



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101880561 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 10

(21) 申请号 201010222405. 1

(22) 申请日 2010. 06. 30

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 李腾 魏小林 李博 余立新

(74) 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司 11003

代理人 尹振启 马知非

(51) Int. Cl.

C10L 3/10(2006. 01)

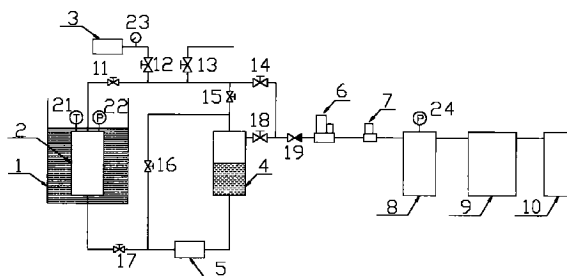
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置

(57) 摘要

本发明涉及一种实现天然气水合物合成的实验装置, 涉及集多种制备方法于一体的天然气水合物合成装置。该装置可以用于实验研究中制备天然气水合物及含天然气水合物的样品。该装置由反应釜、水浴、真空泵、气液分离器、柱塞泵、压力控制器、质量流量计、缓冲罐、气驱增压泵、高压气瓶及连接管线和多个截止阀组构成。通过控制截止阀的开关转换可以实现天然气和水静态条件下直接在反应釜中生成天然气水合物、天然气和饱和水在静态条件下在反应釜中生成天然气水合物, 以及饱和水渗流循环通过反应釜生成天然气水合物。当反应釜中装有多孔物料时则可合成含天然气水合物的填料样品。



1. 一种可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:该装置包括:真空排气单元、高压天然气供气单元和天然气水合物合成单元;真空排气单元包括:真空泵(3)、真空计(23)、高压截止阀(12),真空泵(3)与真空计(23)通过管路相连,真空计(23)、高压截止阀(12)设置在所述连接管路上,截止阀(13)可以将天然气水合物合成单元中的天然气与大气隔离或联通;高压天然气供气单元包括:压力控制器(6)、质量流量计(7)、缓冲罐(8)、气驱增压泵(9)、高压气瓶(10)、止逆阀(19)、缓冲罐压力计(24),压力控制器(6)、质量流量计(7)、缓冲罐(8)、气驱增压泵(9)高压气瓶(10)和止逆阀(19)依次串联连接,缓冲罐压力计(24)设置在缓冲罐(8)上;天然气水合物合成单元包括:水浴(1)、反应釜(2)、气液分离器(4)、柱塞泵(5)、高压截止阀(11、13、14、15、16、17、18)、反应釜温度传感器(21)和反应釜温度传感器(22),反应釜(2)设置在水浴(1)中,反应釜(2)温度传感器(21)、(22)设置在反应釜(2)上,反应釜(2)与气液分离器(4)通过管路并联在一起,并且在所述并联管路上设置有柱塞泵(5)、高压截止阀(11、14、15、16、17、18),高压截止阀(13)可以将天然气水合物合成单元中的天然气与大气隔离或联通;所述真空排气单元、高压天然气供气单元和天然气水合物合成单元相互之间依次通过管路连接。

2. 根据权利要求1所述的可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:水浴(1)内循环水为盐水或防冻液,水温高低可由程序控制。

3 根据权利要求1所述的可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:反应釜(2)可直接放入水浴(1)中或反应釜(2)为水冷夹套结构,其水冷夹套水循环由水浴(1)提供进水和回水。

4. 根据权利要求1所述的可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:在气液分离器(4)入口串联有截止阀(15),柱塞泵(5)的出口串联有截止阀(17);当这两个阀门关闭后可以将气液分离器(4)和柱塞泵(5)与反应釜(2)隔离。

5. 根据权利要求1所述的可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:在气液分离器(4)入口和柱塞泵(5)的出口之间连接带有截止阀(16)的管路,当关闭截止阀(15)(17),气液分离器(4)和柱塞泵(5)与反应釜(2)相隔离后,可以经由此条管路实现水介质由柱塞泵(5)驱动在气液分离器(4)内循环。

6. 根据权利要求1所述的可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,其特征在于:气液分离器(4)还可以作为饱和水存储罐,其内部可采用磁耦合搅拌或通过与柱塞泵(5)、高压截止阀(16)构成一个水循环管路系统,通过水循环实气液分离器内天然气与水的充分接触,使水达到饱和;水饱和后通过截止阀(17)可由柱塞泵(5)泵入反应釜(2)中。

## 一种可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种天然气水合物合成的实验装置,涉及集多种制备方法于一体的天然气水合物合成装置。

### 背景技术

[0002] 天然气水合物作为一种最具价值的海底矿产资源,其巨大的资源量和可能的开发利用前景已经成为下一代的战略能源储备,另一方面天然气水合物在天然气储运、煤层气分离等方面的应用也吸引了大量的研究人员,天然气水合物合成及含天然气水合物的样品制备意义重大。

### 发明内容

[0003] 目前天然气水合物合成方式多种多样,本发明提供了一种集多种制备方法于一体的天然气水合物合成装置,有利于降低成本和开展多样化的实验研究。

[0004] 一种可实现多种制备方法的天然气水合物合成装置,包括:真空排气单元、高压天然气供气单元和天然气水合物合成单元;真空排气单元包括:真空泵、真空计、高压截止阀,真空泵与真空计通过管路相连,真空计、高压截止阀、设置在所述连接管路上;高压天然气供气单元包括:压力控制器、质量流量计、缓冲罐、气驱增压泵、高压气瓶、止逆阀、缓冲罐压力计,压力控制器、质量流量计、缓冲罐、气驱增压泵高压气瓶和止逆阀依次串联连接,缓冲罐压力计设置在缓冲罐上;天然气水合物合成单元包括:水浴、反应釜、气液分离器、柱塞泵、高压截止阀、反应釜温度传感器和反应釜温度传感器,反应釜设置在水浴中,反应釜温度传感器、设置在反应釜上,反应釜与气液分离器通过管路并联在一起,并且在所述并联管路上设置有柱塞泵、高压截止阀;所述真空排气单元、高压天然气供气单元和天然气水合物合成单元相互之间依次通过管路连接。

[0005] 进一步,水浴内循环水为盐水或防冻液,水温高低可由程序控制。

[0006] 进一步,反应釜可直接放入水浴中或反应釜为水冷夹套结构,其水冷夹套水循环由水浴提供进水和回水。

[0007] 进一步,在气液分离器入口串联有截止阀,柱塞泵的出口串联有截止阀;当这两个阀门关闭后可以将气液分离器和柱塞泵与反应釜隔离。

[0008] 进一步,在气液分离器入口和柱塞泵的出口之间连接带有截止阀的管路,当关闭截止阀,气液分离器和柱塞泵与反应釜相隔离后,可以经由此条管路实现水介质由柱塞泵驱动在气液分离器内循环。

[0009] 进一步,气液分离器还可以作为饱和水存储罐,其内部可采用磁耦合搅拌或通过与柱塞泵、高压截止阀构成一个水循环管路系统,通过水循环实气液分离器内天然气与水的充分接触,使水达到饱和;水饱和后通过截止阀可由柱塞泵泵入反应釜中。

[0010] 本发明的特点是在气液分离器入口和柱塞泵的出口都串联有截止阀;当这两个阀门关闭后可以将气液分离器和柱塞泵与反应釜隔离;在气液分离器入口和柱塞泵的出口之

间连接带有截止阀的管路,当气液分离器和柱塞泵与反应釜隔离后可以经由此条管路实现水介质在气液分离器内循环,气液分离器可以实现使水在高压甲烷存在的条件下充分饱和的功能。水饱和后可进一步由柱塞泵泵入反应釜中。并且,真空排气单元在装置初始内外处于大气条件下,对天然气水合物合成单元抽真空,真空度达到要求后保持装置合成单元内与大气截断;高压天然气供气单元将低压天然气增压到高压状态,向天然气水合物合成单元供给高压天然气,并可维持合成单元在天然气反应过程中压力稳定;天然气水合物合成单元通过水浴温度调节,达到反应釜内温度和压力满足水合物生成条件,在静态条件下或单元内水循环的动态条件下合成天然气水合物,当反应釜中装有多孔填料时则可合成含天然气水合物的填料样品。

[0011] 本装置通过管路的连接和截止阀开关转换可以实现多种天然气水合物制备方法于一体,在实验中不需要另行连接管路,即可而达到以下试验目的:

[0012] 1、可提供多种天然气水合物合成方法并具有良好的扩展性;

[0013] 2、集多种制备方法于一体,结构紧凑,成本较低。

### 附图说明

[0014] 图1为本发明具体实施方式的结构示意图。

[0015] 1:反应釜、2:水浴、3:真空泵、4:气液分离器、5:柱塞泵、6:压力控制器、7:质量流量计、8:缓冲罐、9:气驱增压泵、10:高压气瓶、11~18:高压截止阀、19:止逆阀、21:反应釜温度传感器、22:反应釜温度传感器、23:真空计、24:缓冲罐压力计。

### 具体实施方式

[0016] 下面结合说明书附图,对本发明作详细描述。如图1所示:本发明中的装置由三部分组成:真空排气单元,高压天然气供气单元和水合物反应单元。

[0017] 真空排气单元包括:真空泵3、真空计23、高压截止阀12。真空泵3与真空计23通过管路相连,真空计23、高压截止阀12设置在该连接管路上,真空泵3串联了截止阀12连接到天然气水合物合成单元的管路上,可对天然气水合物合成单元抽真空。

[0018] 高压天然气供气单元包括:压力控制器6、质量流量计7、缓冲罐8、气驱增压泵9、高压气瓶10、止逆阀19、缓冲罐压力计24。压力控制器6、质量流量计7、缓冲罐8、气驱增压泵9、高压气瓶10和止逆阀19依次串联连接,缓冲罐压力计24设置在缓冲罐8上。天然气水合物合成单元包括:水浴1、反应釜2、气液分离器4、柱塞泵5、高压截止阀11、13、14、15、16、17、18、反应釜温度传感器21和反应釜温度传感器22,反应釜2可直接放入水浴1中或反应釜2为水冷夹套结构,其水冷夹套水循环由水浴1提供进水和回水。反应釜2温度传感器21、22设置在反应釜2上,反应釜2与气液分离器4通过管路并联在一起,并且在所述并联管路上设置有柱塞泵5、高压截止阀11、14、15、16、17、18,截止阀13可以将天然气水合物合成单元中的天然气与大气隔离或联通;其中,在气液分离器4入口串联有截止阀15,柱塞泵5的出口串联有截止阀17;当这两个阀门关闭后可以将气液分离器4和柱塞泵5与反应釜2隔离。在气液分离器4入口和柱塞泵5的出口之间连接带有截止阀16的管路,当关闭截止阀15、17,气液分离器4和柱塞泵5与反应釜2相隔离后,可以经由此条管路实现水介质由柱塞泵5驱动在气液分离器4内循环。气液分离器4还可以作为饱和水存储罐,

其内部可采用磁耦合搅拌或通过柱塞泵 5、高压截止阀 16 构成一个水循环管路系统,通过水循环实气液分离器内天然气与水的充分接触,使水达到饱和。水饱和后通过截止阀 17 可由柱塞泵 5 泵入反应釜 2 中。

[0019] 真空排气单元、高压天然气供气单元和天然气水合物合成单元相互之间依次通过管路连接。

[0020] 水浴 1 内循环水为盐水或防冻液,水温高低可根据实验需要由程序控制。

[0021] 实施例一:静态条件下合成天然气水合物,

[0022] 关闭高压截止阀门 15 ~ 18,将预先准备的冰晶或其他物料,例如种类包括粘土、沙土、海底沉积物土体、纳米二氧化硅颗粒、活性炭颗粒和水等放入反应釜 2 中,并将反应釜 2 放入水浴 1 中,关闭压力控制器 6 和截止阀 13,打开截止阀 11,12,14。开真空泵 3,将反应釜 2 及管路中空气排出,至真空度到达 10Pa 左右;关闭截止阀 12,停真空泵 3,打开压力控制器 6,甲烷气通过增压泵 9 增压后注入反应釜 2 中,压力控制器 6 将反应釜 2 内压力保持在 8MPa;启动水浴 1 制冷工作,按程序设定降温升温循环;升降温范围是 2 到 12℃,频率三小时一个周期,每个周期是先降温,后升温。生成天然气水合物后,关闭压力控制器 6,打开截止阀 13,将反应釜 2 中高压气体排出,打开釜体,取出合成水合物。

[0023] 实施例二:单元内水循环条件下合成天然气水合物

[0024] 将截止阀门 16、17 关闭,将预先准备的多孔质沉积物,多孔质沉积物种类包括粘土、沙土、海底沉积物土体填满反应釜 2,气液分离器 4 中充入一半容积的蒸馏水,将反应釜 2 放入水浴 1;关闭压力控制器 6,关闭截止阀 13、14,打开阀 11、12、15、18,开真空泵 3,将反应釜 2 气液分离器 4 及管路中空气排出,至真空度到达 10Pa 左右;关闭截止阀 12,停真空泵 3,打开压力控制器 6,甲烷气通过增压泵 9 增压后注入反应釜 2 中,压力控制器 6 将反应釜 2 内压力保持在 10Mpa;启动水浴 1,设定温度为 2℃。打开柱塞泵 5 与水浴 1 之间的阀门 17,启动柱塞泵 5 工作,柱塞泵 5 的工作压力开始设为与釜内压力相同,为了避免液体对反应釜中样品的冲击,流量调节从小到大缓慢调节,根据反应釜容积大小调节到合适流量;生成含天然气水合物的沉积物后,关停柱塞泵 5,关闭压力控制器 6,打开阀 13,将釜中高压气体排出,打开釜体,取出合成物。在此实施例中,考虑到气体的压缩性比液体大得多,高压柱塞泵一般仅用来输送液体,如果液体中含有气体,则输送效率大大降低,故采用气液分离器来保证柱塞泵入口为液体,提高柱塞泵输送效率。

[0025] 实施例三:合成含天然气水合物的填料样品

[0026] 将截止阀门 16、17 关闭,将预先准备的多孔质沉积物等填满反应釜 2,气液分离器 4 中充入一半容积的蒸馏水,反应釜 2 放入水浴 1;关闭压力控制器 6,关闭截止阀 13、14,打开阀 11、12、15、18,开真空泵 (3),将反应釜 2 气液分离器 4 及管路中空气排出,至真空度到达 10Pa 左右;关闭截止阀 12,停真空泵 3,打开压力控制器 6,甲烷气通过增压泵 9 增压后注入反应釜 2 中,压力控制器 6 保持反应釜 2 内压力在 10Mpa。关闭截止阀 15,打开截止阀 16,启动柱塞泵 5 工作,柱塞泵 5 的工作压力开始设为与反应釜 2 内压力相同,为了避免液体对反应釜中样品的冲击,流量调节从小到大缓慢调节,根据反应釜容积大小调节到合适流量,充分循环至气液分离器 4 中蒸馏水吸收甲烷至饱和状态。启动水浴 1 制冷工作,按设定温度 0℃工作;关闭截止阀 11,打开截止阀 17,再关闭截止阀 16 将饱和水泵入反应釜中;关闭截止阀 17,关停柱塞泵 5,关闭压力控制器 6,使水合物静态生成;生成含天然气水合物

的沉积物后,打开阀 11、15,再打开阀 13,将釜中高压气体排出,打开釜体,取出合成物。

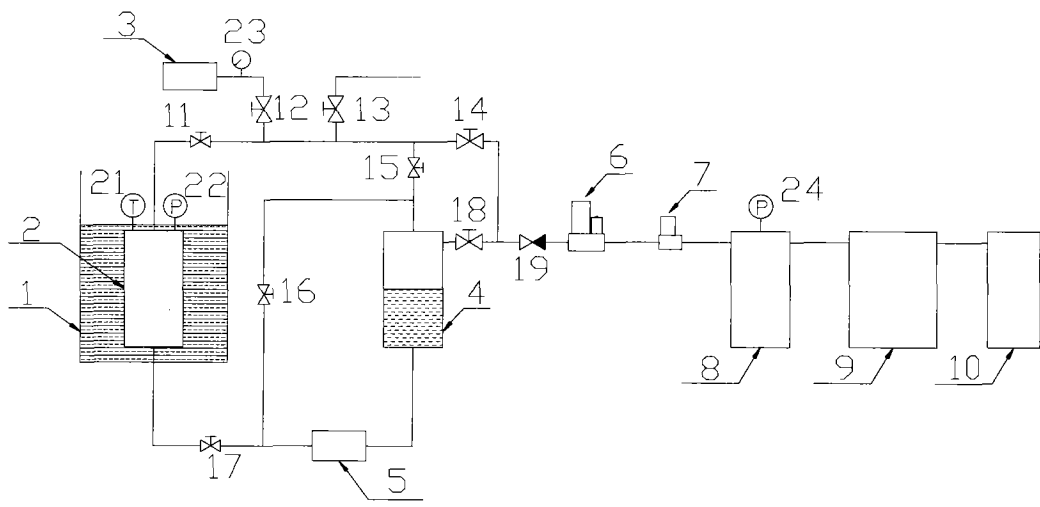


图 1