



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111187646 B

(45) 授权公告日 2021.03.23

(21) 申请号 201811352246.X

(22) 申请日 2018.11.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111187646 A

(43) 申请公布日 2020.05.22

(73) 专利权人 西安闪光能源科技有限公司
地址 710061 陕西省西安市雁塔区丈八北路80号爱博苑小区第5幢1单元

(72) 发明人 张永民 张硕 汤俊萍 姚伟博
刘美娟

(74) 专利代理机构 北京华进京联知识产权代理有限公司 11606
代理人 孙岩

(51) Int. Cl.
C10J 3/46 (2006.01)

(56) 对比文件

- WO 2018055705 A1, 2018.03.29
- CN 108277038 A, 2018.07.13
- CN 103030206 A, 2013.04.10
- CN 108690661 A, 2018.10.23
- CN 105349183 A, 2016.02.24
- CN 104893759 A, 2015.09.09
- CN 1544580 A, 2004.11.10
- CN 1654313 A, 2005.08.17
- CN 107081046 A, 2017.08.22
- CN 108690660 A, 2018.10.23

审查员 杨春宇

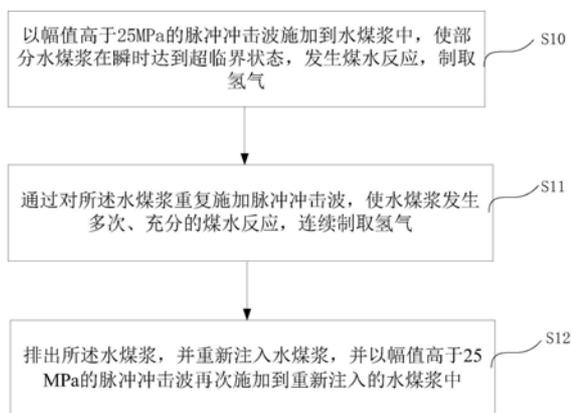
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

瞬时超临界煤制氢气的方法及装置

(57) 摘要

本申请提供了一种从水煤浆中制取氢气的方法,所述方法包括:以幅值高于25MPa的脉冲冲击波施加到水煤浆中,使部分水煤浆在瞬时达到超临界状态,发生煤水反应,制取氢气;通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波,使水煤浆发生多次、充分的煤水反应,连续制取氢气。本申请还提供一种瞬时超临界煤制氢气装置。上述方法和装置不需要对水煤浆加热,节约了整体加热水煤浆的能量,且降低了对反应腔机械强度的要求。



1. 一种从水煤浆中制取氢气的方法,其特征在于,所述方法包括:

通过脉冲功率驱动源驱动冲击波产生源产生压强幅值高于25MPa的脉冲冲击波施加到水煤浆中,使部分水煤浆在瞬时达到超临界状态,发生煤水反应,制取氢气;

通过所述冲击波产生源对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波,使水煤浆发生多次、充分的煤水反应,连续制取氢气。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当所述水煤浆制取氢气完成后,排出所述水煤浆,并重新注入水煤浆,并以幅值高于25MPa的脉冲冲击波再次施加到重新注入的水煤浆中。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,以脉冲冲击波的波源为中心,以球面波从内向外加载到所述水煤浆,在脉冲冲击波传播过程中的压缩区域对水煤浆形成25MPa以上的超压,使所述压缩区域内的水煤浆瞬时达到超临界状态。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,以可重复运行的脉冲功率驱动冲击波产生源重复产生脉冲冲击波加载于所述水煤浆,所述冲击波产生源包括水间隙放电器或者金属丝放电器。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据水煤浆的煤粉的煤阶、煤级、煤粉粒度和煤水比例确定重复向水煤浆加载冲击波的次数。

6. 根据权利要求1-5中任意一项所述的方法,其特征在于,通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波,使水煤浆发生多次、充分的煤水反应,连续制取氢气,包括:

将施加所述脉冲冲击波的冲击波产生源通过水囊密封,使所述冲击波产生源与所述水煤浆隔离;

通过所述冲击波产生源产生所述脉冲冲击波透过所述水囊加载于所述水煤浆,以制取所述氢气。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述水囊中充入纯净水,所述水囊隔离所述冲击波产生源与所述水煤浆,所述冲击波产生源通过水囊中的纯净水产生冲击波,冲击波透过水囊加载于所述水煤浆。

8. 一种从水煤浆中制取氢气的方法,其特征在于,所述方法包括:

通过水煤浆管道从反应腔顶部的水煤浆注入口注入水煤浆,使水煤浆的液面达到注入口高度;

通过可控冲击波发生装置中的水间隙放电器或金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆;

从反应腔顶端的氢气出口收集水煤浆在瞬时超临界状态下反应所生成的氢气;

控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆;

当收集的氢气的量满足制氢效率后,停止所述可控冲击波发生装置的工作;

从反应腔底部残渣出口集中排出残渣;

再次通过水煤浆管道向所述反应腔加注水煤浆,通过可控冲击波发生装置再次向水煤浆施加冲击波制备氢气。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆

之前,包括:

启动所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源,为储能电容器充电;

当储能电容器充电到设定电压时,控制切换开关自动将储能电容器的高压端与多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器接通,所述储能电容器通过多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述可控冲击波发生装置反复工作,使每个水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆,包括:

控制所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源反复工作,使得所述水间隙放电器或金属丝放电器反复产生冲击波作用于水煤浆,从氢气收集管道获得氢气的量满足制氢效率后,停止所述脉冲功率驱动源的工作。

11. 根据权利要求8-10中任意一项所述的方法,其特征在于,所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆,包括:

将所述水间隙放电器或金属丝放电器通过水囊密封,使所述水间隙放电器或金属丝放电器与所述水煤浆隔离;

通过所述水间隙放电器或金属丝放电器产生所述冲击波施加到水囊后,透过所述水囊加载于所述水煤浆,以制取所述氢气。

12. 一种瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述瞬时超临界煤制氢气装置包括:

工作容器和冲击波产生器;

所述冲击波产生器设置于所述工作容器中,所述冲击波产生器包括脉冲功率驱动源和能量转换器,所述能量转换器与所述工作容器之间间隔设置形成环空,所述能量转换器用于输出幅值高于25MPa的脉冲冲击波。

13. 根据权利要求12所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述工作容器为圆柱形的反应腔,所述反应腔的横截面半径等于冲击波峰值压强衰减到25MPa处距反应腔体轴线的距离。

14. 根据权利要求12所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述脉冲功率驱动源包括控制器和依次电连接的高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关;所述控制器用于控制脉冲功率驱动源的运行、并记录脉冲功率驱动源的运行状态;所述高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关设于工作容器外单独一个仪器柜中,所输出脉冲高电压通过高压电缆输出给能量转换器。

15. 根据权利要求12所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,采用棒状串联水间隙或金属丝放电器形成所述能量转换器,将脉冲功率驱动源提供的电能通过水中放电转换为冲击波。

16. 根据权利要求15所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述能量转换器安置在所述工作容器的中轴线上,且水煤浆注入到所述工作容器与能量转换器之间的环空中;且所述能量转换器最上端一个放电间隙距离所述水煤浆的液面0.5米以下。

17. 根据权利要求15所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述能量转换器包括串联水间隙放电器,所述串联水间隙放电器包括由绝缘子支撑的内电极、外电极,形成同

轴结构;其中,所述内电极为高压电极,所述外电极为地电极;内电极包括多段,段与段之间构成间隙,每一段所述内电极由绝缘子支撑在所述外电极上;与所述内电极间隙相对应位置的筒状外电极被豁开成冲击波输出窗口,且所述外电极形成三根筋支撑并实现电连接。

18. 根据权利要求17所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述水间隙放电器为多个,相邻两个水间隙放电器之间设有中间套,多个水间隙放电器通过所述中间套依次串联。

19. 根据权利要求17所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述串联水间隙放电器用水囊密封,水囊中充入纯净水,水囊隔离所述水间隙放电器与所述水煤浆,所述串联水间隙放电器所产生冲击波透过水囊加载于水煤浆。

20. 根据权利要求19所述的瞬时超临界煤制氢气装置,其特征在于,所述水囊的材料包括氟橡胶。

瞬时超临界煤制氢气的方法及装置

技术领域

[0001] 本申请属于脉冲功率技术与高分子化学在能源、环境领域的具体应用，具体涉及一种从水煤浆中制取氢气的方法及装置。

背景技术

[0002] 我国是一个多煤少油的国家，一次能源消费中，煤炭的占比高达70%，随着我国经济规模的增大，煤炭的年产量接近40亿吨。然而，煤炭在支撑我国经济发展的同时，由于煤炭利用方式和效率，也产生了大量的污染，对环境造成了很大的伤害。煤的高效利用、清洁利用已是重大国策。如何更合理地使用自然资源，提高使用效率，降低环境污染，已成为各国科技界和工业界的奋斗目标。

[0003] 在各种新能源中，由于氢具有使用无污染、发热量大等优点，煤制氢技术综合了煤的清洁利用和新能源的开发两大时代课题。我国的煤气化制氢发展很快，但和发达国家相比，还很落后。目前在中国运行的气化炉，污染严重，经济效益较差。

[0004] 现有技术中的“水煮煤”技术开辟了另一种更为环保煤制氢气的技术路线，它是指以超临界水气化为核心的煤的新型高效气化制氢耦合发电技术的俗称。其核心是超临界压强和温度下煤与水的混溶热解技术。煤浆与水进入温度约为600-1000℃，压强约为25MPa的超临界水煤气化炉中进行反应。气化反应的主要产物是 H_2 和 CO_2 。由于反应是在超临界水环境中进行的，而超临界水对无机盐的溶解度小至可以忽略不计，因此氮、硫及重金属元素等均在煮锅底部沉积下来并定期集中排出。然而，“水煮煤”技术目前尚存在以下问题：

[0005] (1) 反应器中部分煤氧化放热区域存在的氧化环境有可能对反应器壁造成腐蚀；

[0006] (2) 该技术中核心设备新型超临界水煤气化炉和新型混合工质透平是全新的设备，当前全球常规燃煤发电制造产业和工艺无法适用，应用成本较高；

[0007] (3) “水煮煤”容器的压强高于现有的气化炉操作压强，因此现有的气化炉在线排渣方式不能直接套用，灰渣的在线收集问题也无法得到有效解决；

[0008] 综上所述，该方法对设备的要求较高，产气量不稳定，并且反应残渣无法在线回收。

发明内容

[0009] 基于此，针对上述技术问题，本申请提供了一种从水煤浆中制取氢气的方法及装置。

[0010] 一种从水煤浆中制取氢气的方法，其中，所述方法包括：

[0011] 以幅值高于25MPa的脉冲冲击波施加到水煤浆中，使部分水煤浆在瞬时达到超临界状态，发生煤水反应，制取氢气；

[0012] 通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波，使水煤浆发生多次、充分的煤水反应，连续制取氢气。

[0013] 在其中一个实施例中，当所述水煤浆制取氢气完成后，排出所述水煤浆，并重新注

入水煤浆,并以幅值高于25MPa的脉冲冲击波再次施加到重新注入的水煤浆中。

[0014] 在其中一个实施例中,以脉冲冲击波的波源为中心,以球面波从内向外加载到所述水煤浆,在脉冲冲击波传播过程中的压缩区域对水煤浆形成25MPa以上的超压,使所述压缩区域内的水煤浆瞬时达到超临界状态。

[0015] 在其中一个实施例中,以可重复运行的脉冲功率驱动源驱动冲击波产生源重复产生脉冲冲击波加载于所述水煤浆,所述冲击波产生源包括水间隙放电器或者金属丝放电器。

[0016] 在其中一个实施例中,根据水煤浆的煤粉的煤阶、煤级、煤粉粒度和煤水比例确定重复向水煤浆加载冲击波的次数。

[0017] 在其中一个实施例中,所述通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波,使水煤浆发生多次、充分的煤水反应,连续制取氢气,包括:

[0018] 将施加所述脉冲冲击波的冲击波产生源通过水囊密封,使所述冲击波产生源与所述水煤浆隔离;

[0019] 通过所述冲击波产生源产生所述脉冲冲击波透过所述水囊加载于所述水煤浆,以制取所述氢气。

[0020] 在其中一个实施例中,所述水囊中充入纯净水,所述水囊隔离所述冲击波产生源与所述水煤浆,所述冲击波产生源通过水囊中的纯净水产生冲击波,冲击波透过水囊加载于所述水煤浆。

[0021] 一种从水煤浆中制取氢气的方法,其中,所述方法包括:

[0022] 通过水煤浆管道从反应腔顶部的水煤浆注入口注入水煤浆,使水煤浆的液面达到注入孔高度;

[0023] 通过可控冲击波发生装置中的水间隙放电器或金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆;

[0024] 从反应腔顶端的氢气出口收集水煤浆在瞬时超临界状态下反应所生成的氢气;

[0025] 控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆;

[0026] 当收集的氢气的量满足制氢效率后,停止所述可控冲击波发生装置的工作;

[0027] 从反应腔底部残渣出口集中排出残渣;

[0028] 再次通过水煤浆管道向所述反应腔加注水煤浆,通过可控冲击波发生装置再次向水煤浆施加冲击波制备氢气。

[0029] 在其中一个实施例中,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆之前,包括:

[0030] 启动所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源,为储能电容器充电;

[0031] 当储能电容器充电到设定电压时,控制切换开关自动将储能电容器的高压端与多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器接通,所述储能电容器通过多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆。

[0032] 在其中一个实施例中,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使每个水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆,包括:

[0033] 控制所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源反复工作,使得所述水间隙放电器或金属丝放电器反复产生冲击波作用于水煤浆,从氢气收集管道获得氢气的量满足制氢效率后,停止所述脉冲功率驱动源的工作。

[0034] 在其中一个实施例中,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆,包括:

[0035] 将所述水间隙放电器或金属丝放电器通过水囊密封,使所述水间隙放电器或金属丝放电器与所述水煤浆隔离;

[0036] 通过所述水间隙放电器或金属丝放电器产生所述冲击波施加到水囊后,透过所述水囊加载于所述水煤浆,以制取所述氢气。

[0037] 一种瞬时超临界煤制氢气装置,其中,所述瞬时超临界煤制氢气装置包括:

[0038] 工作容器和冲击波产生器,所述工作容器为圆柱形的反应腔;

[0039] 所述冲击波产生器设置于所述反应腔中,所述冲击波产生器包括脉冲功率驱动源和能量转换器,所述能量转换器与所述反应腔之间间隔设置形成环空,所述能量转换器用于输出压强幅值高于25MPa的脉冲冲击波。

[0040] 在其中一个实施例中,所述反应腔的横截面半径等于冲击波峰值压强衰减到25MPa处距反应腔体轴线的距离。

[0041] 在其中一个实施例中,所述脉冲功率驱动源包括控制器和依次电连接的高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关;所述控制器用于控制脉冲功率驱动源的运行、并记录脉冲功率驱动源的运行状态;所述高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关设于工作容器外单独一个仪器柜中,所输出脉冲高电压通过高压电缆输出给能量转换器。

[0042] 在其中一个实施例中,采用棒状串联水间隙或金属丝放电器形成所述能量转换器,将脉冲功率驱动源提供的电能通过水中放电转换为冲击波。

[0043] 在其中一个实施例中,所述能量转换器安置在反应腔的中轴线上,且水煤浆注入到反应腔与能量转换器之间的环空中;且所述能量转换器最上端一个放电间隙距离所述水煤浆的液面0.5米以下。

[0044] 在其中一个实施例中,所述能量转换器包括串联水间隙放电器,所述串联水间隙放电器包括由绝缘子支撑的内电极、外电极,形成同轴结构;其中,所述内电极为高压电极,所述外电极为地电极;内电极包括多段,段与段之间构成间隙,每一段所述内电极由绝缘子支撑在所述外电极上;与所述内电极间隙相对应位置的筒状外电极被豁开成冲击波输出窗口,且所述外电极形成三根筋支撑并实现电连接。

[0045] 在其中一个实施例中,所述水间隙放电器为多个,相邻两个水间隙放电器之间设有中间套,多个水间隙放电器通过所述中间套依次串联。

[0046] 在其中一个实施例中,所述串联水间隙放电器用水囊密封,水囊中充入纯净水,水囊隔离所述水间隙放电器与所述水煤浆,所述串联水间隙放电器所产生冲击波透过水囊加载于水煤浆。

[0047] 在其中一个实施例中,所述水囊的材料包括氟橡胶。

[0048] 与现有技术相比,本申请的优点在于:本申请从水煤浆中制取氢气的方法及装置包括:1)以脉冲冲击波加载到水煤浆中,在部分水煤浆中瞬时实现超临界状态,使部分水煤浆在超临界状态下发生煤水反应制取氢气;而不是对水煤浆整体加热并以反应腔壁约束水

煤浆达到超临界环境;瞬时超临界状态是在常温下实现的,不需要对水煤浆加热,节约了整体加热水煤浆的能量;水煤浆中的各种反应都在常温下进行,减小了各种反应和反应物对容器的腐蚀;瞬时超临界状态不再需要静态超临界状态所需的超高压强容器,降低了对反应腔机械强度的要求。

[0049] 2) 提出了以液电效应产生冲击波的方法,通过脉冲功率驱动源的重复运行,重复向水煤浆加载脉冲冲击波,可以使更多的水煤浆发生充分的煤水反应,提高制氢效率。通过排出残渣和再次注入水煤浆实现连续生产。

附图说明

[0050] 图1为本申请一个实施例提供的从水煤浆中制取氢气的方法的流程示意图;

[0051] 图2为本申请另一个实施例提供的从水煤浆中制取氢气的方法的流程示意图;

[0052] 图3为本申请实施例中从水煤浆中制取氢气的装置示意图;

[0053] 图4为本申请实施例中多个水间隙放电器的连接示意图。

具体实施方式

[0054] 以下将配合附图及实施例来详细说明本申请的实施方式,借此对本申请如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

[0055] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,以下实施例用于说明本申请,但不用来限制本申请的范围。

[0056] 本申请的技术方案:技术原理是以脉冲冲击波加载到水煤浆中,在脉冲压强下,仅有被冲击波压缩区域的水煤浆达到超临界状态,发生煤水反应产生氢气;被冲击波压缩的水煤浆因超压而剧烈运动瞬时(小于1毫秒)达到600℃高温,而水煤浆整体并不需要加热到600℃;冲击波一边对水煤浆做功使水煤浆实现煤水反应,一边衰减,当在水煤浆中的冲击波幅值衰减到25MPa以下不再有超临界条件时,才作用到腔体壁上,反应腔壁不再需要承受25MPa静压强的反应腔。

[0057] 本申请实现瞬时超临界煤制氢气的基本技术方法是:重复向水煤浆加载冲击波以使水煤浆发生充分的煤水反应,提高制氢效率;产生冲击波的方法采用液电效应,通过脉冲功率驱动源的反复充电,可以连续产生冲击波作用于水煤浆,实现生产;在冲击波产生装置设计中,采用串联水间隙扩大冲击波的范围,提高生产效率;通过水煤浆的排出和再注入实现连续性生产。

[0058] 相应的,基于瞬时超临界煤制氢装置,包括工作容器、冲击波产生器,水煤浆注入管道、残渣收集管道和氢气收集管道。工作容器为圆柱形的反应腔,上部设置水煤浆入口,顶部设置氢气收集管道,底部设置残渣收集管道。冲击波产生器包括依次电连接的高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关和串联水间隙放电器。高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关设于工作容器外,串联水间隙放电器设于反应腔的中轴线上。高压恒流电源用于向储能电容器充电,通过串联水间隙对地放电产生冲击波,控制切换开关用于控制储能电容器与串联水间隙放电器的通断。

[0059] 请参阅图1,本申请一个实施例提供一种从水煤浆中制取氢气的方法,其中,所述

方法包括：

[0060] S10,以幅值高于25MPa的脉冲冲击波施加到水煤浆中,使部分水煤浆在瞬时达到超临界状态,发生煤水反应,制取氢气;

[0061] S11,通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波,使水煤浆发生多次、充分的煤水反应,连续制取氢气。

[0062] 进一步,作为其中一个实施例,当所述水煤浆制取氢气完成后,所述方法还包括:

[0063] S12,排出所述水煤浆,并重新注入水煤浆,并以幅值高于25MPa的脉冲冲击波再次施加到重新注入的水煤浆中。

[0064] 在其中一个实施例中,在步骤S10中,以脉冲冲击波的波源为中心,以球面波从内向外加载到所述水煤浆,在脉冲冲击波传播过程中的压缩区域对水煤浆形成25MPa以上的超压,使所述压缩区域内的水煤浆瞬时(小于1毫秒)达到超临界状态。

[0065] 在步骤S12中,以可重复运行的脉冲功率驱动源驱动水间隙放电器、或者金属丝放电器等作为冲击波产生源重复产生脉冲冲击波加载于所述水煤浆。

[0066] 另外,可以根据水煤浆的煤粉的煤阶、煤级、煤粉粒度和煤水比例确定重复向水煤浆加载冲击波的次数。可以理解,对于不同煤阶、煤级、煤粉粒度和煤水比例,可以根据经验值或实验值预先建立对应的比例关系。

[0067] 在其中一个实施例中,在通过对所述水煤浆重复施加脉冲冲击波连续制取氢气时,可包括:

[0068] 将施加所述脉冲冲击波的冲击波产生源通过水囊密封,使所述冲击波产生源与所述水煤浆隔离;

[0069] 通过所述冲击波产生源产生所述脉冲冲击波透过所述水囊加载于所述水煤浆,以制取所述氢气。

[0070] 本实施例中,冲击波产生源例如水间隙放电器或者金属丝放电器等,是通过水囊与水煤浆隔离的,冲击波产生源与水煤浆并未直接接触,从而能够极大的减少水煤浆对水间隙放电器或者金属丝放电器在放电过程中的影响。也就是说,在脉冲冲击波的输出窗口,通过水囊进行了密封,以隔离水煤浆。

[0071] 另外,水囊中可充入纯净水,冲击波产生源所产生冲击波透过水囊,以及经过水囊中的纯净水传递后,再加载于所述水煤浆。

[0072] 请一并参阅图2,本申请另一个实施例提供一种从水煤浆中制取氢气的方法,其中,所述方法包括:

[0073] S20,通过水煤浆管道从反应腔顶部的水煤浆注入口注入水煤浆,使水煤浆的液面达到注入孔高度;

[0074] S21,通过可控冲击波发生装置中的串联水间隙或金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆;

[0075] S22,从反应腔顶端的氢气出口收集水煤浆在瞬时超临界状态下反应所生成的氢气;

[0076] S23,控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆;

[0077] S24,当收集的氢气的量满足制氢效率后,停止所述可控冲击波发生装置的工作;

[0078] S25,从反应腔底部残渣出口集中排出残渣;

[0079] S26,再次通过水煤浆管道向所述反应腔加注水煤浆,通过可控冲击波发生装置再次向水煤浆施加冲击波制备氢气。

[0080] 在其中一个实施例中,在步骤S21之前,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使所述水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆之前,包括:

[0081] 启动所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源,为储能电容器充电;

[0082] 当储能电容器充电到设定电压时,控制切换开关自动将储能电容器的高压端与多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器接通,所述储能电容器通过多个串联的水间隙放电器或多个串联的金属丝放电器放电,产生压强大于25MPa的冲击波作用于周围的水煤浆,从而使得串联的放电器位置处的水煤浆均发生变化产生氢气。

[0083] 在其中一个实施例中,在步骤S20中,所述控制所述可控冲击波发生装置反复工作,使每个水间隙放电器或金属丝放电器连续产生压强大于25MPa的冲击波作用于水煤浆,包括:

[0084] 控制所述可控冲击波发生装置中的脉冲功率驱动源反复工作,使得所述水间隙放电器或金属丝放电器反复产生冲击波作用于水煤浆,从氢气收集管道获得氢气的量满足制氢效率后,停止所述脉冲功率驱动源的工作。

[0085] 另外,类似的,可以将所述水间隙放电器或金属丝放电器通过水囊密封,使所述水间隙放电器或金属丝放电器与所述水煤浆隔离,以避免水煤浆在水间隙放电器或金属丝放电器放电的过程中,对水间隙放电器或金属丝放电器放电形成不良影响。

[0086] 本申请实施例还提供一种瞬时超临界煤制氢气装置,其中,所述瞬时超临界煤制氢气装置包括:

[0087] 工作容器和冲击波产生器,所述工作容器为圆柱形的反应腔;

[0088] 所述冲击波产生器设置于所述反应腔中,所述冲击波产生器包括脉冲功率驱动源和能量转换器,所述能量转换器与所述反应器之间间隔设置形成环空。

[0089] 在其中一个实施例中,所述反应腔的横截面半径等于冲击波峰值压强衰减到25MPa处距反应腔体轴线的距离。进一步地,反应腔的横截面半径等于冲击波峰值压强衰减到25MPa处距圆心的距离,既充分利用冲击波的有效做功能量,又减轻反应腔壁承受的压强。

[0090] 在其中一个实施例中,所述脉冲功率驱动源包括控制器和依次电连接的高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关;所述控制器用于控制脉冲功率驱动源的运行、并记录脉冲功率驱动源的运行状态;所述高压恒流电源、储能电容器、控制切换开关设于工作容器外单独一个仪器柜中,所输出脉冲高电压通过高压电缆输出给能量转换器。

[0091] 在其中一个实施例中,采用棒状串联水间隙或金属丝放电器形成所述能量转换器,将脉冲功率驱动源提供的电能通过水中放电转换为冲击波。

[0092] 在其中一个实施例中,所述能量转换器安置在反应腔的中轴线上,且所述水煤浆注入到反应腔与能量转换器之间的环空中;且所述能量转换器最上端一个放电间隙距离所述水煤浆的液面0.5米以下。

[0093] 在其中一个实施例中,所述能量转换器包括串联水间隙放电器,所述串联水间隙

放电器包括由绝缘子支撑的内电极、外电极,形成同轴结构;其中,所述内电极为高压电极,所述外电极为地电极;内电极包括多段,段与段之间构成间隙,每一段所述内电极由绝缘子支撑在所述外电极上;与所述内电极间隙相对应位置的筒状外电极被豁开成冲击波输出窗口,且所述外电极形成三根筋支撑并实现电连接。

[0094] 在其中一个实施例中,所述水间隙放电器为多个,相邻两个水间隙放电器之间设有中间套,多个水间隙放电器通过所述中间套依次串联。

[0095] 在其中一个实施例中,所述串联水间隙放电器用水囊密封,水囊中充入纯净水,水囊隔离水间隙放电器与水煤浆,所产生冲击波透过水囊加载于水煤浆。在其中一个实施例中,水囊的材质包括氟橡胶。另外,水囊中的水为纯净水,水囊内外达到压强平衡。另外,为了提高抗压能力,水囊的材质可采用纯氟橡胶。

[0096] 进一步地,相邻两个水间隙放电器之间还设有中间套,多个水间隙放电器通过所述中间套依次串联。进一步地,控制切换开关采用气体火花开关。

[0097] 在25MPa压强和600-1000℃下,水煤浆进入超临界状态,将发生煤水反应,产出氢气。水中高压放电产生的冲击波与脉冲功率驱动源的储能量和放电电压相关。根据所要求的冲击波可以设计脉冲功率驱动源,使所输出的冲击波压强峰值超过25MPa。在冲击波压缩区域,被压缩的水煤浆分子剧烈运动达到600-1000℃,开始煤水反应,产生氢气。

[0098] 为实现瞬时超临界煤制氢气方法的实际应用,脉冲功率驱动源采用恒流电源以提高充电效率,重复工作。采用多个水间隙串联形成多个冲击波源扩大水煤浆中瞬时超临界区域。

[0099] 作为一个具体的实施例,请一并参阅图3,以瞬时超临界制取氢气的装置的组成和结构如图3所示,包括工作容器和冲击波产生器,冲击波产生器包括依次电连接的高压恒流电源3、储能电容器2、控制切换开关1、高压电缆4和串联水间隙放电器8,串联水间隙的冲击波输出窗口由水囊9包裹,其中充满纯净水10。高压恒流电源3、储能电容器2、控制切换开关1设于工作容器外,串联水间隙放电器8设于工作容器反应腔的中轴线上。高压恒流电源3用于向储能电容器2充电,通过高压电缆4连接到串联水间隙8对地放电产生冲击波作用于水煤浆11中。控制切换开关1用于控制储能电容器2与串联水间隙放电器8的通断,控制切换开关为气体火花开关。工作容器为圆柱形的反应腔6,反应腔的横截面半径等于冲击波峰值压强衰减到25MPa处距圆心的距离。工作容器上部设有水煤浆入口5,顶部设有氢气出口7,水煤浆11充入反应腔中,液面与水煤浆入孔5平齐,工作容器的底部设有残渣出口12,工作容器由支撑架13支撑于地面;

[0100] 具体的,以图4所示两个串联水间隙放电器为例说明:地电极端部41支撑地电极42,内电极43与地电极42构成一个水间隙;水囊44密封住内电极43与地电极42构成的水间隙;外电极支撑46支撑内电极43和49的绝缘子45和47;内电极49和高压电极411构成一个水间隙,由水囊48密封;冲击波输出窗口的支撑筋410实现外电极的电连接,高压绝缘子412支撑柱高压电极411,外电极支撑件415支撑住高压绝缘子412;密封圈413密封住高压绝缘子412外电极支撑件415之间缝隙,密封圈414密封住高压电极411与高压绝缘子412之间的缝隙,背紧螺母416将高压电极411固定在高压绝缘子412上。

[0101] 水间隙放电器密封在水囊中,该水囊为橡胶水囊,水囊中的水为纯净水。

[0102] 本申请从水煤浆中制取氢气的方法及装置具有以下有益效果:1)以脉冲冲击波加

载到水煤浆中,在部分水煤浆中瞬时实现超临界状态,使部分水煤浆在超临界状态下发生煤水反应制取氢气;而不是对水煤浆整体加热并以反应腔壁约束水煤浆达到超临界环境;瞬时超临界状态是在常温下实现的,不需要对水煤浆加热,节约了整体加热水煤浆的能量;水煤浆中的各种反应都在常温下进行,减小了各种反应和反应物对容器的腐蚀;瞬时超临界状态不再需要静态超临界状态所需的超高压强容器,降低了对反应腔机械强度的要求。2) 提出了以液电效应产生冲击波的方法,通过脉冲功率驱动源的重复运行,重复向水煤浆加载脉冲冲击波,可以使更多的水煤浆发生充分的煤水反应,提高制氢效率。通过排出残渣和再次注入水煤浆实现连续生产。3) 采用了多个串联水间隙,每一个水间隙为一个冲击波源,多个水间隙同时工作扩大了水煤浆中瞬时超临界的范围,提高了生产效率。4) 脉冲功率驱动源不工作时,在常压、常温下排出残渣和再次注入水煤浆,实现了反应残渣的在线回收。

[0103] 以上该实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

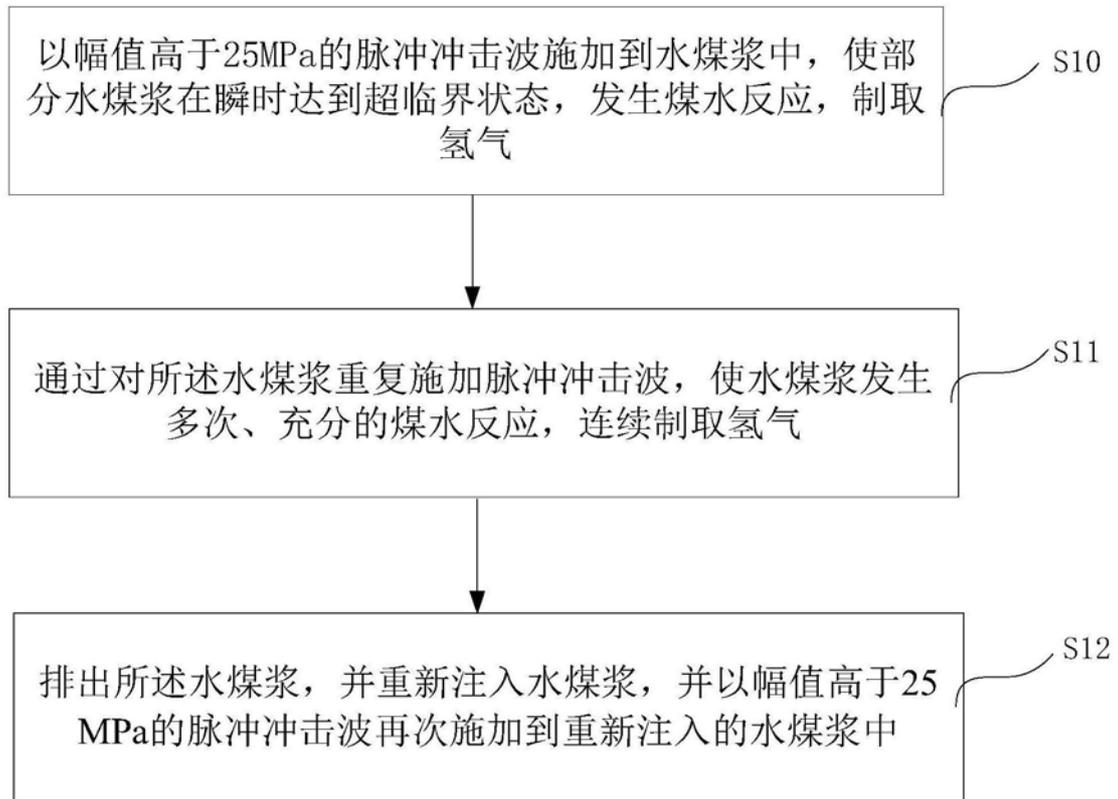


图1

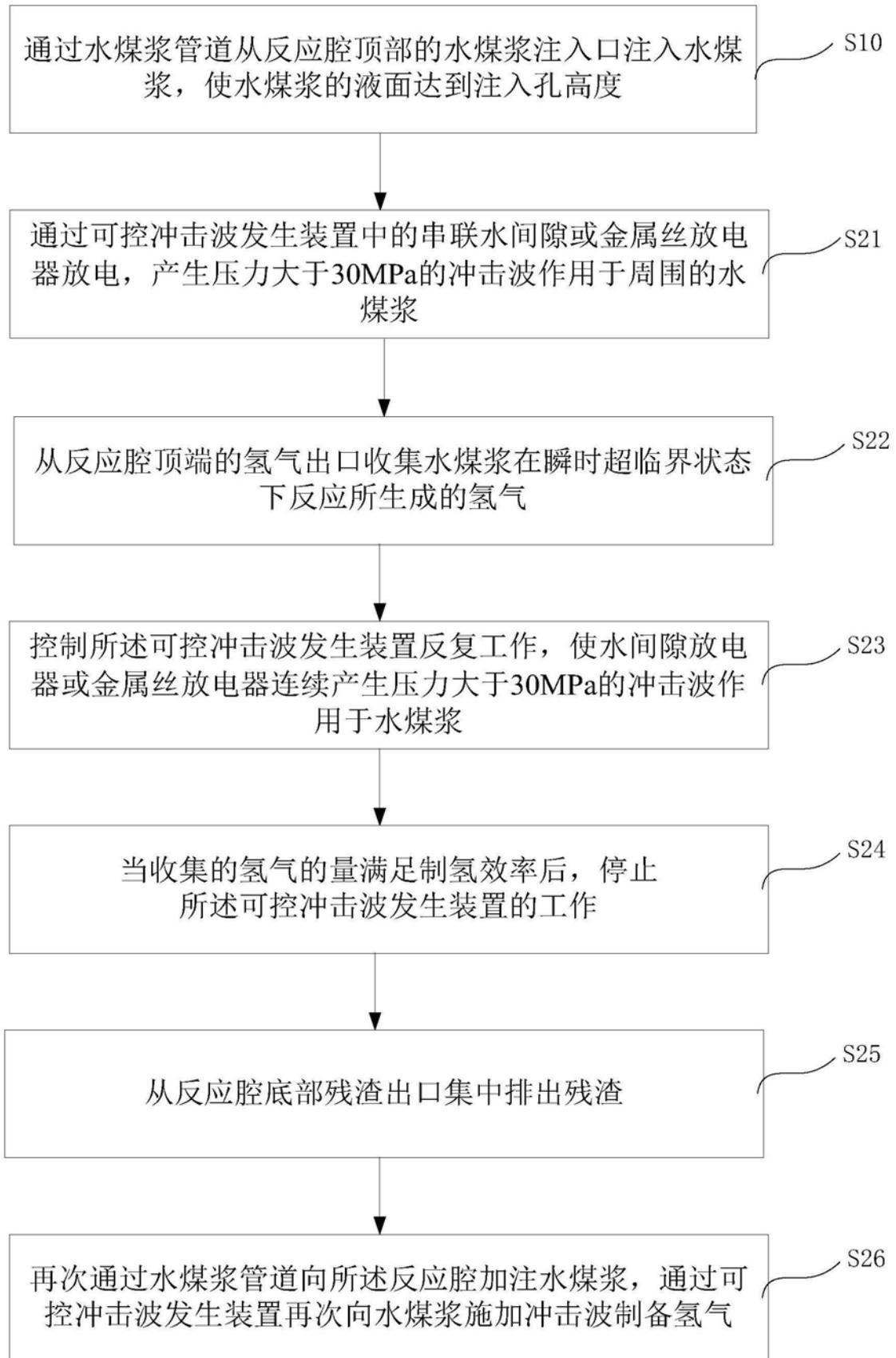


图2

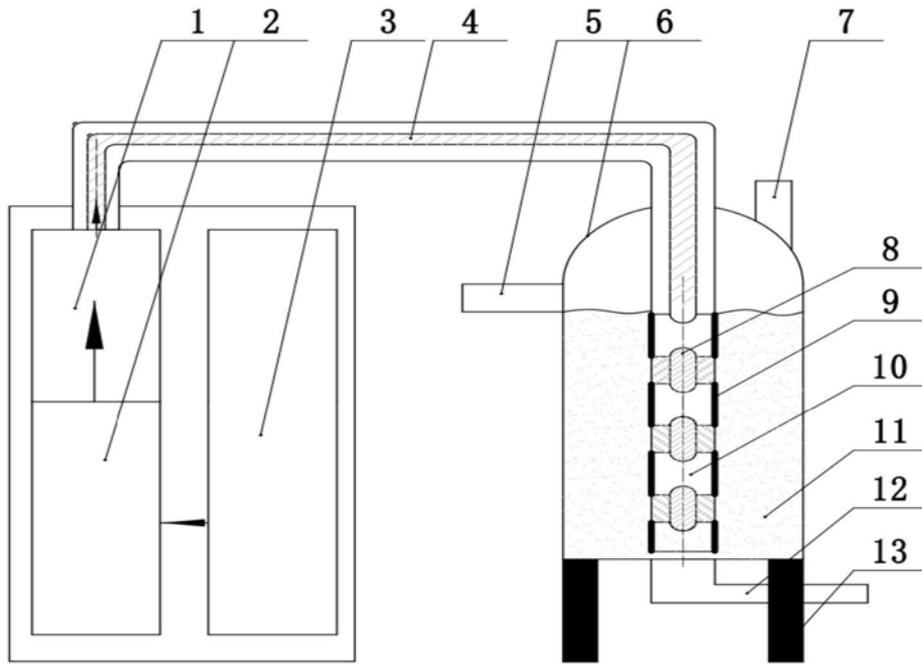


图3

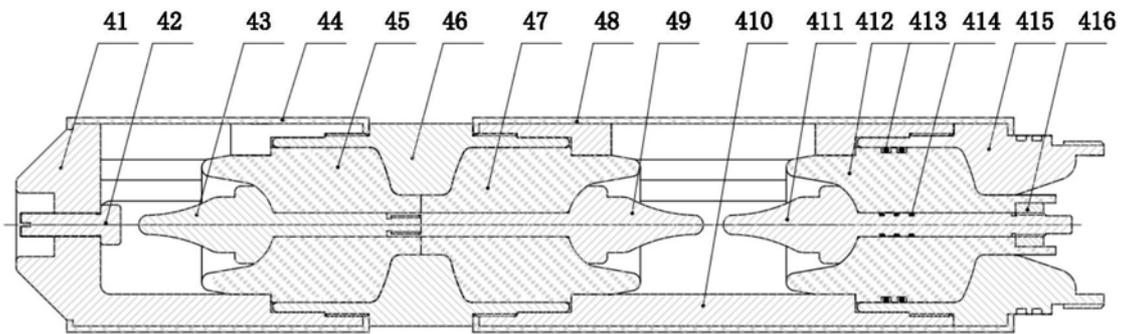


图4