



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113451612 B

(45) 授权公告日 2022.08.05

(21) 申请号 202110639680.1

(22) 申请日 2021.06.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113451612 A

(43) 申请公布日 2021.09.28

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72) 发明人 张猛 王睿翔 卫旭涛 徐婉莹
杨衣兰 王金华 黄佐华(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

专利代理师 段俊涛

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007 (2016.01)

H01M 8/04014 (2016.01)

H01M 8/04082 (2016.01)

H01M 8/0656 (2016.01)

H01M 8/0662 (2016.01)

H01M 8/10 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 101005144 A, 2007.07.25

JP 2017168404 A, 2017.09.21

CN 112648113 A, 2021.04.13

CN 101005144 A, 2007.07.25

CN 108884761 A, 2018.11.23

US 2008070078 A1, 2008.03.20

Aqiang Ding等. "Effect of inocula on performance of bio-cathode denitrification and its microbial mechanism". 《Chemical Engineering Journal》. 2018, 第343卷全文.

审查员 司莉敏

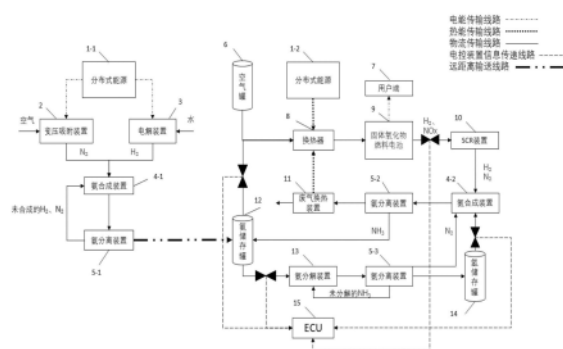
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统

(57) 摘要

一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统,包括氨储存罐、固体氧化物燃料电池和氢储存罐,氨储存罐的一路出口连接换热器的一个物流入口,换热器出口连接固体氧化物燃料电池的入口,固体氧化物燃料电池用于反应产电,其尾气出口连接SCR装置的入口,SCR装置用于将尾气中氮氧化物转化为氮气,其出口连接氨合成装置二的第一入口,氨合成装置二的第二入口连接氢储存罐的出口,氨合成装置二用于将氮气和氢气合成为氨气,其出口连接氨分离装置二的入口,氨分离装置二用于分离出氨气和废气,废气换热装置用于回收废气中的热量,其热流出口连接换热器的一个热流入口,本发明可提升氨发电系统的整体效率,同时解决分布式能源能量产出不稳定的问题。



1. 一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统,包括氨储存罐(12)、固体氧化物燃料电池(9)和氢储存罐(14),其特征在于,所述氨储存罐(12)的一路出口连接换热器(8)的一个物流入口,所述换热器(8)用于加热出氨储存罐(12)的氨气,其出口连接固体氧化物燃料电池(9)的入口,所述固体氧化物燃料电池(9)用于使用氨气进行热裂解反应产电并在阳极产生氢气和氮气,其电能出口连接用户端(7),尾气出口连接SCR装置(10)的入口,所述SCR装置(10)用于将尾气中氮氧化物转化为氮气,其出口连接氨合成装置二(4-2)的第一入口,氨合成装置二(4-2)的第二入口连接氢储存罐(14)的出口,所述氨合成装置二(4-2)用于将氮气和氢气合成为氨气,其出口连接氨分离装置二(5-2)的入口,所述氨分离装置二(5-2)用于分离出氨气和废气,其中氨气接入氨储存罐(12),废气接废气换热装置(11)的物流入口,所述废气换热装置(11)用于回收废气中的热量,其物流出口连接外界环境,热流出口连接换热器(8)的一个热流入口。

2. 根据权利要求1所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,还包括用于将氢气和氮气合成得到氨气的氨合成装置一(4-1),其入口连接电解装置(3)和变压吸附装置(2)的出口,出口连接氨分离装置一(5-1),所述电解装置(3)用于电解水产生氢气,变压吸附装置(2)用于分离空气得到氮气,氨分离装置一(5-1)用于分离氨合成装置一(4-1)产物中未合成的氢气和氮气,其氨气出口连接所述氨储存罐(12),未合成的氢气和氮气回送氨合成装置一(4-1)。

3. 根据权利要求2所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,所述变压吸附装置(2)和电解装置(3)由分布式能源一(1-1)提供电能。

4. 根据权利要求1所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,还包括用于将氨气分解成氮气与氢气的氨分解装置(13),其入口连接氨储存罐(12)的另一路出口,出口连接氨分离装置三(5-3),氨分离装置三(5-3)用于分离氨分解装置(13)产物中未分解的氨气,其氮气出口接氨合成装置二(4-2),氢气出口接氢储存罐(14),未分解的氨气回送氨分解装置(13)。

5. 根据权利要求1或4所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,还包括电控装置(15),所述电控装置(15)用于控制进入所述固体氧化物燃料电池(9)的氨气供给量、检测尾气中排放物的成分和含量以及氨合成装置二(4-2)与氨分解装置(13)所需气体的量。

6. 根据权利要求5所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,所述电控装置(15)控制氨合成装置二(4-2)氮气和氢气的供给量摩尔比为1:3,控制固体氧化物燃料电池(9)氨气进料流量 33kmol/h 。

7. 根据权利要求1所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,还包括分布式能源二(1-2),其连接换热器(8)的另一个热流入口,在废气换热装置(11)提供热能不足时,由所述分布式能源二(1-2)为其提供热能以预热氨气。

8. 根据权利要求1或7所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统,其特征在于,还包括用于提供空气的空气罐(6),其出口连接换热器(8)的另一个物流入口。

9. 权利要求1所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统的运行方法,其特征在于,包括:

氨利用:固体氧化物燃料电池(9)正常工作,一部分氨气从氨储存罐(12)中释放,经换热器(8)预热,在固体氧化物燃料电池(9)中反应产生电力供给到用户端(7),尾气经SCR装

置(10)、氨合成装置二(4-2)、氨分离装置二(5-2)和废气换热装置(11)释放到环境中,废气的余热最终在废气换热装置(11)中被利用,其中氨合成装置二(4-2)产生的氨气又回到氨储存罐(12)中;

尾气回收处理:氨合成装置(4-2)正常工作,一部分氨从氨储存罐(12)中释放,经氨分解装置(13)产生氮气、氢气和氨气的混合气体,混合气体经氨分离装置三(5-3)分离出氨气、氢气和氮气,氨气送回氨分解装置(13),氢气进入氢储存罐(14)储存,氮气供给氨合成装置二(4-2)。

一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统

技术领域

[0001] 本发明属于能源储存利用技术领域,特别涉及一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统。

背景技术

[0002] 分布式能源具有能效利用合理、损耗小、污染少、运行灵活,系统经济性好等特点。分布式能源使排放分散化,将主要排放物实现资源化再利用,通过在需求现场根据用户对能源的不同需求,将输送环节的损耗降至最低,从而实现能源利用效能的最大化。但是分布式能源发电存在频繁和不稳定的电压负荷,有并网、供电质量等问题。

[0003] 面临温室效应的逐步加剧,氨被视为可持续的燃料(未来的液态天然气),一方面氨作为富氢物质,是氢能的理想载体;一方面氨燃烧可以实现零碳排放,可代替传统燃料;另一方面氨适用于运输,以满足液化天然气目前满足的一些能源需求,包括电力、运输、加热等。因此可以利用氨气作为工作介质储存分布式能源的能量,再进行长距离运输将能量转化为稳定的电力输送到用户端。

[0004] 但是目前工业上对氨燃料燃烧发电系统的整体设计与构建尚未成熟。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统,选择氨作为中间介质对发电过程进行改善,有两个部分,从氨生产到氨利用部分,再加上尾气排放和热能回收等环节,一方面改善分布式能源供电不稳定的问题,提高能源利用效能,推进节能减排。另一方面本发明还可通过电控装置(ECU)来控制各个部分燃料的供给量,智能控制氮氧化物的排放,达到最佳的运行状态。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统,包括氨储存罐、固体氧化物燃料电池和氢储存罐,所述氨储存罐的一路出口连接换热器的一个物流入口,所述换热器用于加热出氨储存罐的氨气,其出口连接固体氧化物燃料电池的入口,所述固体氧化物燃料电池用于使用氨气进行热裂解反应产电并在阳极产生氢气和氮气,其电能出口连接用户端,尾气出口连接SCR装置的入口,所述SCR装置用于将尾气中氮氧化物转化为氮气,其出口连接氨合成装置二的第一入口,氨合成装置二的第二入口连接氢储存罐的出口,所述氨合成装置二用于将氮气和氢气合成为氨气,其出口连接氨分离装置二的入口,所述氨分离装置二用于分离出氨气和废气,其中氨气接入氨储存罐,废气接废气换热装置的物流入口,所述废气换热装置用于回收废气中的热量,其物流出口连接外界环境,热流出口连接换热器的一个热流入口。

[0008] 优选地,本发明还包括用于将氢气和氮气合成得到氨气的氨合成装置一,其入口连接电解装置和变压吸附装置的出口,出口连接氨分离装置一,所述电解装置用于电解水产生氢气,变压吸附装置用于分离空气得到氮气,氨分离装置一用于分离氨合成装置一产

物中未合成的氢气和氮气,其氨气出口连接所述氨储存罐,未合成的氢气和氮气回送氨合成装置一。

[0009] 优选地,本发明所述变压吸附装置和电解装置由分布式能源一提供电能。

[0010] 优选地,本发明还包括用于将氨气分解成氮气与氢气的氨分解装置,其入口连接氨储存罐的另一路出口,出口连接氨分离装置三,氨分离装置三用于分离氨分解装置产物中未分解的氨气,其氮气出口接氨合成装置二,氢气出口接氢储存罐,未分解的氨气回送氨分解装置。

[0011] 优选地,本发明还包括电控装置,所述电控装置用于控制进入所述固体氧化物燃料电池的氨气供给量、检测尾气中排放物的成分和含量以及氨合成装置二与氨分解装置所需气体的量。

[0012] 优选地,本发明所述电控装置控制氨合成装置二氮气和氢气的供给量摩尔比为1:3,控制固体氧化物燃料电池氨气进料流量33kmol/h。

[0013] 优选地,本发明还包括分布式能源二,其连接换热器的另一个热流入口

[0014] 优选地,本发明还包括空气罐,其出口连接换热器的另一个物流入口。

[0015] 本发明还提供了所述绿色高效的电力-氨-电力能源系统的运行方法,包括:

[0016] 氨利用:固体氧化物燃料电池正常工作,一部分氨气从氨储存罐中释放,经换热器预热,在固体氧化物燃料电池中反应产生电力供给到用户端,尾气经SCR装置、氨合成装置二、氨分离装置二和废气换热装置释放到环境中,废气的余热最终在废气换热装置中被利用,其中氨合成装置二产生的氨气又回到氨储存罐中;

[0017] 尾气回收处理:氨合成装置正常工作,一部分氨从氨储存罐中释放,经氨分解装置产生氮气、氢气和氨气的混合气体,混合气体经氨分离装置三分离出氨气、氢气和氮气,氨气送回氨分解装置,氢气进入氢储存罐储存,氮气供给氨合成装置二。

[0018] 与现有技术相比,本发明电力-氨-电力能源系统,由氨作为中间介质。氨是由分布式能源供给不稳定的电力电解水制氢,空气分离氮气,之后通过氨合成装置制得。氨通过远距离运输线路供给到氨利用部分,对于氨的利用部分,是由固体氧化物燃料电池直接反应氨来发电。通过适当的调节氨的供给量,和利用氨合成装置以及SCR装置将污染物排放控制在较低水平。该发明高效的利用了分布式能源产生的不稳定的电能,通过氨的合理循环再将其转化为稳定的电能供给用户端。

附图说明

[0019] 图1是本发明系统结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0021] 实施例1

[0022] 如图1所示,本发明为一种绿色高效的电力-氨-电力能源系统,主要包括氨利用和尾气回收处理两大部分,可提升氨发电系统的整体效率,同时解决分布式能源能量产出不稳定的问题,主要部件包括氨储存罐12、固体氧化物燃料电池9、氨合成装置二4-2和氢储存罐14。

[0023] 氨利用部分主要包括固体氧化物燃料电池9,氨储存罐12的一路出口连接换热器8的一个物流入口,换热器8用于加热出氨储存罐12的氨气,其出口连接固体氧化物燃料电池9的入口,固体氧化物燃料电池9用于使用氨气进行热裂解反应产电并在阳极产生氢气和氮气,其可接入空气罐6获取空气,其电能出口连接用户端7实现供电。

[0024] 尾气回收处理部分主要包括SCR装置10和氨合成装置二4-2,SCR装置10用于将尾气(即固体氧化物燃料电池产生的尾气)中氮氧化物转化为氮气,其入口连接固体氧化物燃料电池9的尾气出口,出口连接氨合成装置二4-2的第一入口,氨合成装置二4-2的第二入口连接氢储存罐14的出口,氨合成装置二4-2用于将氮气和氢气合成为氨气,其意义在于重新利用通常被燃烧的高度易燃的氢气,其出口连接氨分离装置二5-2的入口。氨分离装置二5-2用于分离出氨气和废气,废气主要由氮气、氢气以及一些氮氧化物组成,其中氨气接入氨储存罐12,废气接废气换热装置11的物流入口,废气换热装置11用于回收废气中的热量,其物流出口连接外界环境,热流出口连接换热器8的一个热流入口提供热能。

[0025] 其中,还可设置氨分解装置13,氨分解装置13用于将氨气分解成氮气与氢气,其入口连接氨储存罐12的另一路出口,出口连接氨分离装置三5-3,氨分离装置三5-3用于分离氨分解装置13产物中未分解的氨气,其氮气出口接氨合成装置二4-2,氢气出口接氢储存罐14,未分解的氨气回送氨分解装置13继续反应。

[0026] 换热器8可为氨气或氨气和空气预热,换热器8可接分布式能源1-2,在废气换热装置11提供热能不足时,由分布式能源1-2为其提供热能。

[0027] 本发明的工作过程:

[0028] 氨利用:固体氧化物燃料电池9正常工作,一部分氨气从氨储存罐12中释放,经换热器8预热,氨气或氨气与空气的混合气体在固体氧化物燃料电池中9反应产生电力供给到用户端7,尾气经SCR装置10、氨合成装置二4-2、氨分离装置二5-2和废气换热装置11释放到环境中,废气的余热最终在废气换热装置11中被利用,其中氨合成装置二4-2产生的氨气又回到氨储存罐12中。

[0029] 尾气回收处理:氨合成装置二4-2正常工作,一部分氨气从氨储存罐12中释放,经氨分解装置13产生氮气、氢气和氨气的混合气体,混合气体经氨分离装置三5-3分离出氨气、氢气和氮气,氨气送回氨分解装置13,氢气进入氢储存罐14储存,氮气供给氨合成装置二4-2。

[0030] 在固体氧化物燃料电池9刚开始工作时,废气换热装置11无法正常运行,此时可由分布式能源二1-2为换热器8提供热能满足工作,当一定工作时间后,废气换热装置11正常运行,为换热器8提供热能。实现固体氧化物燃料电池9尾气热量向换热器8热量交换的过程,这种能源的利用模式保证了燃料电池的燃料预热,而且绿色高效。

[0031] 实施例2

[0032] 本实施例提供了氨生产部分,即为氨储存罐12提供液态氨的氨合成装置一4-1,其有两个入口,分别连接电解装置3和变压吸附装置2的出口,电解装置3电解水产生氧气和氢气,变压吸附装置2分离空气得到氮气,氢气和氮气在氨合成装置一4-1中合成得到氨气,氨合成装置一4-1的出口连接氨分离装置一5-1,氨分离装置一5-1分离出产物中未合成的氢气和氮气回送氨合成装置一4-1,并通过长距离运输等方式将分离所得氨气供给至氨储存罐12,以液态形式存储,其中电解装置3和变压吸附装置2所需电能可由分布式能源一1-1提

供。

[0033] 实施例3

[0034] 本实施例中加入了自动控制环节,即还包括电控装置15,电控装置15用于控制进入固体氧化物燃料电池9的氨气供给量、检测尾气中排放物的成分和含量以及氨合成装置二4-2与氨分解装置13所需气体的量。

[0035] 本实施例中,电控装置15控制氨合成装置二4-2氮气和氢气的供给量摩尔比为1:3,控制固体氧化物燃料电池9氨气进料流量33kmol/h。在该条件下,系统能达到最优的运行工况。

[0036] 实施例4

[0037] 本实施例中,对尾气回收处理部分进行进一步描述。SCR装置10将尾气中所含氮氧化物转换成氮气,并且转换效率达100%。最终的排放物主要成分为氮气和二氧化碳,降低一氧化碳、氮氧化物等气体的排放。

[0038] 以上,仅为本发明专利较佳的实施例,但本发明专利的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明专利所公开的范围内,根据本发明专利的技术方案及其发明专利构思加以等同替换或改变,都属于本发明专利的保护范围。

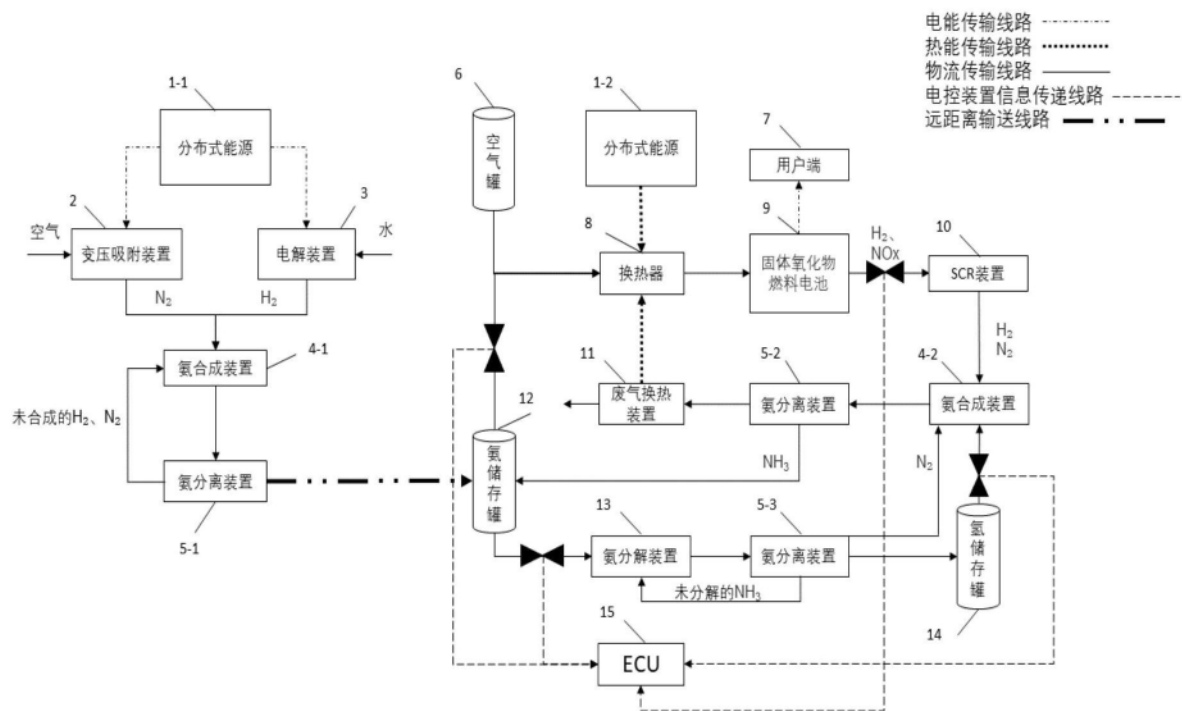


图1