

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610154678.0

[51] Int. Cl.

C12M 3/00 (2006.01)

C12N 1/12 (2006.01)

C12P 23/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年5月23日

[11] 公开号 CN 1966660A

[22] 申请日 2006.11.20

[21] 申请号 200610154678.0

[71] 申请人 宁波大学

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路818号

[72] 发明人 骆其君 严小军 周洪 马斌
尤仲杰

[74] 专利代理机构 宁波海曙奥圣专利代理事务所
代理人 程晓明

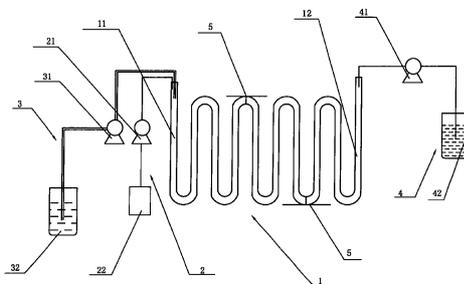
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

[54] 发明名称

大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置及其方法

[57] 摘要

本发明公开了一种大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置及方法，整个培养装置由设置在固定架上的光生物反应器系统、充气装置、培养液灌输装置和静细胞收集装置组成，固定架上设置浮沉控制装置，可以不需建立人工培养池和其他设施，而利用自然水体进行大规模雨生红球藻培养，投资少、成本低，培养的温度、光照、水流速度均比较稳定，培养液相互流动，加之连续充气，培养条件优越，使得雨生红球藻的生长与分裂增值基本同步，雨生红球藻的生长率达到25%，生物量增长快，一般3~5天能够增加一倍；并可在同一水体中将光生物反应器系统升降到所需要的水层深度，解决了雨生红球藻培养和转化虾青素这二个阶段温度、光照和营养条件不同这对矛盾。



1、一种大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于它包括固定架和设置在所述的固定架上的光生物反应器系统、充气装置、培养液灌输装置和静细胞收集装置，所述的光生物反应器系统由至少二个单元光生物反应器串接组合而成，所述的充气装置和所述的培养液灌输装置通过软管与所述的光生物反应器系统中最前面的第一单元光生物反应器的前端连接，所述的静细胞收集装置通过软管与所述的光生物反应器系统中的最后面的第二单元光生物反应器末端连接，所述的固定架上设置有浮沉控制装置。

2、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的浮沉控制装置由设置在固定架上的浮子和坠子组成。

3、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的单元光生物反应器之间设置有紧急开关。

4、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的单元光生物反应器由硬质或柔性材料制成，各单元光生物反应器之间通过软管相互串接。

5、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的第一单元光生物反应器和所述的第二单元光生物反应器之间设置有培养液循环管道。

6、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的充气装置由气泵和酸性液体容器组成，所述的气泵通过软管与所述的酸性液体容器连接，所述的培养液灌输装置由第一水泵和培养液罐组成，所述的第一水泵通过软管与所述的培养液罐连接，所述的第一水泵和所述的气泵通过软管分别与所述的第一单元光生物反应器连接。

7、如权利要求 1 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，其特征在于所述的静细胞收集装置包括第二水泵和培养产物收集罐，所述的第二水泵的进口通过软管与所述的第二单元光生物反应器的底部连接，所述的第二水泵的出口通过软管与所述的培养产物收集罐相连接。

8、使用权利要求 1 所述的装置大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，其特

征在于它包括以下步骤：①通过所述的培养液灌输装置向所述的光生物反应器系统内灌输培养液，其中培养液中的氮含量为 5~10mg/L、磷含量为 0.5~1.0mg/L；②接种；③通过所述的充气装置向所述的光生物反应器系统内连续充气，增大气体与培养液的混合；④通过调节所述的浮沉控制装置将整个培养装置设置在水场中适宜雨生红球藻生长的水层深度，环境的水温为 15~25℃，环境的光照强度为 1000~5000Lx；⑤当培养 15 天后，藻细胞的密度达到 10~30 万个/毫升时，通过调节所述的浮沉控制装置将整个培养装置提升至水场中适宜雨生红球藻转化和积累虾青素的水层深度，环境的水温为 25~30℃，环境的光照强度为 6000~25000Lx；⑥通过所述的充气装置向所述的光生物反应器系统内连续充气；⑦将沉积在所述的第二单元光生物反应器底部的静细胞收集到所述的静细胞收集装置内，然后进行干燥，得到虾青素。

9、如权利要求 8 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，其特征在于所述的浮沉控制装置由设置在固定架上的浮子和坠子组成，培养装置设置的水层深度是通过调节所述的浮子或者所述的坠子实现的。

10、如权利要求 8 所述的大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，其特征在于所述的静细胞收集装置包括第二水泵和培养产物收集罐，所述的第二水泵的进口通过软管与所述的第二单元光生物反应器的底部连接，所述的第二水泵的出口通过软管与所述的培养产物收集罐相连接，所述的第二水泵将沉积在所述的第二单元光生物反应器底部的静细胞收集到所述的培养产物收集罐内。

大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置及其方法

技术领域

本发明涉及一种雨生红球藻的培养装置，尤其是涉及一种大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置及其方法。

背景技术

雨生红球藻 (*Haematococcus pluvialis*) 是一种单细胞绿藻，其增殖依赖于细胞分裂，该藻在生长的特定阶段能够大量积累虾青素 (Astaxanthin)。虾青素具有良好的着色性能和极强的抗氧化性能，目前主要应用在水产养殖中，可以作为鲑鳟鱼类的饲料着色剂和添加剂，以改善鲑鳟鱼类的生长与生理功能；同时也是人类食品和保健品的优良添加剂，能够提高免疫力，抑制癌症。因此，在医药方面的应用也具有很大的潜力。由此可知，雨生红球藻是具有很好的开发前途的经济微藻。

雨生红球藻广阔的市场前景已引起了国内外的普遍关注，目前国外利用雨生红球藻生产天然虾青素的技术已取得长足发展，瑞典已有公司采用人工光源照射生物反应器进行生产。美国 Aquasearch 公司在计算机控制的室外封闭生物反应器中进行培养，而 Cyanotech 公司则采用封闭的“平台”式生物反应器进行培养。目前国内有不少大专院校和科研院所对培养及提取天然虾青素等方面进行了研究，取得了不少的研究成果，如 2005 年 10 月 12 日公开的 200510018203.4 号中国发明专利申请公开说明书中公开了一种雨生红球藻高密度培养的气升式生物反应器，包括光生物反应器、水处理装置、光照明装置和气体供应装置，其特征在于水处理装置位于生物反应器外部，光照明装置位于生物反应器侧面，光照明装置包括内置源和外置源，温度控制装置位于生物反应器底部，在温度控制装置上是气体供应装置，采样排气孔位于反应器顶部内侧，藻液收集口位于生物反应器底部。而 2004 年 12 月 22 日公开的 CN02138827.X 号的中国发明专利则公开了一种培养雨生红球藻生产虾青素的方法，包括培养基配方、一步法生产工艺、培养基的循环使用和用二氧化碳调节培养液 pH 值诱导红球藻孢子的形成和虾青素积累的方法，

雨生红球藻的营养细胞的生长、孢子转化和虾青素累积是在同一个生物反应器、同一培养基中完成，通过调控培养液的 pH 值促进孢子转化和虾青素累积，培养周期为 12~15 天，培养基经过回收—处理—重新配制，可以循环使用至少 6 次。

但是目前这些研究成果多数还是处在小型实验期内，在人工建成的水池中进行开放式培养，容易被其他浮游动植物或微生物所污染，不能形成大规模生产，因此与商品化生产之间还有一段距离。在实际生产中，目前虽有采用管道式生物反应器或小型固定化系统组成的生物反应器或气升式生物反应器进行培养雨生红球藻，其存在的缺陷是在较大规模生产条件下，要增加大量控制温度的设备投入，生产成本将大大增加。在单位空间利用上，增加管道式生物反应器的管道，需极大增加建造的成本，加上藻细胞粘连遮蔽，导致培养期间透光性下降，引起管道壁清洗困难，只能适宜小规模生产。

目前，尚未有利用自然水体，尤其是利用自然界水体来进行大规模培养雨生红球藻及获取虾青素的生产方法，其中主要的原因是雨生红球藻培养时期需要常温、弱光、高营养盐，而转化产生虾青素则需要高温、强光、低营养盐的条件下进行。即雨生红球藻培养与雨生红球藻转化和积累虾青素是处在两个不同的阶段，需要不同的环境条件。因此，在这两个阶段通常需要分别采用不同的生物反应器和不同的培养液，在不同的环境条件下进行，这种方法通常称之为“两步法”生产。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种大规模培养雨生红球藻与转化虾青素的装置及其方法，能够解决培养过程中培养与转化所需要温度与光照的矛盾，既保障雨生红球藻迅速生长，产生足够的生物量，又能够保证已经培养的雨生红球藻能够迅速转化与积累虾青素。

本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，它包括固定架和设置在所述的固定架上的光生物反应器系统、充气装置、培养液灌输装置和静细胞收集装置，所述的光生物反应器系统由至少二个单元光生物反应器串接组合而成，所述的充气装置和所述的培养液灌输装置通过软管与所述的光生物反应器系统中最前面的第一单元光生物反应器的前端连接，所述的静细胞收集装置通过软管与所述的光生物反应器系统中的最后面的第二单元光生物反应器末端连接，所述的固定架上设置有浮沉控制装置。

所述的浮沉控制装置由设置在固定架上的浮子和坠子组成。

所述的单元光生物反应器之间可以设置有紧急开关。

所述的单元光生物反应器可以由硬质或柔性材料制成，各单元光生物反应器之间可以通过软管相互串接。

所述的第一单元光生物反应器和所述的第二单元光生物反应器之间可以设置有培养液循环管道。

所述的充气装置由气泵和酸性液体容器组成，所述的气泵通过软管与所述的酸性液体容器连接，所述的培养液灌输装置由第一水泵和培养液罐组成，所述的第一水泵通过软管与所述的培养液罐连接，所述的第一水泵和所述的气泵通过软管分别与所述的第一单元光生物反应器连接。

所述的静细胞收集装置包括第二水泵和培养产物收集罐，所述的第二水泵的进口通过软管与所述的第二单元光生物反应器的底部连接，所述的第二水泵的出口通过软管与所述的培养产物收集罐相连接。

使用上述的装置大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，它包括以下步骤：①通过所述的培养液灌输装置向所述的光生物反应器系统内灌输培养液，其中培养液中的氮含量为 5~20mg/L、磷含量为 0.5~2.0mg/L；②接种③通过所述的充气装置向所述的光生物反应器系统内连续充气，增大气体与培养液的混合；④通过调节所述的浮沉控制装置将整个培养装置设置在水场中适宜雨生红球藻生长的水层深度，环境的水温为 15~25℃，环境的光照强度为 1000~5000Lx；⑤当培养 15 天后，藻细胞的密度达到 10~30 万个/毫升时，通过调节所述的浮沉控制装置将整个培养装置提升至水场中适宜雨生红球藻转化和积累虾青素的水层深度，环境的水温为 25~30℃，环境的光照强度为 6000~25000Lx；⑥通过所述的充气装置向所述的光生物反应器系统内连续充气；⑦将沉积在所述的第二单元光生物反应器底部的静细胞收集到所述的静细胞收集装置内，然后进行干燥，得到大量的富含虾青素的静细胞。

所述的浮沉控制装置由设置在固定架上的浮子和坠子组成，培养装置设置的水层深度是通过调节所述的浮子或者所述的坠子实现的。

所述的静细胞收集装置包括第二水泵和培养产物收集罐，所述的第二水泵的进口通过软管与所述的第二单元光生物反应器的底部连接，所述的第二水泵的出口通过软管与所述的培养产物收集罐相连接，所述的第二水泵将沉积在所述的第二单元光生物反应器底部的静细胞收集到所述的培养产物收集罐内。

与现有技术相比，本发明的优点在于整个培养装置由设置在固定架上的光生物反应

器系统、充气装置、培养液灌输装置和静细胞收集装置组成，光生物反应器系统由至少二个单元光生物反应器串接组合而成，充气装置和培养液灌输装置通过软管与光生物反应器系统中最前面的第一单元光生物反应器的前端连接，静细胞收集装置通过软管与光生物反应器系统中的最后面的第二单元光生物反应器末端连接，固定架上设置有浮沉控制装置，可以不需建立人工培养池和其他设施，而利用自然水体进行大规模雨生红球藻培养，减少了投资，节约了成本，提高经济收益；由于在自然界大水体中进行雨生红球藻培养，水体环境稳定，水体范围大，水体交换快，为培养高质量的雨生红球藻和获取高质量的虾青素提供了环境保障；利用自然界的水体进行大规模雨生红球藻培养，由于其培养的温度、光照、水流速度等环境条件比较稳定，单元生物反应器之间相连，培养液相互流动，加之往生物反应器中连续充气，培养条件优越，使得雨生红球藻的生长与分裂增殖基本同步，加之适宜营养水平的培养，雨生红球藻的生长率达到 25%，生物量增长快，一般 3~5 天能够增加一倍；而通过固定架上设置的浮沉控制装置，可以在同一水体中将光生物反应器系统升降到所需要的水层深度，较好地解决了雨生红球藻培养和转化虾青素这二个阶段需要不同温度、不同光照和不同营养条件这对矛盾，在同一光生物反应器系统中用同一培养液就可以连续进行培养和转化，将过去的二步法合并为一步法，简化了生产工序，减轻了劳动强度，其光生物反应器系统可以连续使用，节约了资源；使用本发明的装置和方法，雨生红球藻的生长与分裂增殖基本同步，使得培养细胞转化为静细胞同一阶段完成，雨生红球藻转化虾青素的转化率可达 90%以上，虾青素的含量可以达到 1.3%~2.1%，在各单元光生物反应器之间设置紧急开关，可以在特殊情况下（比如泄漏时）通过关闭紧急开关，以避免其他的单元光生物反应器继续泄漏。

附图说明

图 1 为本发明培养和转化装置的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

实施例一：一种大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的装置，它包括固定架（图未显示）和设置在固定架上的光生物反应器系统 1、充气装置 2、培养液灌输装置 3 和静

细胞收集装置 4，光生物反应器系统 1 由五个单元光生物反应器串接组合而成，单元光生物反应器由柔性的不透水聚乙烯材料制成，各单元光生物反应器之间通过软管相互串接，单元光生物反应器之间的软管上设置有紧急开关 5，充气装置 2 由气泵 21 和酸性液体容器 22 组成，气泵 21 通过软管与酸性液体容器 22 连接，培养液灌输装置 3 由第一水泵 31 和培养液罐 32 组成，第一水泵 31 通过软管与培养液罐 32 连接，第一水泵 31 和气泵 21 通过软管分别与第一单元光生物反应器 11 连接，气泵 21 所产生的压缩气体通过软管进入酸性液体容器 22 中，酸性液体容器 22 上设置有不吸水网滤，将高压气体所产生的气泡阻拦，经过酸洗后的气体再通过一根软管进入光生物反应器系统 1 中与培养液混合，静细胞收集装置 4 包括第二水泵 41 和培养产物收集罐 42，第二水泵 41 的进口通过软管与第二单元光生物反应器 12 的底部连接，第二水泵 41 的出口通过软管与培养产物收集罐 42 相连接，固定架上设置有由浮子和坠子组成浮沉控制装置(图未显示)。

实施例二：其它结构与实施例一相同，不同之处在于单元光生物反应器由刚性的有机玻璃制成。

实施例三：其它结构与实施例一相同，不同之处在于光生物反应器系统 1 由十个单元光生物反应器组成，单元光生物反应器是由柔性聚乙烯材料制成的，第一单元光生物反应器 11 和第二单元光生物反应器 12 之间设置有培养液循环管道(图未显示)，培养液在光生物反应器系统 1 内是循环流动的，能够提高充气的利用率。

实施例四：使用上述实施例的装置进行大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，它包括以下步骤：①通过培养液灌输装置 3 向光生物反应器系统 1 内灌输培养液，其中培养液中的氮含量为 10mg/L、磷含量为 0.8mg/L；②接种；③通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气，增大气体与培养液的混合；④通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置设置在水场中适宜雨生红球藻生长的水层深度，环境的水温为 20℃，环境的光照强度为 3000Lx；⑤当培养 15 天后，藻细胞的密度达到 20 万个/毫升时，通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置提升至水场中适宜雨生红球藻转化和积累虾青素的水层深度，环境的水温为 28℃，环境的光照强度为 20000Lx；⑥通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气；⑦通过第二水泵 41 将沉积在第二单元光生物反应器 22 底部的静细胞收集到培养产物收集罐 42 内，然后进行干燥，得到虾青素。

实施例五：使用上述实施例的装置进行大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，它包括以下步骤：①通过培养液灌输装置 3 向光生物反应器系统 1 内灌输培养液，

其中培养液中的氮含量为 5mg/L、磷含量为 1.0mg/L；②接种；③通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气，增大气体与培养液的混合；④通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置设置在水场中适宜雨生红球藻生长的水层深度，环境的水温为 15℃，环境的光照强度为 1000Lx；⑤当培养 15 天后，藻细胞的密度达到 10 万个/毫升时，通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置提升至水场中适宜雨生红球藻转化和积累虾青素的水层深度，环境的水温为 25℃，环境的光照强度为 6000Lx；⑥通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气；⑦通过第二水泵 41 将沉积在第二单元光生物反应器 22 底部的静细胞收集到培养产物收集罐 42 内，然后进行干燥，得到虾青素。

实施例六：使用上述实施例的装置进行大规模培养雨生红球藻和转化虾青素的方法，它包括以下步骤：①通过培养液灌输装置 3 向光生物反应器系统 1 内灌输培养液，其中培养液中的氮含量为 8mg/L、磷含量为 0.5mg/L；②接种；③通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气，增大气体与培养液的混合；④通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置设置在水场中适宜雨生红球藻生长的水层深度，环境的水温为 25℃，环境的光照强度为 5000Lx；⑤当培养 15 天后，藻细胞的密度达到 30 万个/毫升时，通过调节设置在固定架上的浮子和坠子，将整个培养装置提升至水场中适宜雨生红球藻转化和积累虾青素的水层深度，环境的水温为 30℃，环境的光照强度为 25000Lx；⑥通过充气装置 2 向光生物反应器系统 1 内连续充气；⑦通过第二水泵 41 将沉积在第二单元光生物反应器 22 底部的静细胞收集到培养产物收集罐 42 内，然后进行干燥，得到虾青素。

在实施例四、五、六中，在完成所有的培养过程后，可以用培养液灌输装置 3 向光生物反应器系统 1 灌输清水或消毒液，利用充气装置 2 产生的气流与液流对光生物反应器系统 1 进行清洗，并用静细胞收集装置 4 将清水或消毒液抽干，使整个培养装置进入重复使用。

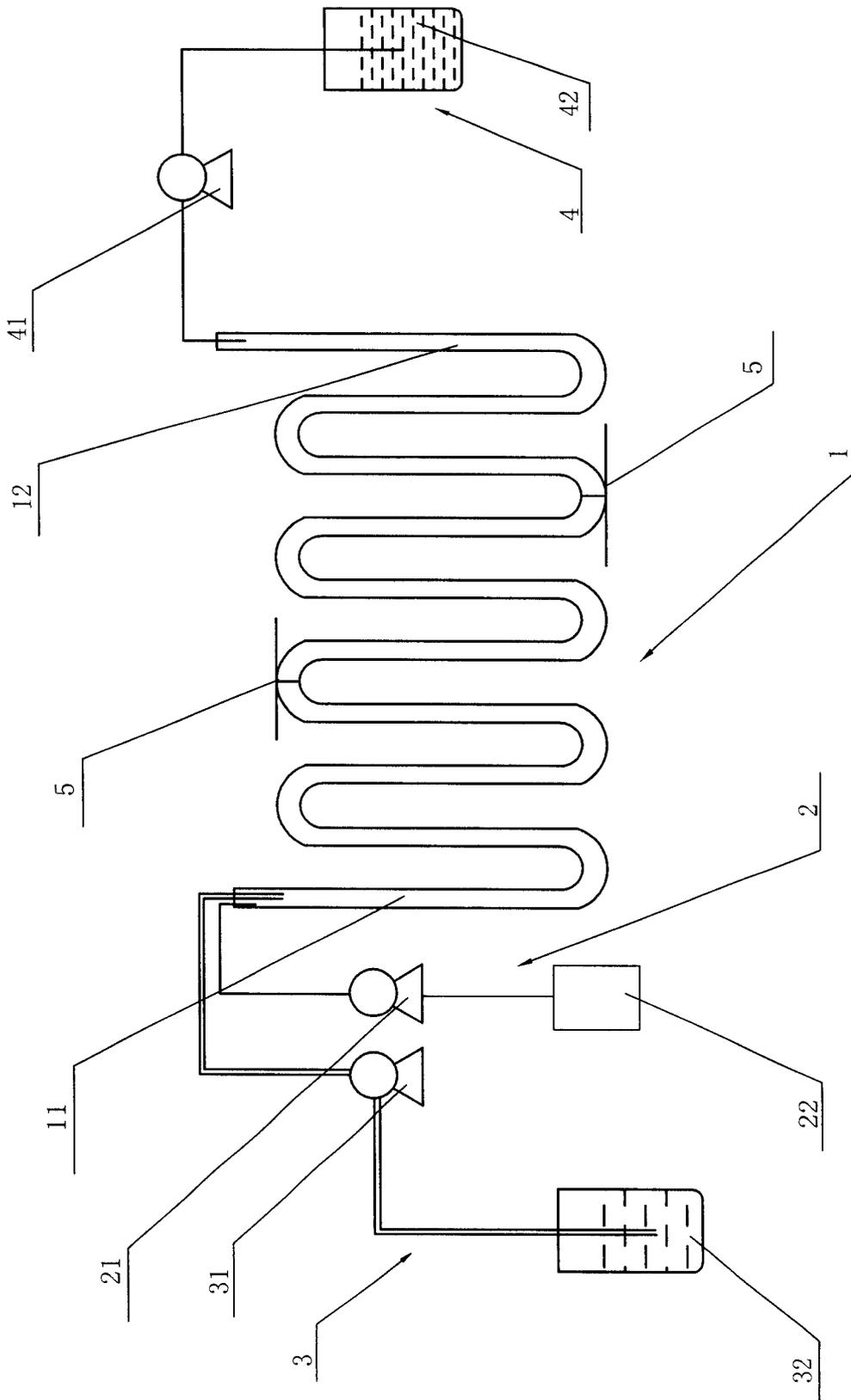


图1