

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C12M 1/12 (2006.01)

C12N 1/12 (2006.01)

C12R 1/89 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910137526.3

[43] 公开日 2009年12月9日

[11] 公开号 CN 101597564A

[22] 申请日 2009.4.28

[21] 申请号 200910137526.3

[71] 申请人 新奥科技发展有限公司

地址 065001 河北省廊坊市经济技术开发区
华祥路新奥工业园南区B座

[72] 发明人 张涵 王琳 王垚 陈洪涛
朱振旗

[74] 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司
代理人 郭润湘

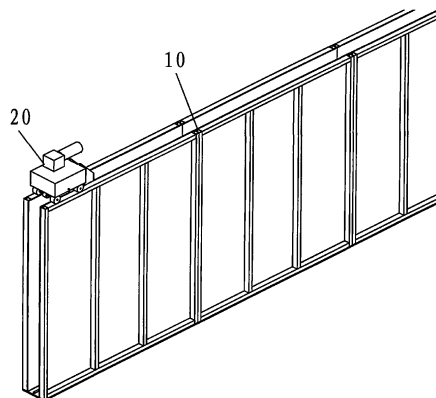
权利要求书5页 说明书16页 附图3页

[54] 发明名称

一种微藻收获方法、系统及微藻收获机

[57] 摘要

本发明公开了一种微藻收获方法、系统及微藻收获机，用于微藻培养装置中的微藻收获，该方法包括：微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内；以及微藻收获车收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。上述微藻收获方法能够使微藻富集在一个小的区域内进行收集，只需收集微藻收获装置中的选定区域内的微藻富集藻液。因为收获系统缓慢移动，无需循环液体，降低了工作强度，减少了能量消耗，提高了工作效率。



1、一种微藻收获机，其特征在于，包括：机架、驱动装置、收获装置和至少一组车轮；

所述驱动装置安装在所述机架上，用于给与自身相连的一组车轮提供动力；

所述收获装置固定安装在所述机架的下方，用于过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内；

所述车轮，固定安装在所述机架的下方；其中，至少有一组车轮与所述驱动装置相连，在所述驱动装置提供的动力带动下转动；通过所述车轮的转动带动所述收获装置沿所述微藻培养装置上设置的轨道移动，实现将藻液中的微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

2、如权利要求1所述的微藻收获机，其特征在于，所述收获装置，包括：收获工具和过滤网；

所述收获工具，固定安装在所述机架的下方；

所述过滤网，安装在所述收获工具上，用于在随所述收获工具移动时，过滤藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

3、如权利要求2所述的微藻收获机，其特征在于，所述驱动装置，包括：动力装置和传动装置；

所述传动装置固定安装在所述机架的中间空腔内，与固定安装在所述机架的上方的所述动力装置相连；并将所述动力装置提供的动力传送给与自身相连的一组车轮。

4、如权利要求3所述的微藻收获机，其特征在于，所述传动装置，包括：皮带和两个带轮；

所述两个带轮均安装在所述机架的中间空腔内，其中，一个带轮与所述动力装置连接，另一个带轮与一组车轮同轴连接；

所述皮带与所述两个带轮组成皮带传动机构，带动所述车轮做旋转运动。

5、如权利要求 4 所述的微藻收获机，其特征在于，所述传动装置，还包括：蜗轮和蜗杆；

所述蜗轮和蜗杆，安装在机架的中间空腔内；所述蜗杆与所述动力装置连接，所述蜗轮再与所述一个带轮相连接，实现动力的传送。

6、如权利要求 2-5 任一所述的微藻收获机，其特征在于，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

7、如权利要求 6 所述的微藻收获机，其特征在于，所述收获工具两侧面及底部有柔性物质，用于在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

8、如权利要求 7 所述的微藻收获机，其特征在于，所述过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ ，具体根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网。

9、如权利要求 1-5 任一所述的微藻收获机，其特征在于，还包括：

导向部件，安装在所述机架前边或后边的外壁上，用于保证所述微藻收获机沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动。

10、一种微藻收获系统，其特征在于，包括：微藻培养装置、微藻收获机和微藻收获车；

所述微藻培养装置，用于盛放含有微藻的藻液，其上设置有轨道；

所述微藻收获机，用于沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方设置的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置

中的选定区域内;

所述微藻收获车,用于收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

11、如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述微藻收获机,包括:机架驱动装置、收获装置和至少一组车轮;

所述驱动装置安装在所述机架上,用于给与自身相连的一组车轮提供动力;

所述收获装置固定安装在所述机架的下方,用于过滤收集藻液中的微藻,将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内;

所述车轮,固定安装在所述机架的下方;其中,至少有一组车轮与所述驱动装置相连,在所述驱动装置提供的动力带动下转动;通过所述车轮的转动带动所述收获装置沿所述微藻培养装置上设置的轨道移动,实现将藻液中的微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

12、如权利要求 11 所述的微藻收获系统,其特征在于,所述微藻收获机中包含的所述收获装置,包括:收获工具和过滤网;

所述收获工具,固定安装在所述机架的下方;

所述过滤网,安装在所述收获工具上,用于在随所述收获工具移动时,过滤藻液中的微藻,将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

13、如权利要求 12 所述的微藻收获系统,其特征在于,所述微藻收获机中包含的所述驱动装置,包括:动力装置和传动装置;

所述传动装置固定安装在所述机架的中间空腔内,与固定安装在所述机架的上方的所述动力装置相连;并将所述动力装置提供的动力传送给与自身相连的一组车轮。

14、如权利要求 13 所述的系统,其特征在于,所述微藻收获机还包括:

导向部件,安装在所述机架前边或后边的外壁上,用于保证所述微藻收获机沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动。

15、如权利要求 12 所述的系统，其特征在于，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

16、如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，所述微藻收获机上安装的收获工具两侧面及底部有柔性物质，用于在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

17、如权利要求 12 所述的微藻收获系统，其特征在于，所述微藻收获机上安装的过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ ，具体根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网。

18、如权利要求 10-17 任一所述的微藻收获系统，其特征在于，所述微藻收获车，包括：收获泵、车载小型沉降池和普通车体；

所述收获泵，用于将所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液抽出；

所述车载小型沉降池，用于存放所述收获泵抽出来的微藻富集藻液；

所述普通车体，用作所述收获泵和车载小型沉降池的载体，使所述收获泵和车载小型沉降池在多个所述微藻培养装置之间移动。

19、如权利要求 18 所述的微藻收获系统，其特征在于，还包括：

过滤脱水系统，用于对所述微藻收获车运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱水处理，得到脱水后的藻饼。

20、一种微藻收获方法，其特征在于，包括：

微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内；以及

微藻收获车收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

21、如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

22、如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，还包括：

所述微藻收获机上设置保证其沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动的导向部件。

23、如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述收获工具两侧面及底部固定安装有柔性物质，在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

24、如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网；

所述过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 。

25、如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述微藻收获车收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液，具体包括：

所述微藻收获车上安装的收获泵将所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液抽出，存放至所述微藻收获车上安装的车载小型沉降池中。

26、如权利要求 25 所述的方法，其特征在于，当所述微藻培养装置有多个时，所述微藻收获车在多个所述微藻培养装置之间移动，收集各个微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

27、如权利要求 20-26 任一所述的方法，其特征在于，还包括：

过滤脱水系统对所述微藻收获车运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱水处理，得到脱水后的藻饼。

一种微藻收获方法、系统及微藻收获机

技术领域

本发明涉及生物技术领域，尤指一种用于对微藻培养装置中培养的微藻进行收获的低成本、自动化的微藻收获方法、系统及微藻收获机。

背景技术

针对近年来赤潮的频繁发生和湖泊微藻的大量泛滥，以及大规模微藻培养的出现，使微藻的处理、收获、加工成为目前研究的热点问题。目前常用的收获方法有：

(1) 过滤法

澳大利亚申请号为 486999 专利申请公开了一种从微藻悬浮液中回收藻体的过滤方法。具体为：在过滤前将助虑剂加入藻悬浮液中，然后高压过滤回收助虑剂和藻体；将藻体与助虑剂分离，藻体进入下一步提取程序，助虑剂循环使用。

申请号为 WO9828403A1 专利申请中公开的微藻收获方法，具体为：藻细胞破碎后，卤液不加絮凝剂由泵送入微孔过滤膜，藻体浓缩物被截留，透过膜的卤水不含胡萝卜素，因此，可采用多级过滤调整截留物中的盐和类胡萝卜素浓度。

过滤法为常用的、成熟化工方法，但因为微藻悬浮液的密度过低，需消耗大量能量才可将藻液泵入过滤装置，实现过滤分离的目的，成本过高。

(2) 离心分离法

离心分离是生物分离中常用的一种强制式的机械分离方法。目前在微藻分离中应用较多的是自动卸渣的碟式离心分离机，易于操作，并能连续工作。

但这种分离方法同样也需要将大量的藻液泵入离心机，而且离心机的能耗

几乎是所有分离设备中最高的。这种分离方法造成微藻收获的能耗几乎占据微藻培养成本的 1/3-1/2。

(3) 化学絮凝法

美国的微生物资源公司采用絮凝沉淀法富集盐藻，每个精养周期均使用新配制的盐溶液，盐藻采收时，将精养藻引入专用采收沉淀池内，在适宜的搅拌下加入一定比例的絮凝剂，絮凝沉降盐藻；用吸接管直接伸到沉淀池的锥形底部真空吸取沉淀藻泥。

另一种絮凝法的改进应用是：在将藻液泵入气浮池，加入絮凝剂是微藻絮凝，然后在气浮池底部通入气体，是絮凝后的微藻在气体携带作用下悬浮与藻液表面，便于收集。这也就是常说的气浮法。

无论是絮凝法还是气浮法都是常见的化工分离方法，在化工行业有广泛的应用范围，但在微藻收集中的应用仍然需要再进一步研究。而且絮凝法普遍需要将藻液引入专用的沉淀池或气浮池，然后采收微藻。这一过程中仍然存在用泵搬运藻液的能量消耗，而且絮凝剂的选择非常关键，普通的絮凝剂很可能对微藻产生破坏作用。

(4) 电场絮凝

电场絮凝是对普通絮凝法的改进。盐藻细胞在水溶液介质中其表面一般都具有微弱的负电性，这些带电粒子当其被周围包覆的液膜平衡后，相邻的两个颗粒之间可能形成电容。在外加电场作用下，这种平衡易于被打破，于是藻细胞在载体表面聚并形成大的絮块，从而实现了对微藻的收集。

但是电场絮凝法的使用存在局限性，并不是所有的微藻都存在一定的电性，所以这种方法不具有普遍性。

(5) 微滤、超滤等新技术

微滤、超滤等新技术，近期正在尝试应用于微藻收获过程中，但大都还在实验阶段，暂时不具有大规模使用的可能。

上述微藻收获普遍采用的方法，采用泵出藻液的方式，通过过滤进行微藻

收集，目前，管式、箱式等生物光合反应器（微藻培养装置）也普遍采用上述泵出藻液，过滤收集的方法。由于培养的微藻微藻藻液密度都比较低，在循环藻液和滤网收集微藻时，大量藻液的循环被泵抽出，导致工作量很大，使收获过程中的能耗很大，造成了微藻收获的固定成本过高，从而影响微藻生产成本的降低。目前，在微藻养殖及生产过程中存在的产量低、成本高等问题，其居高不下生产成本，大部分是由微藻收获成本过高所造成的。

且上述采用絮凝法的适用面又比较狭窄等问题，不能达到理想的收获效果等问题。

发明内容

本发明实施例提供一种微藻收获方法、系统及微藻收获机，解决了现有技术中微藻生产、收获成本过高、耗能大等问题。

一种微藻收获机，包括：机架、驱动装置、收获装置和至少一组车轮；

所述驱动装置安装在所述机架上，用于给与自身相连的一组车轮提供动力；

所述收获装置固定安装在所述机架的下方，用于过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内；

所述车轮，固定安装在所述机架的下方；其中，至少有一组车轮与所述驱动装置相连，在所述驱动装置提供的动力带动下转动；通过所述车轮的转动带动所述收获装置沿所述微藻培养装置上设置的轨道移动，实现将藻液中的微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

本发明的上述微藻收获机，所述收获装置，包括：收获工具和过滤网；

所述收获工具，固定安装在所述机架的下方；

所述过滤网，安装在所述收获工具上，用于在随所述收获工具移动时，过滤藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

本发明的上述微藻收获机，所述驱动装置，包括：动力装置和传动装置；

所述传动装置固定安装在所述机架的中间空腔内，与固定安装在所述机架的上方的所述动力装置相连；并将所述动力装置提供的动力传送给与自身相连的一组车轮。

本发明的上述微藻收获机，所述传动装置，包括：皮带和两个带轮；

所述两个带轮均安装在所述机架的中间空腔内，其中，一个带轮与所述动力装置连接，另一个带轮与一组车轮同轴连接；

所述皮带与所述两个带轮组成皮带传动机构，带动所述车轮做旋转运动。

本发明的上述微藻收获机，所述传动装置，还包括：蜗轮和蜗杆；

所述蜗轮和蜗杆，安装在机架的中间空腔内；所述蜗杆与所述动力装置连接，所述蜗轮再与所述一个带轮相连接，实现动力的传送。

本发明的上述微藻收获机，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

本发明的上述微藻收获机，所述收获工具两侧面及底部有柔性物质，用于在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

本发明的上述微藻收获机，所述过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ ，具体根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网。

本发明的上述微藻收获机，还包括：

导向部件，安装在所述机架前边或后边的外壁上，用于保证所述微藻收获机沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动。

一种微藻收获系统，包括：微藻培养装置、微藻收获机和微藻收获车；

所述微藻培养装置，用于盛放含有微藻的藻液，其上设置有轨道；

所述微藻收获机，用于沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方设置的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内；

所述微藻收获车，用于收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

本发明的上述微藻收获系统，所述微藻收获机，包括：机架驱动装置、收获装置和至少一组车轮；

所述驱动装置安装在所述机架上，用于给与自身相连的一组车轮提供动力；

所述收获装置固定安装在所述机架的下方，用于过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内；

所述车轮，固定安装在所述机架的下方；其中，至少有一组车轮与所述驱动装置相连，在所述驱动装置提供的动力带动下转动；通过所述车轮的转动带动所述收获装置沿所述微藻培养装置上设置的轨道移动，实现将藻液中的微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

本发明的上述微藻收获系统，所述微藻收获机中包含的所述收获装置，包括：收获工具和过滤网；

所述收获工具，固定安装在所述机架的下方；

所述过滤网，安装在所述收获工具上，用于在随所述收获工具移动时，过滤藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内。

本发明的上述微藻收获系统，所述微藻收获机中包含的所述驱动装置，包括：动力装置和传动装置；

所述传动装置固定安装在所述机架的中间空腔内，与固定安装在所述机架的上方的所述动力装置相连；并将所述动力装置提供的动力传送给与自身相连的一组车轮。

1 本发明的上述微藻收获系统，所述微藻收获机还包括：

导向部件，安装在所述机架前边或后边的外壁上，用于保证所述微藻收获机沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动。

本发明的上述微藻收获系统中，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

本发明的上述微藻收获系统中，所述微藻收获机上安装的收获工具两侧面及底部有柔性物质，用于在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底部。

本发明的上述微藻收获系统中，所述微藻收获机上安装的过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ ，具体根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网。

本发明的上述微藻收获系统，所述微藻收获车，包括：收获泵、车载小型沉降池和普通车体；

所述收获泵，用于将所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液抽出；

所述车载小型沉降池，用于存放所述收获泵抽出来的微藻富集藻液；

所述普通车体，用作所述收获泵和车载小型沉降池的载体，使所述收获泵和车载小型沉降池在多个所述微藻培养装置之间移动。

本发明的上述微藻收获系统，还包括：

过滤脱水系统，用于对所述微藻收获车运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱水处理，得到脱水后的藻饼。

一种微藻收获方法，包括：

微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其

下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到所述微藻培养装置中的选定区域内；以及

微藻收获车收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

根据本发明的上述微藻收获方法，所述收获工具的形状和大小，由所述微藻培养装置横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则所述收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置横截面的大小，形状与所述横截面相同；

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则所述收获工具的大小和形状由微藻分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。

本发明的上述微藻收获方法，还包括：

所述微藻收获机上设置保证其沿所述微藻培养装置上设置的轨道运动的导向部件。

根据本发明的上述微藻收获方法，所述收获工具两侧面及底部固定安装有柔性物质，在随收获工具移动时，清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

本发明的上述微藻收获方法，根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网；

所述过滤网的网孔孔径大小的取值范围为 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 。

根据本发明的上述微藻收获方法，所述微藻收获车收集所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液，具体包括：

所述微藻收获车上安装的收获泵将所述微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液抽出，存放至所述微藻收获车上安装的车载小型沉降池中。

根据本发明的上述微藻收获方法，当所述微藻培养装置有多个时，所述微藻收获车在多个所述微藻培养装置之间移动，收集各个微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。

本发明的上述微藻收获方法，还包括：

过滤脱水系统对所述微藻收获车运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱

水处理，得到脱水后的藻饼。

本发明实施例提供的微藻收获方法、系统及微藻收获机。微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内；以及微藻收获车收集微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。上述微藻收获方法能够使微藻富集在一个小的区域内进行收集，提高该小范围区域内藻液中微藻的浓度，从而减小了收集藻液时需要泵出的藻液的量；该方法在收获微藻时，只需收集富集在微藻收获装置中选定区域内的微藻富集藻液，无需循环藻液，降低了工作强度，减少了能量消耗，提高了工作效率。通过使用过滤网既可以实现将微藻富集到一个小的区域内，又能留下藻种，一边继续培养繁殖。微藻收获车的设计，实现了一组设备对多处微藻富集藻液的收集，通过微藻收获车的可移动性，提高设备的利用率，减少固定成本的一次性投入。

附图说明

图1为本发明实施例中微藻收获系统的结构示意图；

图2为本发明实施例中微藻收获机与微藻培养装置的结构示意图

图3为本发明实施例中微藻收获机的一种具体结构示意图；

图4为本发明实施例中为图2旋转后的局部放大图；

图5为本发明实施例中安装蜗轮蜗杆的结构示意图；

图6为本发明实施例中微藻收获方法的流程图。

具体实施方式

在微藻的生长过程中如果能适时采收，一方面可以在一定程度上消除微藻繁殖过程中的密度抑制，维持高密度培养，另一方面可以减轻光的衰减现象，而适时的连续采收也有利于工业化对连续性的要求。

本发明实施例提供的微藻收获方法、系统及微藻收获机，针对现有技术中

存在泵出藻液，大量藻液的循环抽出及过滤导致耗能大的问题，结合微藻培养装置的特点，设计出与之配套使用的微藻收获机，通过使用微藻收获机，将微藻集中在一个小的区域内，再集中进行过滤收集。减少被抽出和循环过滤的藻液，从而减少能耗，降低成本。

本发明实施例提供的微藻收获系统，如图1所示，包括：微藻培养装置10、微藻收获机20和微藻收获车30。微藻培养装置10和微藻收获机20结构如图2所示，其中，微藻收获机20在微藻培养装置10中使用。

微藻培养装置10，用于盛放含有微藻的藻液，其上表面、底部或其他位置设置有轨道，特别的，可以是平行轨道。微藻收获机20可以沿设置的轨道运动。微藻培养装置10可以作为微藻的培养容器，用于微藻的培养。微藻培养装置10可以包括光反应器、养殖池等各种用于微藻培养的装置。

微藻收获机20，用于沿微藻培养装置10上表面的平行轨道运动，通过其下方设置的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置10中的选定区域内。其中，选定区域可以是微藻培养装置10的一端，也可以是微藻培养装置10中间的任意一小段区域。

特别的，可以根据微藻培养装置的宽度设计不同大小、宽度的微藻收获机20，以及根据微藻培养装置横截面的大小，形状选用不同的收获工具和过滤网。

微藻收获机20，可以沿微藻培养装置10上设置的轨道在微藻培养装置10中移动（当选定区域为一端时，则是从微藻培养装置10一端缓慢移动到距离另一端设定距离处），从而实现将藻液富集到微藻培养装置10的中的选定区域内。特别的也可以富集到微藻培养装置10中间的某一小段区域内。即获得高浓度的微藻藻液后再进行收集。

微藻收获车30，用于收集微藻培养装置10中选定区域内的微藻富集藻液。

上述微藻收获系统，还包括：过滤脱水系统40，用于对微藻收获车30运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱水处理，得到脱水后的藻饼。

过滤脱水系统40主要包括带式真空过滤机，藻饼回收装置等若干设备。

带式真空过滤机为市场采购，可实现微藻和液体的连续化固液分离。藻饼回收装置，主要用于收集藻饼，得到其它微藻物质。适用于微藻收获的带式真空过滤机，是在普通带式真空过滤机的基础上加装适用于微藻过滤的微米级滤布后得到的；并在原有基础上进行了改良，增加震动、冲洗功能，有效防止微藻堵塞滤布。

过滤脱水系统 40 是生产微藻生物质的场所。微藻收获车中收集的微藻富集藻液运送至微藻过滤脱水系统，将微藻富集藻液均匀的分布在带式真空过滤机的过滤系统表面，通过电机转动履带，微藻富集藻液随履带移动进行过滤浓缩，浓缩后的藻饼由刮板刮落至藻饼回收装置，再进行微藻产品的开发。

上述微藻收获机 20，可以包括：机架、驱动装置、收获装置和至少一组车轮。其中：

驱动装置安装在机架上，用于给与自身相连的一组车轮提供动力。

较佳的，驱动装置进一步可以包括：动力装置和传动装置；传动装置固定安装在机架的中间空腔内，与固定安装在机架的上方的动力装置相连；并将动力装置提供的动力传送给与自身相连的一组车轮。

特别的，驱动装置也可以只包含动力装置，有动力装置直接与一组车轮进行连接，直接驱动车轮转动。

收获装置固定安装在机架的下方，用于过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内。

较佳的，收获装置进一步可以包括：收获工具和过滤网。

收获工具，固定安装在机架的下方。其中，收获工具的形状和大小，由微藻培养装置 10 横截面形状和微藻的悬浮状态确定；具体包括：

若微藻悬浮分布于藻液中，则收获工具的大小等于或略小于微藻培养装置 10 横截面的大小，形状与所述横截面相同；收获工具在微藻培养装置中移动时，与微藻培养装置 10 的侧壁和底面配合。

若微藻浮于藻液表面或沉于藻液的底部，则收获工具的大小和形状由微藻

分布区域高度及所述微藻培养装置该高度范围内的横截面形状确定。收获工具在微藻培养装置中移动时，与微藻培养装置 10 的侧壁配合，或与侧壁和底面配合。

过滤网，安装在收获工具上，用于在随收获工具移动时，过滤藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内。

车轮，固定安装在机架的下方；其中，至少有一组车轮与驱动装置相连，在驱动装置提供的动力带动下转动；通过车轮的转动带动收获装置沿微藻培养装置上设置的轨道移动，实现将藻液中的微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内。

如图 3 所示为微藻收获机的一种具体结构，包括：机架 21、动力装置 22、传动装置 23、收获工具 24、过滤网 25 和两组车轮（26、27）。其中，图 4 为图 3 上半部分的局部旋转放大图。其中动力装置 22 和传动装置 23 共同组成驱动装置；收获工具 24 和过滤网 25 共同组成收获装置。

动力装置 22，固定安装在机架 21 的上方，与传动装置 23 相连。为微藻收获机的移动提供动力来源。例如动力装置可以使减速电机等。

传动装置 23，固定安装在机架 21 的中间空腔内，与动力装置 22 和一组车轮 26 分别相连；用于将动力装置 22 提供的动力传送给上述与自身相连的一组车轮 26。机传动装置 23 可实现能量转换，将动力装置的能量输出转化为收获工具的动能。

较佳的，传动装置 23，包括：两个带轮（231、232）和皮带 233。

两个带轮（231、232）均安装在机架 21 的中间空腔内，其中，一个带轮 231 与动力装置 22 连接，另一个带轮 232 与一组车轮 26 同轴连接。

皮带 233 与两个带轮（231、232）组成皮带传动机构，带动车轮做旋转运动。

较佳的，如图 5 所示，传动装置 23 进一步还可以包括：蜗轮 234 和蜗杆 235。

蜗轮 234 和蜗杆 235, 安装在机架 21 的中间空腔内; 蜗杆 235 与动力装置 22 连接, 蜗轮 234 再与带轮 231 相连接, 实现动力的传送。通过蜗轮蜗杆传送动力, 可以增加力矩, 进一步减少能耗。

需要说明的是: 传动装置 23 可以采用各种常用的机械传动机构, 例如, 皮带传动、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动及其组合等。图 3 和图 4 为本发明最佳实施例, 其中采用蜗轮蜗杆和皮带传动两级组合。因此, 可以理解只采用皮带传动也是可以的。

收获工具 24, 固定安装在机架 21 的下方, 位于两组车轮 (26、27) 的中间; 在微藻培养装置 10 中移动时, 根据选取的收获工具 24 的具体形状、大小, 与侧壁和底面之间有小的间隙或者接触并在移动时有摩擦, 或仅与侧壁之间有小的间隙或者接触并在移动时有摩擦。收获工具 24 上安装有过滤网 25, 过滤网 25 为网状结构物质, 根据收集的藻种不同, 网孔大小不等。

收获工具 24 可以根据微藻培养装置 10 的形状不同, 设计或选用不同的结构, 图 2 和 3 中只是以矩形框为例进行说明的。收获工具 24 两侧面及底部有柔性物质, 与收获工具 24 固定连接, 用于在随收获工具 24 移动时, 清洁微藻培养装置 10 的侧壁和底面。

根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网。例如: 过滤网 25 的网孔孔径大小的可选范围包括 $1\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 。较佳的, 过滤网 25 可以采用自冲洗框型过滤网; 同时, 选用过滤网时, 可以考虑不必将藻液中的微藻完全收集, 可以允许 1/3 左右的残留, 作为微藻再培养的藻种, 以利于微藻培养的延续。

两组车轮 (26、27), 分别固定安装在机架 21 的下方的前后两端。其中, 一组车轮 26 与传动装置 23 相连, 在传动装置 23 传送的动力带动下转动。另一组车轮为从动车轮, 随主动车轮的转动而转动。通过两组车轮 (26、27) 的转动带动收获工具 24 及其上的过滤网 25 移动, 将藻液中的微藻富集到微藻培养装置 10 的中的选定区域内。

特别的，上述微藻收获机，还包括：导向部件 28，安装在前边或后边的（如图中一组车轮 26 或 27）外侧的机架 21 外壁上，用于保证微藻收获机 20 沿微藻培养装置 10 的上设置的轨道直线运动。其中，导向部件的有效宽度等于微藻培养装置 10 两内侧壁之间的距离。

微藻收获车 30，主要承担微藻富集藻液的运输、沉降工作，经普通车体改造而成，包括：收获泵、车载小型沉降池和普通车体。

收获泵，用于将微藻培养装置 10 中的选定区域内的微藻富集藻液抽出。该收获泵可从市场购买，固定在车体上，可随车体移动，将富集藻液泵至车载沉降池

车载小型沉降池，用于存放收获泵抽出来的微藻富集藻液；车载小型沉降池为普通沉降池改装而成，固定在车体上，对富集微藻液进行临时储藏和沉降，运至后续加工车间前可实现初步固液分离，进一步节省能耗。

普通车体，用作收获泵和车载小型沉降池的载体。将收集到的微藻富集藻液运送到脱水系统出进行过滤和脱水处理；

特别的，微藻培养装置 10 和微藻收获机 20 可以布置多套，微藻收获车 30 在多个微藻培养装置 10 之间行驶，通过微藻收获车 30 使收获泵和车载小型沉降池可以在多个微藻培养装置 10 之间移动，来实现多个微藻培养装置 10 中的微藻富集藻液的收集。

通过本发明实施例提供的上述微藻收获系统，进行微藻收获的方法流程如图 6 所示，执行步骤如下：

S101：微藻收获机将藻液中的微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内。具体为：

微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过微藻收获机下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内。

例如，微藻收获机从微藻培养装置的一端向另一端移动（在移动过程中可

以允许往复运动, 往复运动可以更好地防止过滤网的网孔堵塞), 然后可以停留在距离另一端 1m 左右或其他设定距离的地方, 以实现微藻富集, 富集后的藻液浓度显著提高, 使下一步收取微藻液时减少 90%左右或设定比例的工作量, 从而大大降低泵出藻液能耗。特别的, 可以使用挡板将浓度不同的两部分藻液分隔开, 挡板的形状根据微藻培养装置的截面形状不同而选用不同的形状。例如图 2 中的矩形截面的微藻培养装置则选用矩形挡板。

收获工具在微藻培养装置中移动时, 根据选取的收获工具的具体形状、大小, 与微藻培养装置侧壁和底面小间隙配合或紧密配合且在移动时有摩擦, 或仅与侧壁之间有小的间隙或者接触并在移动时有摩擦。特别的, 在收获工具两侧面及底部固定安装有柔性物质, 使其与微藻培养装置侧壁和底面能够紧密配合, 在随收获工具移动时, 清洁微藻培养装置的侧壁和底面。

可以根据微藻的品种和/或微藻的大小选取具有不同网孔孔径的过滤网; 例如: 可以选取的过滤网的网孔孔径大小由 $1\ \mu\text{m}$ 到 $1000\ \mu\text{m}$ 不等。

微藻收获机上设置导向部件, 以保证微藻收获机能够沿微藻培养装置上设置的轨道运动。

S102: 微藻收获车收集微藻培养装置中选定区域内的微藻富集藻液。具体包括:

微藻收获车上安装的收获泵将微藻培养装置中的选定区域内的微藻富集藻液抽出, 存放至微藻收获车上安装的车载小型沉降池中。

特别的, 当微藻培养装置有多个时, 微藻收获车在多个所述微藻培养装置之间移动, 收集各个微藻培养装置中的选定区域内的微藻富集藻液。

上述微藻收获方法还包括:

S103: 微藻收获车将收集到的微藻富集藻液运送给过滤脱水系统。

S104: 过滤脱水系统对运送过来的微藻富集藻液进行过滤和脱水处理, 得到脱水后的藻饼。

本发明实施例提供的上述微藻收获方法、系统及微藻收获机, 能够实现自

动化、低成本的微藻收集。微藻收获机沿盛放有微藻藻液的微藻培养装置上设置的轨道运动，通过其下方安装的收获装置，过滤收集藻液中的微藻，将微藻富集到微藻培养装置中的选定区域内，通过微藻收获车进行收集。上述微藻收获方法能够使微藻富集在一个小的区域内进行收集，大大提高该小范围区域内藻液中微藻的浓度，从而减小了收集藻液时需要泵出的藻液的量，避免了大量藻液的循环泵出及过滤收集，降低了工作强度，减少了能量消耗，提高了收获工作效率和速度。有效解决了大面积微藻培养时，受限于泵的性能，需要大量大功率泵，才能满足工业化微藻生产的难题。

上述微藻收获方法和系统，能够实现完全自动化的微藻收获操作，微藻收获机在动力装置的驱动下可沿微藻培养装置的器壁自动进行移动，无需人工施加动力，进一步提高了微藻收获的效率 and 速度，且其微藻收获机移动速度慢，耗能也很小。

微藻收获机上设置有收获工具，通过选用与微藻培养装置横截面的大小相近、形状相同的收获工具以及使用过滤网，既可以实现将微藻富集到一个小的区域内，又能留下藻种，以利于微藻的继续培养繁殖。且通过选用自冲洗框型过滤网，通过往复运动实现过滤网的自冲洗，有效避免了网孔堵塞。且对于不同的藻种可以选用不同大小的过滤网网孔，即使在同一微藻培养装置中有多种微藻时，也可以实现分批次、选择性的收获微藻。

微藻收获车的设计，实现了一组设备对多处微藻富集藻液的收集，通过微藻收获车的可移动性，提高设备的利用率，减少固定成本的一次性投入。

相比技术背景中介绍的过滤、离心分离的方法可节能85%左右，大大降低了生产成本；相比絮凝、气浮等收获方法，此方法无需引入额外的化学物质，不会威胁藻类的生长；相比电场絮凝法，此方法具有普遍适用和可操作性，针对不同的微藻，只需更改过滤网的型号，调整过滤网孔径大小即可实现对各种种类的微藻的收集。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局

限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化、替换或应用到其他类似的装置，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

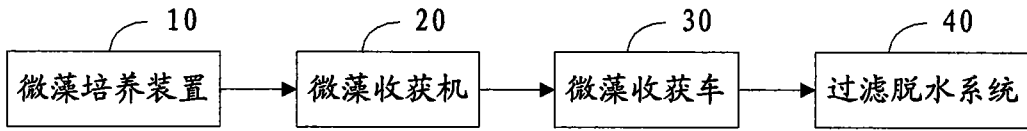


图 1

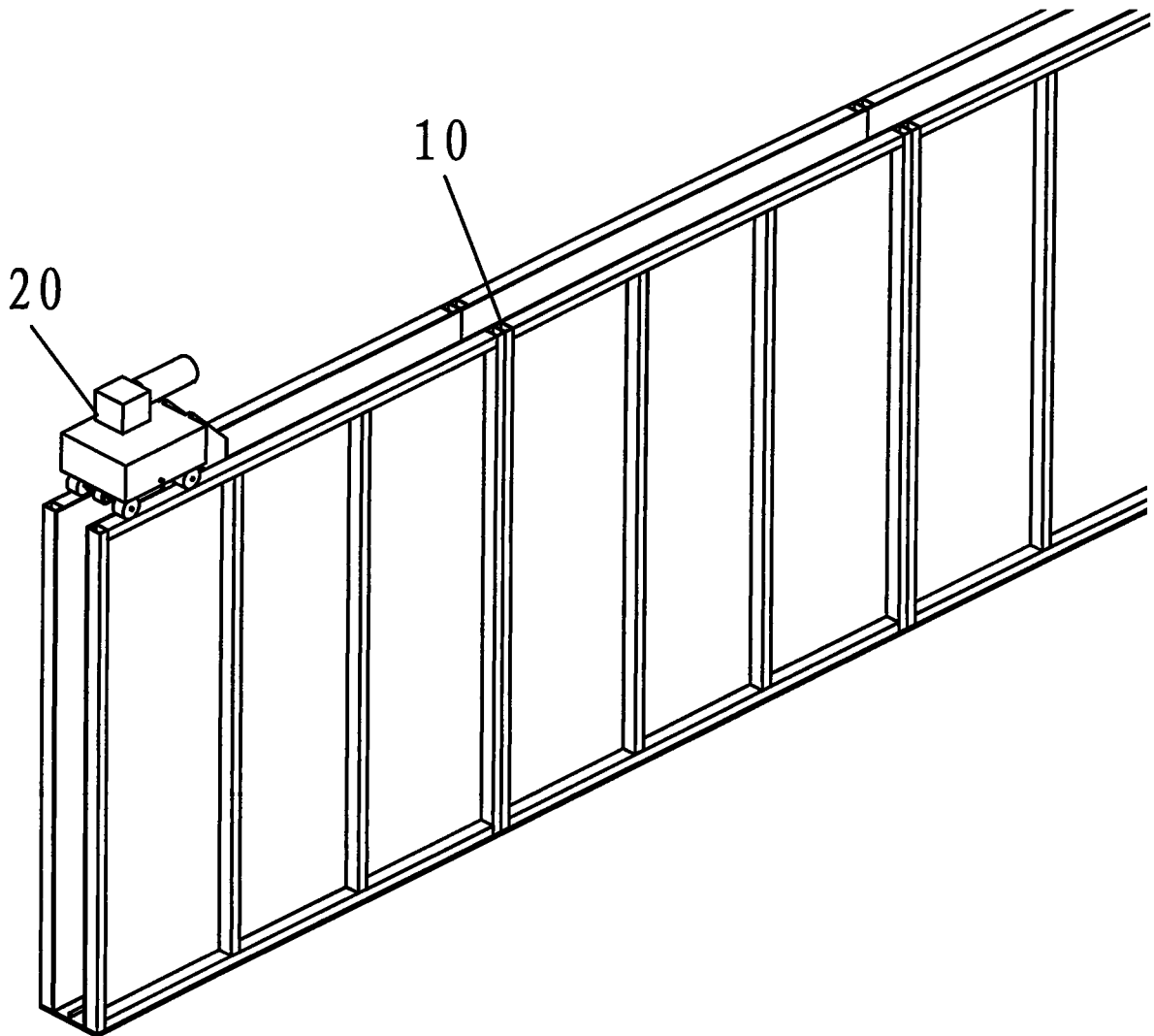


图 2

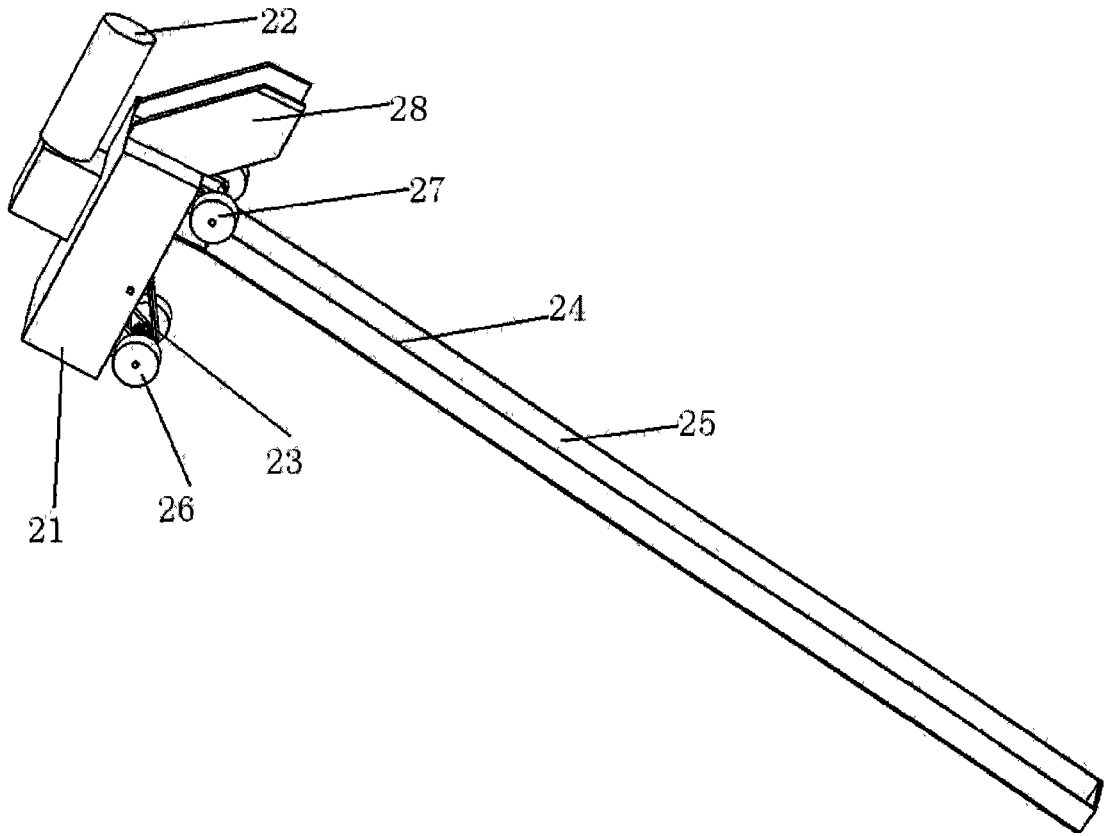


图 3

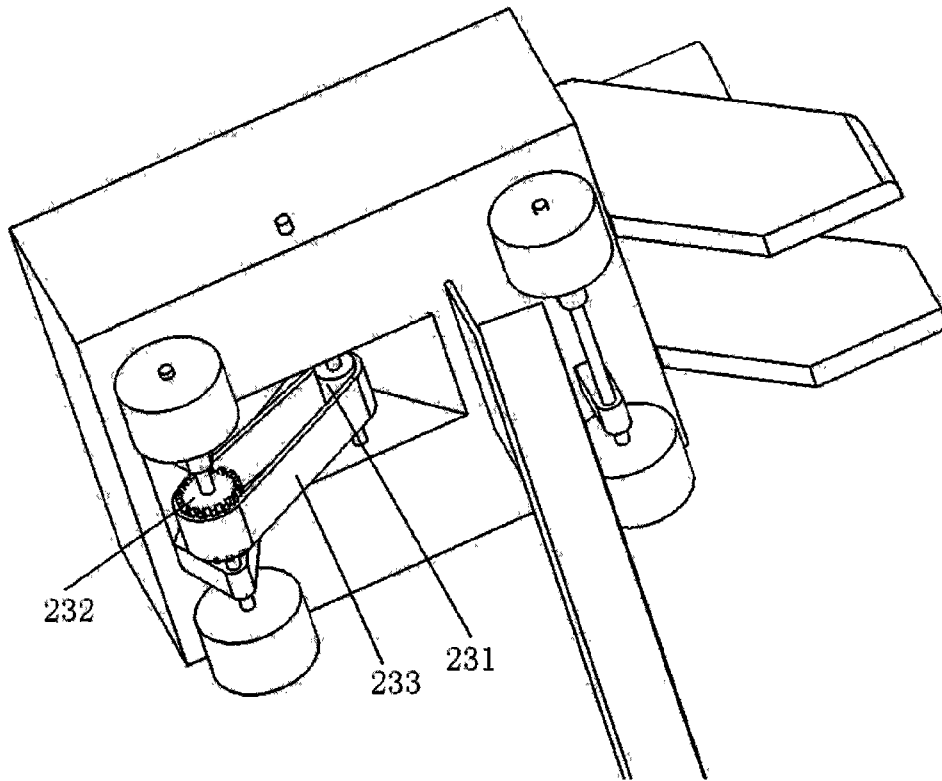


图 4

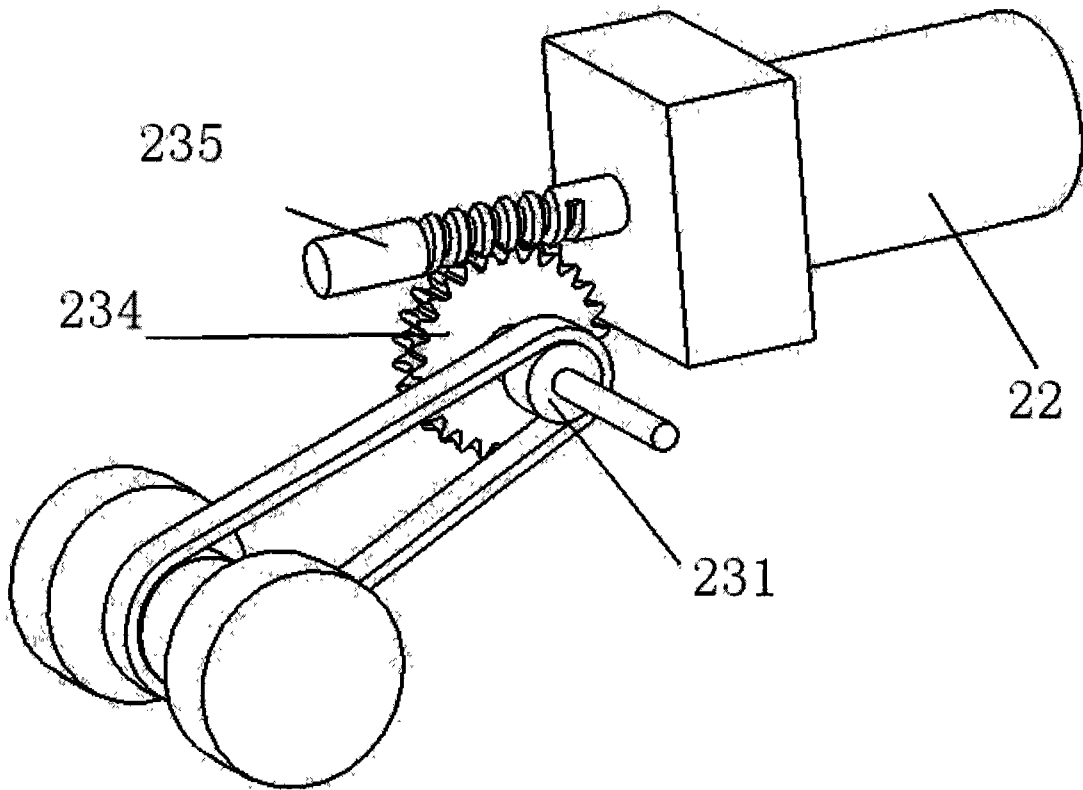


图 5

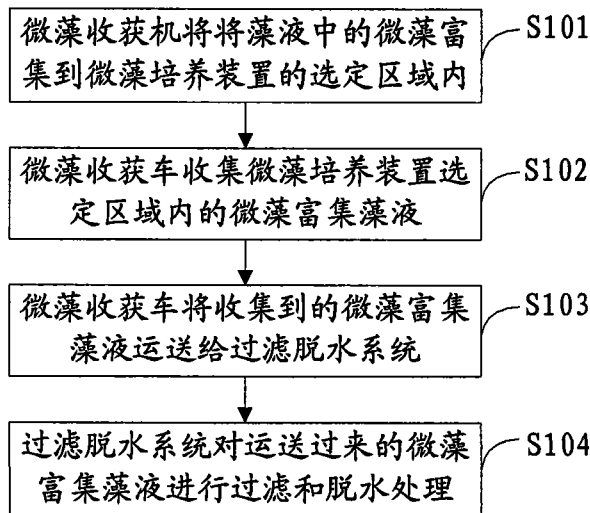


图 6