



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107449860 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(21)申请号 201710625704.1

(22)申请日 2017.07.27

(71)申请人 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 王跃社 陈冰清 邓泽宏 陈聚凯

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 王霞

(51)Int.Cl.

G01N 33/00(2006.01)

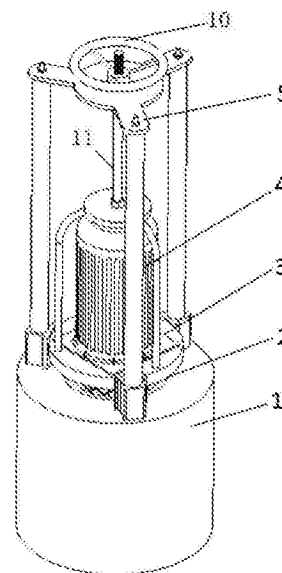
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统

(57)摘要

本发明公开了一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,属于聚光太阳能热发电的蓄热介质检测设备领域,包括熔盐罐、搅拌装置、电机以及用于控制电机升降的电机升降装置,熔盐罐内还设有电加热装置;搅拌装置的一端固定于电机底部,另一端伸入熔盐罐内,搅拌装置能够通过电机带动其升降及转动,搅拌装置伸入熔盐罐内的一端上放置有待测试样片。利用本发明的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,可全面、有效反映熔盐介质、流速、温度等对不同材料金属样片的腐蚀情况,该系统能在高温状态长时间连续运转(2000h起),从而更真实地模拟现场,得到待测试样片的腐蚀结果分析更具有说服力。



1. 一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,包括熔盐罐(1)、搅拌装置(2)、电机(4)以及用于控制电机(4)升降的电机升降装置,熔盐罐(1)内还设有电加热装置;搅拌装置(2)的一端固定于电机(4)底部,另一端伸入熔盐罐(1)内,电机(4)能够带动搅拌装置(2)升降及转动,搅拌装置(2)伸入熔盐罐(1)内的一端上放置有待测试样片(8)。

2. 根据权利要求1所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,电机升降装置包括电机底座圆盘(3)、顶部固定架(5)、顶部转盘(10)、转轴(11)及若干支架,支架的一端可拆卸的设置在顶部固定架(5)上,另一端固定设置在熔盐罐(1)顶壁上;转轴(11)穿过顶部固定架(5)和顶部转盘(10)的轴心直通熔盐罐(1)内部,顶部转盘(10)活动连接在顶部固定架(5)上方;

电机(4)设置在转轴(11)上,通过转动顶部转盘(10)使电机(4)沿转轴(11)上下滑动;电机底座圆盘(3)设置于熔盐罐(1)顶部开口处,电机(4)降至最底端时卡合于电机底座圆盘(3)上。

3. 根据权利要求1所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,搅拌装置(2)包括搅拌轴(6),搅拌轴(6)上端与电机(4)底部相连,下端伸入熔盐罐(1)内,且在下端设有若干根搅拌棒(9),搅拌棒(9)上设有若干待测试样片(8)。

4. 根据权利要求3所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,待测试样片(8)为T型结构,在搅拌棒(9)上设有多个用于插放所述待测试样片(8)的插孔。

5. 根据权利要求3或4所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,搅拌棒(9)为4根,4根搅拌棒(9)交叉设置。

6. 根据权利要求4所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,还包括设置在熔盐罐(1)罐体内的一个热电偶套管(7),在该热电偶套管(7)底部开设有若干与搅拌棒(9)上的插孔位置对应的圆孔,圆孔中穿设有用于实时测量待测试样片(8)温度的热电偶丝。

7. 根据权利要求6所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,热电偶套管(7)为Z型套管。

8. 根据权利要求1所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,电加热装置包括设置在熔盐罐(1)罐体底部和侧壁内的若干加热盘管及电阻丝,电加热装置能够将熔盐罐(1)的罐体温度升至550℃。

9. 根据权利要求1所述的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,其特征在于,熔盐罐(1)内还设有用于监控温度的温控装置。

## 一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于聚光太阳能热发电的蓄热介质检测设备领域,具体涉及一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统。

### 背景技术

[0002] 能源在社会发展过程中占有非常重要的地位,随着我国经济的不断发展,能源消耗量也在不断增加,聚光式太阳能热发电(CSP)因其易于集成以及热能存储系统(TES)的可行性以及高效性使得CSP商业比其他可再生能源更具有吸引力。在CSP蓄热介质中,熔融盐混合物因其导热系数大、热稳定性和化学稳定性好、质量传递速度快等优势经常作为传热流体(HTF)和作为热能存储(TES)介质。国外对混合硝酸盐进行了深入研究,证明60%NaNO<sub>3</sub>和40%KNO<sub>3</sub>组成的复合二元熔盐非常适合聚光式太阳能高温热发电的使用。

[0003] 对CSP电厂和熔融盐来说,材料的腐蚀行为是不可忽视的问题,为此国内外也有相关学者对熔盐腐蚀问题展开研究。1985年,Slusser等人便对CSP系统中硝酸盐以及亚硝酸盐对镍基合金钢的腐蚀行为进行研究分析。之后又有学者对不锈钢以及其他的合金钢进行实验研究。

[0004] 在实验装置方面,静态实验高温熔盐装置系统较多,但是静态实验与实际情况差别较大,多物理场的耦合作用难以体现。在操作方式上,现有技术一般将金属试样直接放置或者依靠在坩埚底部进行高温腐蚀实验。而这样的实验结果往往试样腐蚀非常不均匀,与坩埚壁面接触的部位腐蚀比较严重,而正是由于其接触使得坩埚壁面对金属试样产生干扰,从而腐蚀结果并不能真正反映腐蚀介质对金属试样的腐蚀情况。在现有的动态熔盐腐蚀系统装置中,有熔盐蓄热罐和管道系统,熔盐在管道中流动并在整个系统中循环,容易凝结进而堵塞管道,另外需加设保温棉,对热泵也要求较高。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,该模拟系统结构设计合理,操作简单,测试结果全面有效。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0007] 本发明公开的一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,包括熔盐罐、搅拌装置、电机以及用于控制电机升降的电机升降装置,熔盐罐内还设有电加热装置;搅拌装置的一端固定于电机底部,另一端伸入熔盐罐内,电机能够带动搅拌装置升降及转动,搅拌装置伸入熔盐罐内的一端上放置有待测试样片。

[0008] 优选地,电机升降装置包括电机底座圆盘、顶部固定架、顶部转盘、转轴及若干支架,支架的一端可拆卸的设置于顶部固定架上,另一端固定设置在熔盐罐顶壁上;转轴穿过顶部固定架和顶部转盘的轴心直通熔盐罐内部,顶部转盘活动连接在顶部固定架上方;

[0009] 电机设置在转轴上,通过转动顶部转盘使电机沿转轴上下滑动;电机底座圆盘设置于熔盐罐顶部开口处,电机降至最底端时卡合于电机底座圆盘上。

[0010] 优选地,搅拌装置包括搅拌轴,搅拌轴上端与电机底部相连,下端伸入熔盐罐内,且在下端设有若干根搅拌棒,搅拌棒上设有若干待测试样片。

[0011] 优选地,待测试样片为T型结构,在搅拌棒上设有多个用于插放所述待测试样片的插孔。

[0012] 优选地,搅拌棒为4根,4根搅拌棒交叉设置。

[0013] 优选地,还包括设置在熔盐罐罐体内的一个热电偶套管,在该热电偶套管底部开设有若干与搅拌棒上的插孔位置对应的圆孔,圆孔中穿设有用于实时测量待测试样片温度的热电偶丝。

[0014] 优选地,热电偶套管为Z型套管。

[0015] 优选地,电加热装置包括设置在熔盐罐罐体底部和侧壁内的若干加热盘管及电阻丝,电加热装置能够将熔盐罐的罐体温度升至550℃。

[0016] 优选地,熔盐罐内还设有用于监控温度的温控装置。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0018] 本发明公开的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,包括内部设有电加热装置的熔盐罐,还包括电机以及能够控制电机升降的电机升降装置,在电机底部还设有能够伸入熔盐罐内部的搅拌装置,待测试样片均放置在搅拌装置上。进行高温腐蚀实验时,通过电机的转动带动搅拌装置旋转,且电机的高度可调,从而使得搅拌装置伸入熔盐罐中的深度可调,同时在熔盐罐内部电加热装置能够提供不同的温度变化,使待测试样片静止或旋转浸入在熔盐介质中完成不同的测试需求。利用本发明的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,可全面、有效反映熔盐介质、流速、温度等对不同材料金属样片的腐蚀情况,该系统能在高温状态长时间连续运转(2000h起),从而更真实地模拟现场,得到待测试样片的腐蚀结果分析更具有说服力。

[0019] 进一步地,在电机与熔盐罐接触位置(即熔盐罐顶部开口处)设有电机底座圆盘及轴承,当电机降至最低位置时能够卡合于该电机底座圆盘上,使电机直上直下降低偏心移动误差,从而不会使搅拌装置碰到管壁,进而使实验系统更安全。

[0020] 进一步地,电机升降装置包括顶部固定架、顶部转盘、转轴及若干支架,支架的一端可拆卸的设置于顶部固定架上,另一端固定设置在熔盐罐顶壁上;电机设置在转轴上,通过转动顶部转盘使电机沿转轴上下滑动,完成升降。

[0021] 进一步地,在搅拌棒上设有多个用于插放所述待测试样片的插孔,该插孔的形状根据待测试样片的尺寸进行调节,保证待测试样片插入插孔中不会掉落,位于不同位置的插孔具有相同的角速度而有不同的线速度,从而可以获得同一工况下多个流体稳定速度。

[0022] 进一步地,搅拌棒为4根,且4根搅拌棒交叉设置,可以在4根搅拌棒上插设不同材料的待测试样片,可同时进行同一条件下不同材料的腐蚀实验。同时,搅拌棒上的待测试样片可以在任何时间、任意悬挂位置取出或放入,以满足不同的实验需求。

[0023] 进一步地,电加热装置包括设置在熔盐罐内部的多个热电偶套管孔,在热电偶套管孔中设有热电偶套管,用于测量熔盐罐罐体内同一水平面不同位置,以及不同高度处熔融盐的温度。

[0024] 进一步地,在熔盐罐内还设有温控装置,实时监控温度,保持温度恒定。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明公开的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统结构示意图；

[0026] 图2为本发明公开的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统结构剖视图；

[0027] 图3为本发明公开的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统的热电偶套管结构示意图。

[0028] 其中,1为熔盐罐;2为搅拌装置;3为电机底座圆盘;4为电机;5为顶部固定架;6为搅拌轴;7为测温导管;8为待测试样片;9为搅拌棒;10为顶部转盘;11为转轴。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0030] 参见图1,本发明公开的一种旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,包括熔盐罐1、搅拌装置2、电机4以及用于控制电机4升降的电机升降装置,熔盐罐1内还设有电加热装置;搅拌装置2的一端固定于电机4底部,另一端伸入熔盐罐1内,搅拌装置2能够通过电机4带动其升降及转动,搅拌装置2伸入熔盐罐1内的一端上放置有待测试样片8。测试时,熔盐罐1罐体内填充高温蓄热介质熔融盐,熔融盐组成为60%NaNO<sub>3</sub>和40%KNO<sub>3</sub>;电机4旋转起来,待测试样片8在熔盐罐1中腐蚀。

[0031] 电机升降装置包括电机底座圆盘3、顶部固定架5、顶部转盘10、转轴11及若干支架,支架的一端可拆卸的设置于顶部固定架5上,另一端固定设置在熔盐罐1顶壁上;转轴11穿过顶部固定架5和顶部转盘10的轴心直通熔盐罐1内部,顶部转盘10活动连接在顶部固定架5上方;电机4设置在转轴11上,通过转动顶部转盘10使电机4沿转轴11上下滑动;电机底座圆盘3设置于熔盐罐1顶部开口处,电机4底座降至最底端时卡合于电机底座圆盘3上。

[0032] 参见图2,搅拌装置2包括搅拌轴6,搅拌轴6上端与电机4底部相连,下端伸入熔盐罐1内,且在下端设有若干根搅拌棒9,搅拌棒9上设有若干待测试样片8。

[0033] 优选地,待测试样片8为T型结构,在搅拌棒9上设有多个用于插放所述待测试样片8的插孔。该插孔的形状根据待测试样片的尺寸进行调节,保证待测试样片插入插孔中不会掉落,位于不同位置的插孔具有相同的角速度而有不同的线速度,从而可以获得同一工况下多个流体稳定速度。搅拌棒9在电机4恒定功率下稳定匀速旋转,可获得在同一角速度下不同线速度的待测试样片8的腐蚀情况。

[0034] 优选地,搅拌棒9为4根,4根搅拌棒9交叉设置。可以在4根搅拌棒上插设不同材料的待测试样片,可同时进行同一条件下不同材料的腐蚀实验。同时,搅拌棒上的待测试样片可以在任何时间、任意悬挂位置取出或放入,以满足不同的实验需求。

[0035] 优选地,电加热装置包括设置在熔盐罐1罐体底部和侧壁内的若干加热盘管及电阻丝,电加热装置能够将熔盐罐1的罐体温度升至550℃。

[0036] 参见图3,在熔盐罐1罐体内部还设有一个热电偶套管7,并在热电偶套管7底侧与搅拌棒9插孔相对应的位置设置4个小圆孔。将4条热电偶丝嵌在热电偶套管的孔中,并依次在热电偶套管7底侧的4个小圆孔中伸出,从而可以均匀地测量每一待测试样片8的实时温度。熔盐罐1内还设有用于监控温度的温控装置。

[0037] 本发明的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统(以4根搅拌棒9为例),在使用时,试验过程如下:

[0038] 1、调试运行。检查电机4变频调速、电源设置、电加热装置以及恒温自动控制等各个子系统是否正常工作,接地线是否连接,熔盐罐周边是否处于安全状态,升起电机4悬置于空中,将16个待测试样片8分别悬挂在4个搅拌棒9上。

[0039] 2、填料、加温。将配比(60%NaNO<sub>3</sub>和40%KNO<sub>3</sub>)好的熔融盐缓慢谨慎地倒入熔盐罐1中,填料高度大约为熔盐罐体的一半,之后开启电加热装置升温,当温度升至290℃时,熔融盐成液态状,此时,再加入大约四分之一的固态熔融盐。如此循环直至熔盐量满足试验工况时停下。同时熔盐温度升至实验所需工况。

[0040] 3、进行实验。旋转顶部转盘10,降落到合适位置,启动电机4,带动搅拌轴6旋转,待测试样片8在流动的熔融盐中腐蚀,在达到一定工况时间后,关闭电机4,取出热电偶套管7,并记录数据。继而取出待测试样片8。每个工况时间大约为10天,在此期间要保证电机不停运转,温度保持恒温。

[0041] 4、试件装取。首次安装试件要在实验开始之前。每做完一组工况,关闭电机4,旋转顶部转盘10使电机4等向上滑动到合适位置,此时,用实验挂钩将待测试样片取出,之后将电机4复位,等待测试样片冷却至室温后,在丙酮溶液清洗粘附在待测试样片上的熔盐以及疏松的腐蚀物质。清洗干净后,在烘箱中烘干,冷却后用电子天平称量并记录腐蚀后重量。

[0042] 5、数据采集与记录。由于实验周期较长,每次只需选取一段时间进行数据采集。重复上述步骤,完成实验。

[0043] 综上所述,本发明公开的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,包括熔盐罐、电加热装置、电机升降装置以及搅拌装置,电机能够直上直下移动,偏心误差较小。连接搅拌轴的搅拌棒上插有可灵活取放的T型待测试样片,待测试样片直插入插孔中不会掉落且不会晃动。进行高温腐蚀实验时,静止或旋转的待测试样片浸入在60%NaNO<sub>3</sub>和40%KNO<sub>3</sub>熔融盐介质中。利用本发明的旋转式高温熔盐腐蚀特性模拟系统,可全面、有效反映熔盐介质、流速、温度等对不同材料金属样片的腐蚀情况。

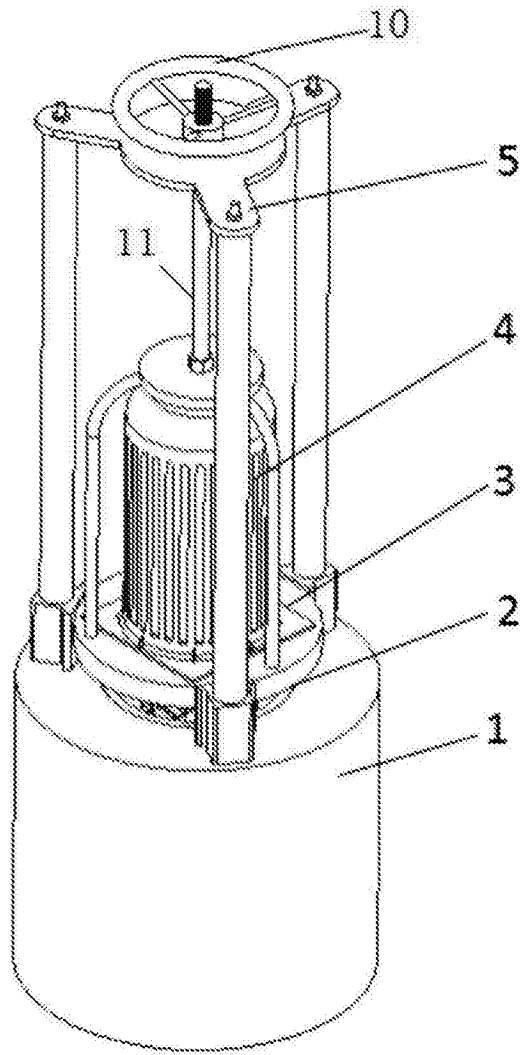


图1

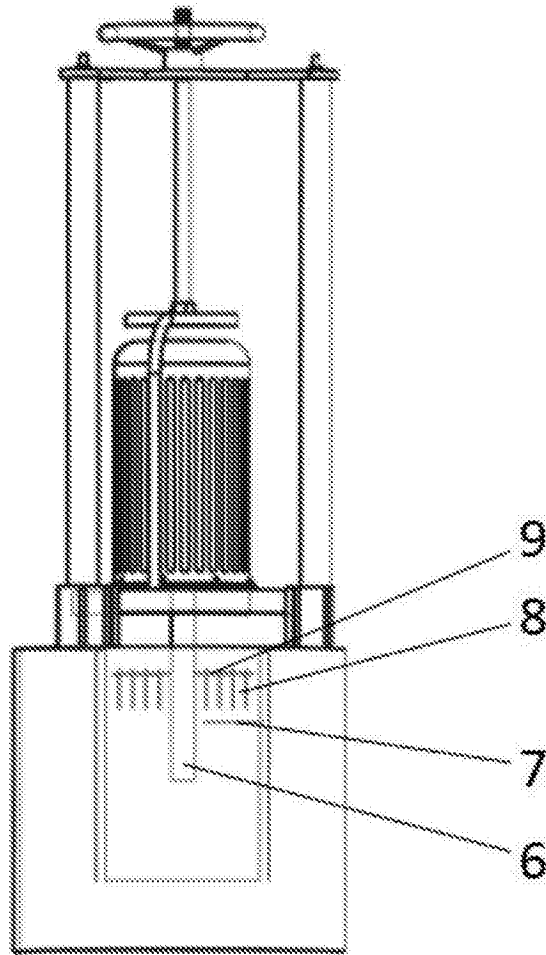


图2

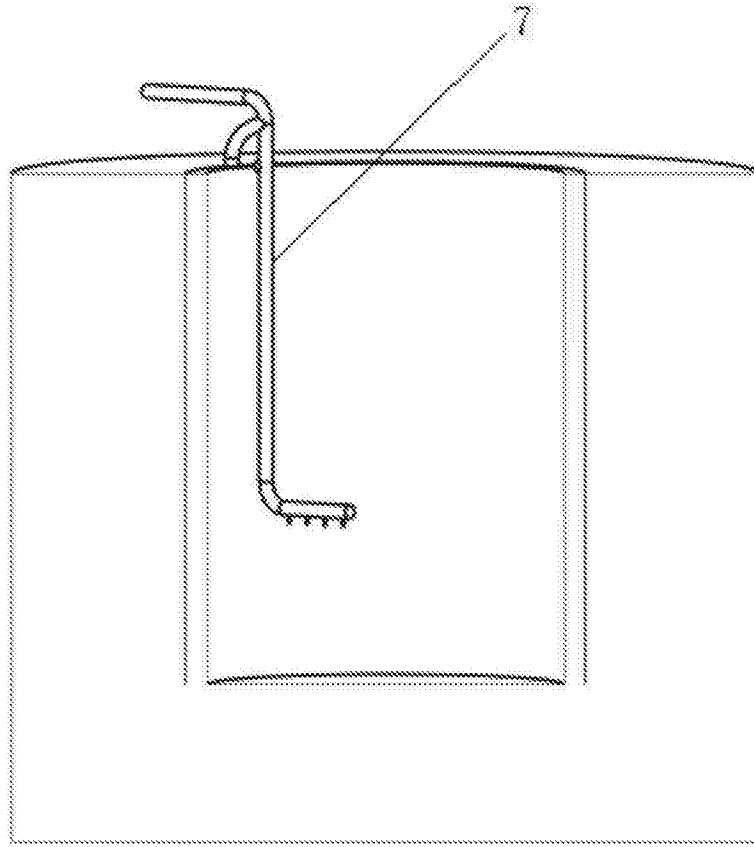


图3