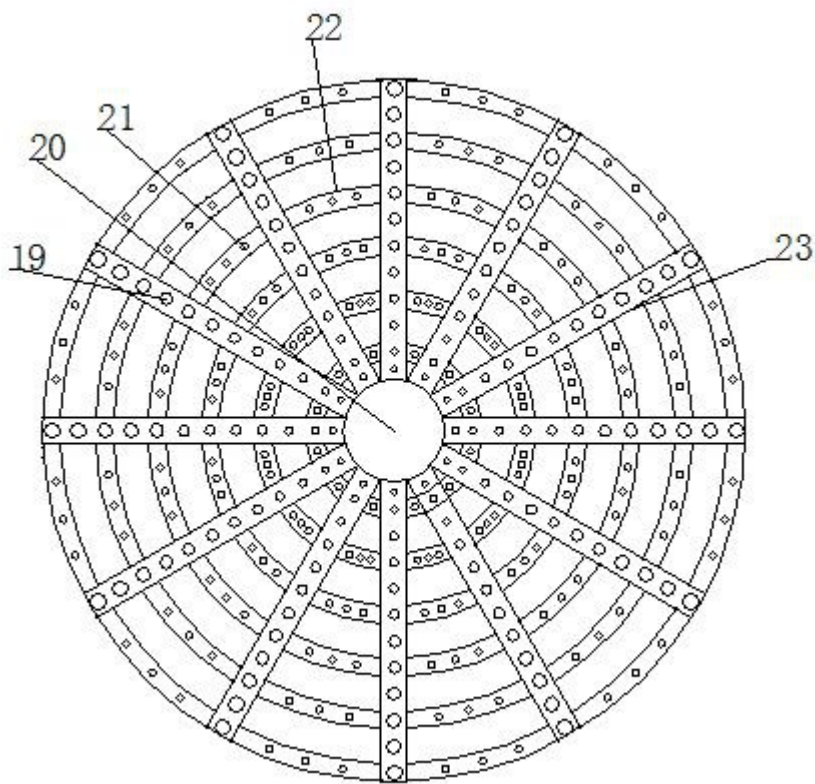


图2

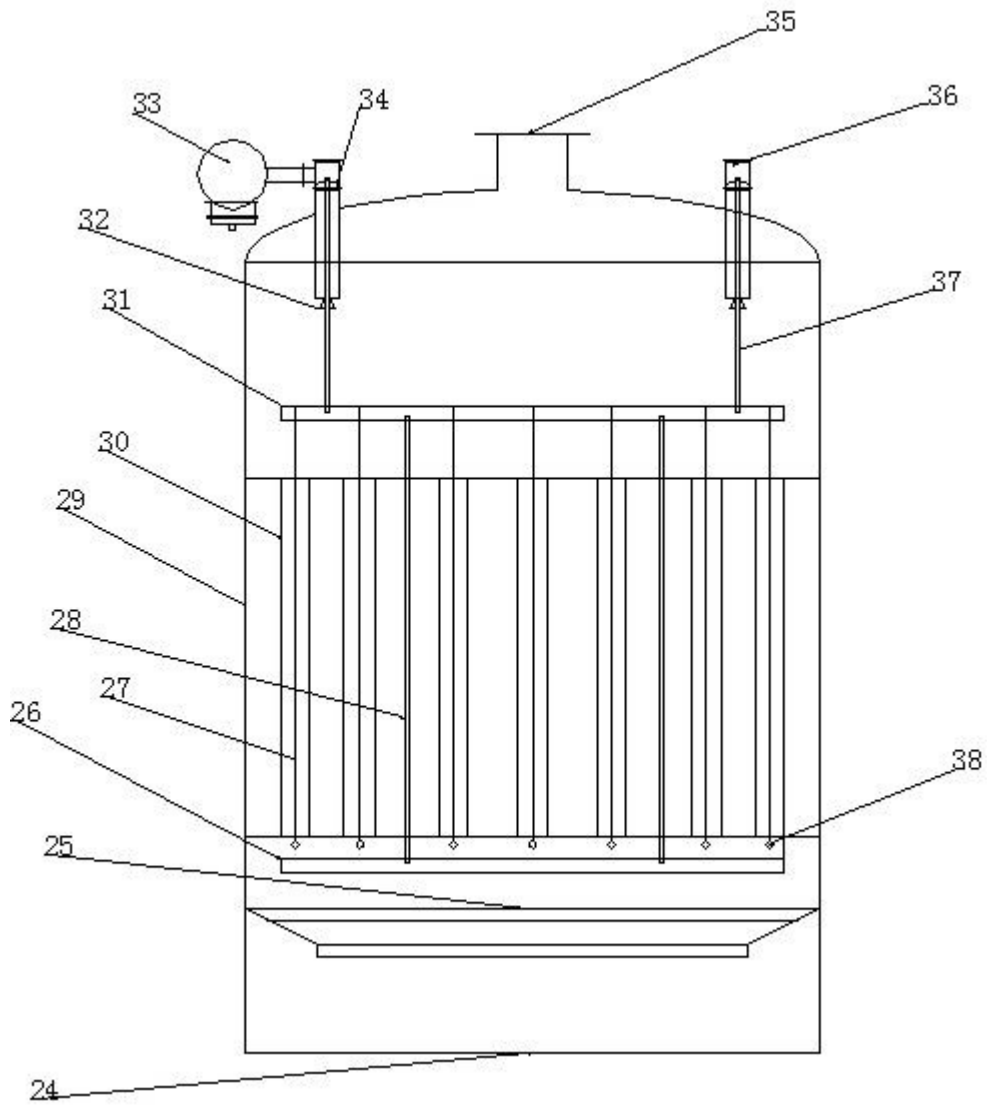


图3