



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108759120 B

(45) 授权公告日 2021.04.06

(21) 申请号 201810408096.3

F24S 80/00 (2018.01)

(22) 申请日 2018.04.28

F28D 20/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 李凯

申请公布号 CN 108759120 A

(43) 申请公布日 2018.11.06

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72) 发明人 刘启斌 郭少朋 方娟 刘泰秀

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 吴梦圆

(51) Int.Cl.

F24S 23/70 (2018.01)

F24S 60/20 (2018.01)

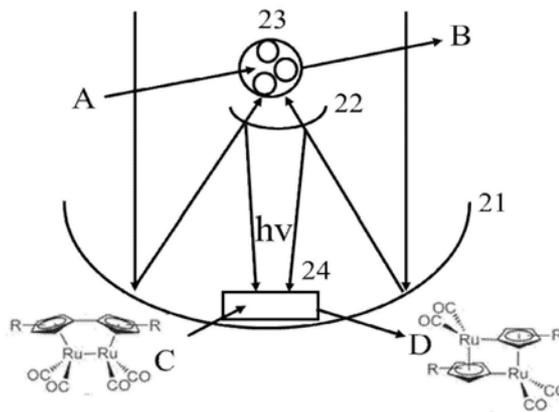
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

光化学与热化学结合的储能装置

(57) 摘要

一种光化学与热化学结合的储能装置,包括:太阳能聚光镜,用于聚集太阳光;光线分频器,将太阳能聚光镜聚集的光分为两束;光化学反应器,光线分频器分出的参与光化学反应的光子被导入光化学反应器,使其中的光化学反应物发生异构反应,将能量储存在化学键中;以及热化学反应器,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子被导入热化学反应器,使其中的热化学反应物发生热化学反应,将能量储存在化学能中。本发明的光化学与热化学结合的储能装置对太阳能不同频率的光子进行了分别利用,其中高能量的光子进行了光化学反应直接将光能储存在化学键中,低能量的光子进入热化学反应器先转化为了热能,再转化成化学能储存下来,实现了全光谱高效储能。



1. 一种光化学与热化学结合的储能装置,其特征在于,包括:
太阳能聚光镜(21),用于聚集太阳光;
光线分频器(22),将太阳能聚光镜(21)聚集的光分为两束;
光化学反应器(24),光线分频器分出的参与光化学反应的光子被导入所述光化学反应器(24),使其中的光化学反应物(C)发生异构反应,将能量储存在化学键中;
第一热化学反应器(23),光线分频器分出的未参与光化学反应的光子被导入所述第一热化学反应器(23),使其中的热化学反应物(A)发生热化学反应,将能量储存在化学能中;
光异构放热段,包括光化学放热器(41),连接光化学反应器(24),将光反应产物(D)中的能量释放出来;
热化学预热器(13),位于所述第一热化学反应器(23)前边,光线分频器(22)分出的未参与光化学反应的光子进入热化学预热器,先对热化学反应物(A)进行预热再送入第一热化学反应器(23)反应;以及
第二热化学反应器(25),其连接第一热化学反应器(23)和一个光化学放热器,利用光化学放热器放出的热量使第一热化学反应器(23)中未反应完全的热化学反应物(A)反应生成热化学产物(B)。
2. 根据权利要求1所述的光化学与热化学结合的储能装置,其特征在于,所述聚光镜(21)为抛物槽式太阳能聚光镜、塔式太阳能聚光镜、碟式太阳能聚光镜、菲涅尔式聚光镜或复合抛物面聚光镜。
3. 根据权利要求1所述的光化学与热化学结合的储能装置,其特征在于,所述光线分频器(22)为单层光学玻璃、双层光学玻璃或涂层。
4. 根据权利要求1所述的光化学与热化学结合的储能装置,其特征在于,所述热化学反应物(A)为甲醇、甲烷、甲醇与水的混合物、甲烷与水的混合物或二甲醚。
5. 根据权利要求1所述的光化学与热化学结合的储能装置,其特征在于,所述光化学反应物(C)为降冰片二烯及其衍生物、偶氮苯及其衍生物或有机金属化合物。
6. 一种太阳能全光谱储放能系统,其特征在于,包括:
如权利要求1所述的光化学与热化学结合的储能装置,
光化学产物储物罐(0D),将光化学反应器(24)产生的光化学产物(D)存储起来;
分流器(42),其连接光化学产物储物罐(0D),将光化学产物(D)分离并送到两个光化学放热器,其中,一个光化学放热器释放能量为用户供冷或供热,另一个光化学放热器为热化学反应提供能量;
分离器(31),将热化学产物(B)分离,部分进行放能反应,其余储存在热化学产物储存罐(0B)中。
7. 根据权利要求6所述的太阳能全光谱储放能系统,其特征在于,
所述热化学放能段为燃气轮机分布式联产系统或燃料电池或氢气储罐。
8. 根据权利要求6所述的太阳能全光谱储放能系统,其特征在于,
当辐照充足的时候,第一热化学反应器(23)工作,将热化学反应物(A)转化为热化学产物(B),此时光化学产物(D)全部进入一个光化学放热器为用户供冷或供热;
当辐照不足时,第一热化学反应器(23)不能正常工作,此时光化学反应器(24)依然工作,光化学产物(D)的一部分进入光化学放热器中放热,使第二热化学反应器(25)工作,将

热化学反应物(A)转化为热化学产物(B)。

光化学与热化学结合的储能装置

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能储能领域,具体涉及一种光化学与热化学结合的储能装置。

背景技术

[0002] 不论是光伏还是光热技术的发展都受限于太阳能的不稳定性,发展高效、储存时间较长的太阳能储热技术有重要意义。常见的储能方式有显热、潜热和化学储能。不同于显热和潜热储能,化学储能不仅能够实现光能的转化与储存,更兼具密度高、便捷运输和可控使用潜力。

[0003] 太阳能热化学储能是将太阳能转化为热能,提供吸热反应的反应热,在催化剂的作用下,使反应物发生裂解或者重整反应生成合成气,从而将太阳能储存在合成气的化学能中。

[0004] 太阳能热化学储能存在两个方面的问题:(1)将太阳能以化学能的形式储存,经历了两次能量转化,太阳光能首先转化为热能,热能再转化为化学能,增加了能量转化与储存过程中的不可逆损失;(2)将不同能量的太阳光子“一视同仁”的储存,不满足能量利用过程中“品位对口、梯级利用”的原则。

[0005] 上述能量品位即能量的品质,由Ishida提出,表示不同能量的最大做工能力,定义式为 $A = \frac{\Delta E}{\Delta H}$,式中, ΔH 表示能量的变化, ΔE 表示 ΔH 能量变化能做的最大的功。

[0006] 太阳能分子异构储热是太阳光子照射到具有光响应的有机分子,使其发生异构反应,由低能量的稳定结构转变为高能量的亚稳态结构,不同结构的能级差可用于太阳能的储存。该过程直接将太阳光能储存在化学键中,减少了先将光能转化为热能的过程,从而减少了不可逆损失。

[0007] 然而太阳能分子异构储热只能利用一部分能量高的光子,对于能量低的光子不能利用,导致了太阳能量子利用率低,阻碍了太阳能光化学储能的发展。

发明内容

[0008] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种光化学与热化学结合的储能装置,以便解决上述问题的至少之一。

[0009] 本发明是通过如下技术方案实现的:

[0010] 根据本发明的第一个方面,提供了一种光化学与热化学结合的储能装置,包括:太阳能聚光镜,用于聚集太阳光;光线分频器,将太阳能聚光镜聚集的光分为两束;光化学反应器,光线分频器分出的参与光化学反应的光子被导入所述光化学反应器,使其中的光化学反应物发生异构反应,将能量储存在化学键中;以及热化学反应器,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子被导入所述热化学反应器,使其中的热化学反应物发生热化学反应,将能量储存在化学能中。

[0011] 优选地,所述聚光镜为抛物槽式太阳能聚光镜、塔式太阳能聚光镜、碟式太阳能聚

光镜、菲涅尔式聚光镜或复合抛物面聚光镜。

[0012] 优选地,所述光线分频器为单层光学玻璃、双层光学玻璃或涂层。

[0013] 优选地,所述热化学反应物为甲醇、甲烷、甲醇与水的混合物、甲烷与水的混合物或二甲醚。

[0014] 优选地,所述光化学反应物为降冰片二烯及其衍生物、偶氮苯及其衍生物或有机金属化合物。

[0015] 根据本发明的第二个方面,提供了一种太阳能全光谱储放能系统,包括:太阳能储能段,其采用前述的光化学与热化学结合的储能装置,其中还包括:热化学预热器,位于所述热化学反应器前边,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子进入热化学预热器,先对热化学反应物进行预热再送入热化学反应器反应;热化学放能段,依次包括:分离器,连接所述热化学反应器,将热化学产物分离,一部分进行放能反应,另一部分储存起来;动力发电装置,其利用分离器分离出的部分热化学产物进行发电;溴化锂双效制冷机,利用动力发电装置产生的烟气制冷;以及供热换热器,利用溴化锂双效制冷机的尾气换热,从而给用户供热或提供热水;以及光异构放热段,包括光化学放热器,连接光化学反应器,将光反应产物中的能量释放出来。

[0016] 优选地,所述光化学放热器用于制冷或供热。

[0017] 根据本发明的第三个方面,提供了一种太阳能全光谱储放能系统,包括:前述的光化学与热化学结合的储能装置,其中还包括:热化学预热器,位于所述热化学反应器前边,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子进入热化学预热器,先对热化学反应物进行预热再送入热化学反应器反应;光化学产物储物罐,将光化学反应器产生的光化学产物存储起来;分流器,其连接光化学产物储物罐,将光化学产物分离并送到两个光化学放热器,其中一个光化学放热器释放能量为用户供冷或供热,另一个光化学放热器为热化学反应提供能量;热化学反应器,其连接热化学反应器和一个光化学放热器,利用光化学放热器放出的热量使热化学反应器中未反应完全的热化学反应物反应生成热化学产物;以及分离器,将热化学产物分离,部分进行放能反应,其余储存在热化学产物储存罐中。

[0018] 优选地,所述热化学放能段为燃气轮机分布式联产系统或燃料电池或氢气储罐。

[0019] 优选地,当辐照充足的时候,热化学反应器工作,将热化学反应物转化为热化学产物,此时光化学产物全部进入一个光化学放热器为用户供冷或供热;

[0020] 当辐照不足时,热化学反应器不能正常工作,此时光化学反应器依然工作,光化学产物的一部分进入光化学放热器中放热,使热化学反应器工作,将热化学反应物转化为热化学产物。

[0021] 从上述技术方案可以看出,本发明光化学与热化学结合的储能装置至少具有以下有益效果其中之一:

[0022] (1) 将太阳能高频率部分光子用于分子级光异构反应,低频率的光子才被转化为热能用于热化学反应,这样就避免了将理论上接近100%做功能力的光能转化为低品位的热能,并且相比于单一的光化学反应,提高了太阳能储能的频域,做到了全光谱储能;

[0023] (2) 当晚上或者太阳能不足的时候光化学反应器储存的热能可以促使热化学反应的发生,使其持续产生工业原料或者供冷热电,减少了系统的波动性;

[0024] (3) 光异构反应可以在阴天反应,当辐照低于光热设计辐照时,依然可以储存能

量；

[0025] (4) 该系统光异构中长时间储能与热化学长时间储能结合,可以根据不同需要,调节光线进入光化学反应器和热化学反应器的比例,增加了系统灵活性。

附图说明

[0026] 图1为根据本发明第一实施例光化学与热化学结合的储能装置的结构示意图；

[0027] 图2为根据本发明第二实施例太阳能全光谱储放能系统的结构示意图；

[0028] 图3为根据本发明第三实施例太阳能全光谱储放能系统的结构示意图。

[0029] 【附图中本发明实施例主要元件符号说明】

[0030] A-热化学反应物	B-热化学产物
[0031] C-光化学反应物	D-光化学产物
[0032] 0A-热化学反应物储罐	0B-热化学产物储罐
[0033] 0C-光化学反应物储罐	0D-光化学产物储罐
[0034] 11-聚光器	12-光线分频器
[0035] 13-热化学预热器	21-聚光器
[0036] 22-光线分频器	23-热化学反应器
[0037] 24-光化学反应器	31-分离器
[0038] 32-燃气轮机	33-溴化锂双效制冷机
[0039] 34-换热器	41-光化学放热器
[0040] 42-分离器	43-热化学反应器
[0041] 35-热化学放能段	

具体实施方式

[0042] 本发明提供了一种光化学与热化学结合的储能装置,包括:太阳能聚光镜,用于聚集太阳光;光线分频器,将太阳能聚光镜聚集的光分为两束;光化学反应器,光线分频器分出的参与光化学反应的光子被导入所述光化学反应器,使其中的光化学反应物发生异构反应,将能量储存在化学键中;以及热化学反应器,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子被导入所述热化学反应器,使其中的热化学反应物发生热化学反应,将能量储存在化学能中。本发明的光化学与热化学结合的储能装置对太阳能不同频率的光子进行了分别利用,其中高能量的光子进行了光化学反应直接将光能储存在化学键中,低能量的光子进入热化学反应器先转化为了热能,再转化成化学能储存下来,实现了全光谱高效储能。

[0043] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0044] 在本发明的第一个示例性实施例中,提供了一种光化学与热化学结合的储能装置。图1为本发明第一实施例光化学与热化学结合的储能装置的结构示意图。如图1所示,本发明光化学与热化学结合的储能装置包括:太阳能聚光镜21,将太阳光聚集起来;光线分频器22,将聚集后的光线分为两部分,能量高的光子进入光化学反应器中,能量低的光子进入热化学反应器;光化学反应器24,其中的光化学反应物发生异构反应,将能量高的光子储存在化学键中;以及热化学反应器23,能量低的光子先转化为热能,提供反应热,使热化学反

反应器23中的反应物发生反应,将能量储存在生成物的化学能中。

[0045] 以下分别对本实施例光化学与热化学结合的储能装置的各个组成部分进行详细描述。

[0046] 本实施例中,聚光镜21为抛物槽式太阳能聚光镜,但本发明并不以此为限。本发明中,聚光镜21还可以是塔式太阳能聚光镜、碟式太阳能聚光镜、菲涅尔式聚光镜、复合抛物面聚光镜等。

[0047] 光线分频器22为单层或者双层光学玻璃,也可以是涂层,如离子交替镀上 Nb_2O_5 和 SiO_2 薄层而制成,通过调整各层的镀膜厚度可以自由选择反射和吸收的光谱范围。

[0048] 热化学反应器23中原料A为甲醇、甲烷、甲醇与水、甲烷与水或二甲醚等。热化学反应为裂解反应或重整反应,生成的产物B为混合物或化合物。根据不同聚光镜21聚光比不同选择合适的热化学反应原料。例如当选择塔式太阳能使,聚光比高,热化学反应能达到较高的温度,原料A可以选择甲烷与水的重整;若选择低倍聚光比的抛物槽式太阳能聚光镜,集热温度为 $150\sim 300^\circ\text{C}$,此时可以选择甲醇作为原料A,使其发生裂解反应生成合成气B(CO 、 H_2)。

[0049] 光化学反应器24进行的是光异构反应,包括分子异构与几何异构,也可以是双分子加成反应。反应物C为聚冰片二烯及其衍生物、偶氮苯及其衍生物、有机金属化合物型或新型纳米结构光储热材料。

[0050] 需要说明的是,跟踪装置,支架、热化学反应器采用真空集热管减少热量损失为本领域技术人员熟知,不再赘述。

[0051] 至此,本发明第一实施例光化学与热化学结合的储能装置介绍完毕。

[0052] 在本发明的第二个示例性实施例中,还提供了一种太阳能全光谱储放能系统。图2为太阳能全光谱储放能系统结构示意图。如图2所示,本实施例太阳能全光谱储放能系统包括:

[0053] 储存罐,包括热化学反应原料A储存罐0A、热化学产物B储存罐0B、光化学反应物C储存罐0C、光化学产物储存罐0D;太阳能储能段,包括:太阳能聚光镜21,将太阳光聚集起来;光线分频器22,将聚集后的光线分为两部分,能量高的光子进入光化学反应器中,能量低的光子进入热化学预热器和热化学反应器;光化学反应器24,高能的光子反射到光化学反应器24中促使光化学反应物C发生异构反应生成产物D,将光能储存在化学键中;热化学预热器13,储存罐0A中的A进入热化学预热器13中,能量低的光子转化为热能,对A进行预热;以及热化学反应器23,预热后的热化学反应物A进入热化学反应器23中进行热化学反应,将低能量的光子储存在产物B的化学能中;热化学放能段,依次包括:分离器31,将热化学产物B分离,部分产物B进入热化学放能段进行放能反应,其余B储存在热化学产物储存罐0B中;微燃机32,其将产物B在微燃机中燃烧发电;溴化锂双效制冷机33,从微燃机32出来的烟气进入溴化锂双效制冷机33制冷;以及供热换热器34,制冷机33出来的尾气用热交换器34换热,从而给用户供热或提供热水;以及光异构放热段,包括光化学放热器41,其将光反应产物D中能量释放出来给用户供热或提供热水。

[0054] 以下分别对本实施例太阳能全光谱储放能系统的各个组成部分进行详细描述。

[0055] 根据进入热化学反应器23中对温度的要求,可以串联 $N(N\geq 1)$ 个预热器。

[0056] 分离器31将热化学产物B分为两部分,一部分根据用户负荷用于微燃机分布式联

产系统,多余的部分储存在热化学反应储气罐0B中,当产物B不足时,热化学反应储气罐0B中的B进入系统补充。

[0057] 光化学放热器41可以根据用户负荷调节用于制冷或供热。夏季,用户冷负荷大时,光反应器出来的产物D在光化学放能器41中放出的热驱使溴化锂双效制冷机制冷;冬季,用户热负荷大时,光反应器出来的产物D在光化学放能器41放出的热直接给用户供热或提供热水。

[0058] 当白天日照没有达到热化学反应的设计辐照时,热化学反应不能发生,此时光异构依然能储存太阳能,光化学分子异构储热与热化学的结合能最大限度的储存太阳能。

[0059] 当晚上用户电负荷小时,微燃机32出口烟气焓值小,烟气余热产生的冷量和热量不能满足用户需求,此时由光化学放热器为用户供冷或供热。弥补了单一热化学储放能的不足,使系统运行更加灵活。

[0060] 本实施例中热化学放能段是一个燃气轮机分布式联产系统,但本发明并不限于此,热化学放热段可以是燃料电池,也可以将生成的产物B储存起来作为化工原料或燃料。

[0061] 需要说明的是,该系统所需的原料泵、阀门、跟踪装置、支架等等为本领域技术人员熟知,并没有详细描述。

[0062] 本实施例对热化学反应原料的预热,均采用太阳能预热设备。但本系统并不局限于此,给用户供热之后的尾气、热化学反应器23出来的烟气均可预热热化学反应原料。

[0063] 至此,本发明第二实施例太阳能全光谱储放能系统介绍完毕。

[0064] 在本发明的第三个示例性实施例中,还提供了一种太阳能全光谱储放能系统。图3为太阳能全光谱储放能系统结构示意图。如图3所示,本实施例与实施例二的区别在于:由光反应生成的产物D在分流器42中被分为两股,其中一股送到光化学放热器41中制冷或供热,另一股送到光化学放热器43中放出热能,为热化学反应器25中提供反应热,促使热化学过程的发生。

[0065] 本实施例具体为,当太阳辐照不足以使热化学反应发生时,且合成气储罐0B中储量不足,用户又有电需求时,这时光化学反应依然可以进行,将光化学反应器24储存的光能收集起来,一同在热化学放热器43中释放出来,提供吸热反应的反应热,促使热化学反应器25中发生热化学反应生成更多的产物B,产物B在微燃机中释放能量输出冷热电。

[0066] 本实施例中光化学反应器24只有一个,但本发明并不局限于此,光化学反应器可以选择 $M(M \geq 1)$ 个光化学反应器24串联。

[0067] 根据用户负荷,分离器42可以对光化学产物进入光化学放热器41和43的量进行调节。

[0068] 需要说明的是,将热化学放能段35微燃机分布式联产系统替换为燃料电池系统,就成为一种太阳能光异构与热化学结合的全光谱储放能系统与燃料电池耦合的发电系统。

[0069] 需要说明的是,本发明还提供了一种太阳能光异构与热化学结合的全光谱储放能系统制取氢气的系统,反应原料A为甲醇和水的混合物,经过重整反应生成氢气和二氧化碳,热化学放热段35改成分离提纯储存装置。本系统还可以生产多种化工产品和原料,在此不一一列举。

[0070] 此外,上述系统所需原料泵、阀门、跟踪装置、支架等等为本领域技术人员熟知,系统采用的预热方式为太阳能预热反应器预热,本领域技术人员将热化学反应器23出来的气体

预热原料A,增减换热器对余热进行利用均视为等同改造。

[0071] 综上所述,本发明提供了一种光化学与热化学结合的储能装置,包括:太阳能聚光镜,用于聚集太阳光;光线分频器,将太阳能聚光镜聚集的光分为两束;光化学反应器,光线分频器分出的参与光化学反应的光子被导入光化学反应器,使其中的光化学反应物发生异构反应,将能量储存在化学键中;以及热化学反应器,光线分频器分出的未参与光化学反应的光子被导入热化学反应器,使其中的热化学反应物发生热化学反应,将能量储存在化学能中。本发明的光化学与热化学结合的储能装置对太阳能不同频率的光子进行了分别利用,其中高能量的光子进行了光化学反应直接将光能储存在化学键中,低能量的光子进入热化学反应器先转化为了热能,再转化成化学能储存下来,实现了全光谱高效储能。

[0072] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

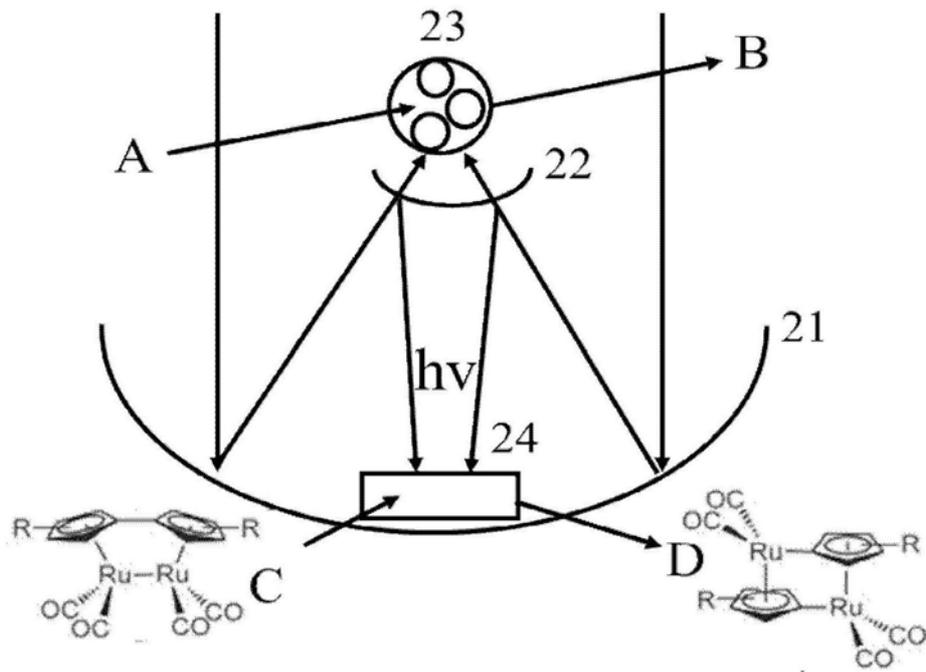


图1

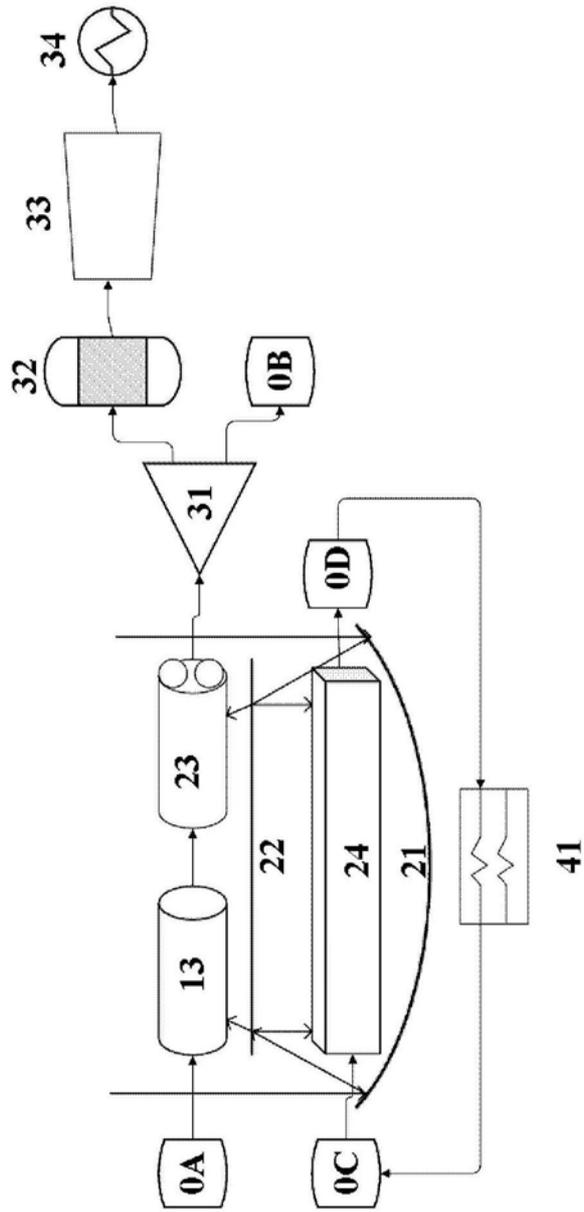


图2

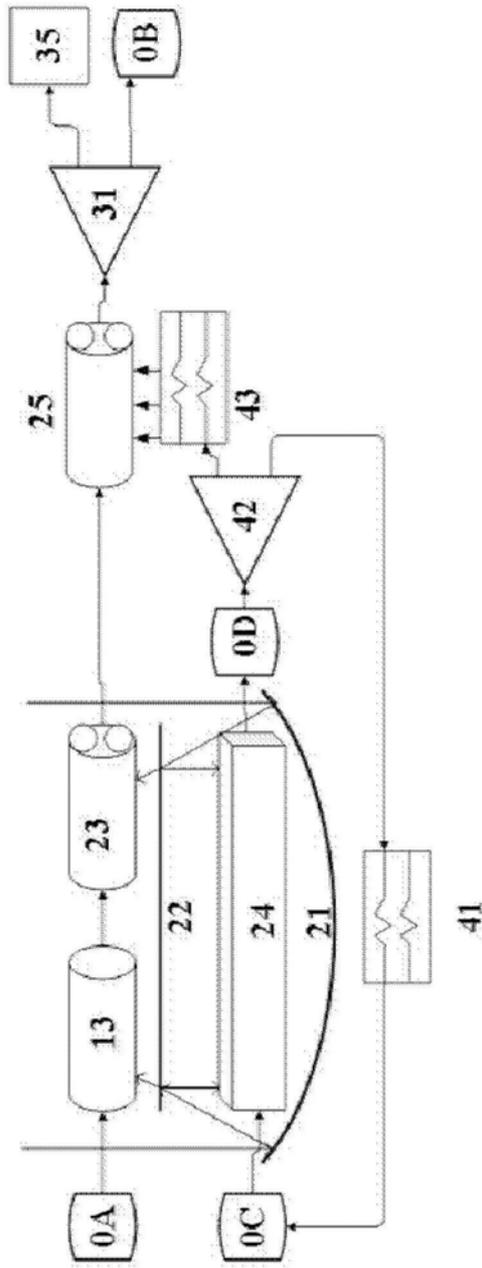


图3