I433647

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I433647 B**

(45)公告日： 中華民國 103 (2014) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：100137168 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 09 月 06 日

(51)Int. Cl.： *A01H13/00 (2006.01)* *A01G33/00 (2006.01)*

(71)申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：林志生 LIN, CHIH SHENG (TW) ；邱聖壹 CHIU, SHENG YI (TW) ；高千雅 KAO, CHIEN YA (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

US 20080293132A1 US 20090126265A1

US 20100255541A1 US 20110104790A1

審查人員：林桂滿

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：2 共 0 頁

(54)名稱

微藻養殖模組

MICROALGAE CULTIVATION MODULE

(57)摘要

一種用於減碳與產製生物質之微藻養殖模組，包括第一光生物反應器組、第二光生物反應器組、氣體切換裝置以及控制單元。氣體切換裝置連通至第一光生物反應器組及第二光生物反應器組。控制單元耦接並控制氣體切換裝置，藉此在第一預定時間內，將廢氣通入第一光生物反應器組，並將一空氣通入第二光生物反應器組，之後在第二預定時間內，將廢氣通入第二光生物反應器組，並將空氣通入第一光生物反應器組。其中，第一光生物反應器組及第二光生物反應器組中包括微藻株。

A microalgae cultivation module for carbon reduction and biomass production is provided, which includes a first photobioreactor set, a second photobioreactor set, a gas switching device and a control unit. The gas switching device is connected to the first and the second photobioreactor sets. The control unit is coupled to and controls the gas switching device, thereby flowing a waste gas into the first photobioreactor set and flowing air into the second photobioreactor set for a first predetermined time, then flowing the waste gas into the second photobioreactor set and flowing the air into the first photobioreactor set for a second predetermined time. The first and the second photobioreactor sets include a microalgae species.

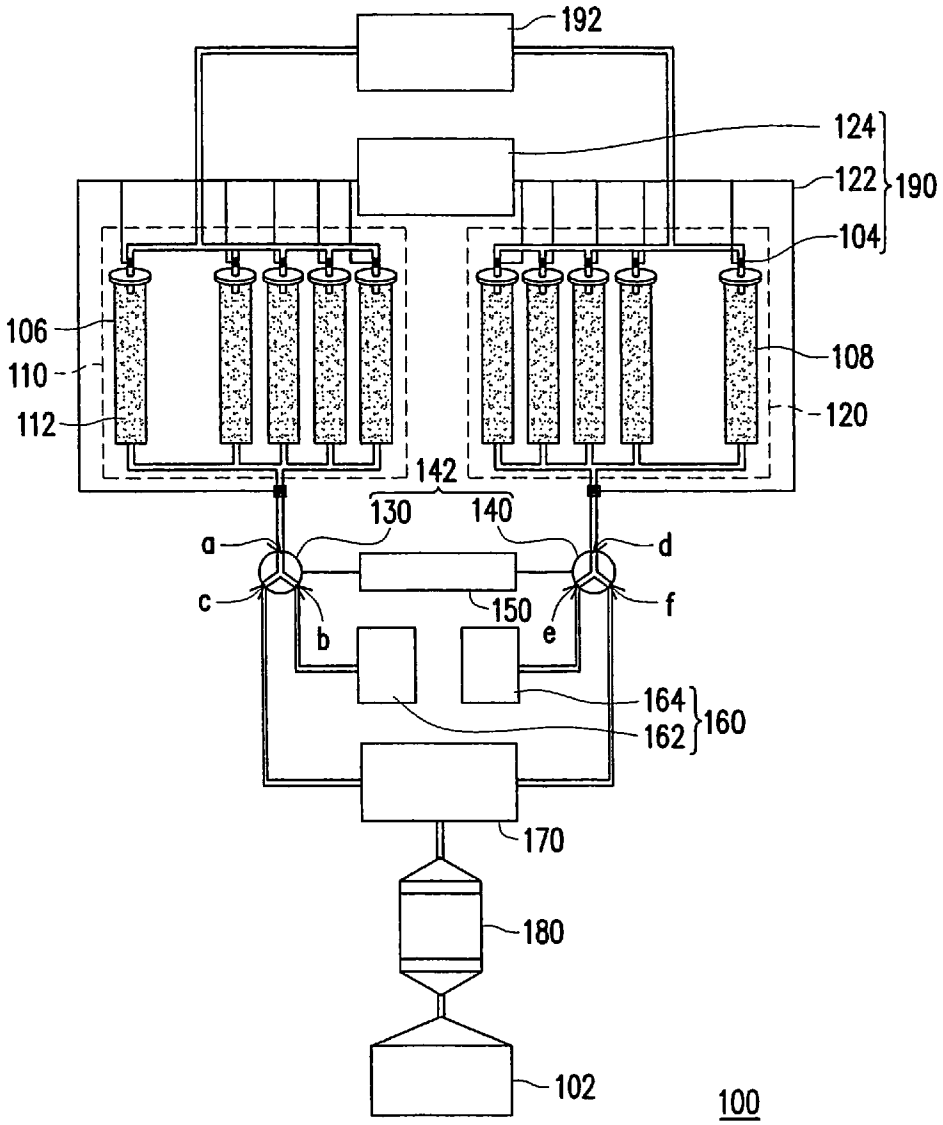


圖 1

100・・・微藻養殖模組

102・・・廢氣源

104・・・感測器

106、108・・・光生物反應器

110・・・第一光生物反應器組

112・・・微藻株

120・・・第二光生物反應器組

122・・・線路

124・・・主機

130・・・第一氣體切換器

140・・・第二氣體切換器

142・・・氣體切換裝置

150・・・控制單元

160・・・空氣供應裝置

162、164・・・空氣供應器

170・・・廢氣供應裝置

180・・・除硫裝置

190・・・感測系統

192・・・集氣裝置

a、d・・・出氣端

b、c、e、f・・・進氣端

I433647

公告本

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫）

※申請案號：100137168

※申請日期：100.9.6　　※IPC 分類：A01H 13/00 (2006.01)
A01G 33/00 (2006.01)

原申請案號：100216676

一、發明名稱：（中文/英文）

微藻養殖模組 / MICROALGAE CULTIVATION MODULE

二、中文發明摘要：

一種用於減碳與產製生物質之微藻養殖模組，包括第一光生物反應器組、第二光生物反應器組、氣體切換裝置以及控制單元。氣體切換裝置連通至第一光生物反應器組及第二光生物反應器組。控制單元耦接並控制氣體切換裝置，藉此在第一預定時間內，將廢氣通入第一光生物反應器組，並將一空氣通入第二光生物反應器組，之後在第二預定時間內，將廢氣通入第二光生物反應器組，並將空氣通入第一光生物反應器組。其中，第一光生物反應器組及第二光生物反應器組中包括微藻株。

三、英文發明摘要：

A microalgae cultivation module for carbon reduction and biomass production is provided, which includes a first photobioreactor set, a second photobioreactor set, a gas switching device and a control unit. The gas switching device is connected

to the first and the second photobioreactor sets. The control unit is coupled to and controls the gas switching device, thereby flowing a waste gas into the first photobioreactor set and flowing air into the second photobioreactor set for a first predetermined time, then flowing the waste gas into the second photobioreactor set and flowing the air into the first photobioreactor set for a second predetermined time. The first and the second photobioreactor sets include a microalgae species.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：微藻養殖模組

102：廢氣源

104：感測器

106、108：光生物反應器

110：第一光生物反應器組

112：微藻株

120：第二光生物反應器組

122：線路

124：主機

130：第一氣體切換器

140：第二氣體切換器

142：氣體切換裝置

150：控制單元

160：空氣供應裝置

162、164：空氣供應器

170：廢氣供應裝置

180：除硫裝置

190：感測系統

192：集氣裝置

a、d：出氣端

b、c、e、f：進氣端

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種微藻養殖模組，且特別是有關於一種用於減碳與產製生物質之微藻養殖模組。

【先前技術】

近年來，全球正面臨溫室效應惡化對於環境與生態所造成的嚴重衝擊。就我國而言，每人平均每年的排碳量可達全球每人平均排碳量的四倍之多，因此，如何有效降低民生與工業等所產生之二氧化碳排放量成為眼前的重要課題。

常見的二氧化碳固定法包括化學吸收法、物理封存法以及生物固碳法。生物固碳法包括造林、微藻（microalgae）養殖等方法。其中，利用微藻養殖來進行二氧化碳減量之技術為最有效率的生物固碳法之一，其固碳效果可達造林的數十倍。由於微藻具有體積小、光合作用效率高、生長速度快、易於培養等優點，且培養所得藻體不但可作為食品或營養添加物，亦可作為生質能源的原料等，因此極具實際應用價值。

然而，微藻固碳作用的效率雖高，但當廢氣中二氧化碳濃度超過微藻株之耐受標準時，微藻易有生長遲滯或死亡的現象。此外，在戶外實場的微藻養殖模組中，常因光生物反應器及養殖模組設計方式不良而導致微藻株生長狀況不佳、微藻株無法順利接觸二氧化碳等問題，而難以達到較大規模的高效率減碳。因此，有必要發展更有效率且可同時達到高效率減碳與高密度養殖的微藻養殖模組。

【發明內容】

本發明提供一種微藻養殖模組，其可達到高效率減碳與高密度養殖之目的。

本發明提出一種微藻養殖模組，其包括第一光生物反應器組、第二光生物反應器組、氣體切換裝置以及控制單元。氣體切換裝置連通至第一光生物反應器組及第二光生物反應器組。控制單元耦接並控制氣體切換裝置，藉此在第一預定時間內，將廢氣通入第一光生物反應器組，並將一空氣通入第二光生物反應器組，之後在第二預定時間內，將廢氣通入第二光生物反應器組，並將空氣通入第一光生物反應器組。其中，第一光生物反應器組及第二光生物反應器組中包括微藻株。

在本發明之一實施例中，上述之氣體切換裝置包括一個氣體切換器，其連通至第一光生物反應器組及第二光生物反應器組。

在本發明之一實施例中，上述之氣體切換裝置包括第一氣體切換器以及第二氣體切換器。第一氣體切換器連通至第一光生物反應器組，第二氣體切換器連通至第二光生物反應器組。

在本發明之一實施例中，上述之第一光生物反應器組及第二光生物反應器組分別例如是至少一個光生物反應器。

在本發明之一實施例中，上述之第一光生物反應器組及第二光生物反應器組分別例如是由多個光生物反應器並聯而成的陣列。

在本發明之一實施例中，上述之微藻養殖模組更包括空氣供應裝置，其直接或間接連通至第一光生物反應器組及第二光生物反應器組。

在本發明之一實施例中，上述之微藻養殖模組更包括廢氣供應裝置，連通至氣體切換裝置。

在本發明之一實施例中，上述之微藻養殖模組更包括除硫裝置，用以在供應廢氣至第一光生物反應器組與第二光生物反應器組之前去除廢氣中之含硫氣體。

在本發明之一實施例中，上述之微藻養殖模組更包括感測系統，用以偵測在第一光生物反應器組與第二光生物反應器組中的至少一種氣體成分之含量。

在本發明之一實施例中，上述之控制單元在由第一預定時間及第二預定時間交替形成的一連續時間序列中控制氣體切換裝置的切換方式。

基於上述，本發明藉由在微藻養殖模組中設置兩套光生物反應器組以及搭配控制單元操作的氣體切換裝置，而使得每一組光生物反應器組中可交互通入廢氣及空氣。此種間歇式的供氣方式可避免微藻株因接觸含高濃度二氧化碳之廢氣的時間過長而導致生長不良的情形，亦可於微藻養殖模組中連續通入廢氣進行減碳處理，同時達到高效率減碳與高密度的微藻養殖。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 為本發明一實施例的一種微藻養殖模組的示意圖。

請參照圖 1，本發明之微藻養殖模組 100 包括第一光生物反應器組 110、第二光生物反應器組 120、氣體切換裝置 142

以及控制單元 150。其中，第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中包括微藻株 112，用以進行固碳作用。此微藻養殖模組 100 可於戶外進行大規模的減碳處理及微藻養殖。

上述微藻株 112 之品系例如是小球藻屬（*Chlorella*）、擬球藻屬（*Nannochloropsis*）、螺旋藻屬（*Spirulina*）、鞭金藻屬（*Isochrysis*）、聚球藻屬（*Synechococcus*）或紅球藻屬（*Haematococcus*）。較佳之微藻株 112 例如是對甲烷（CH_4）及二氧化碳（CO_2）具有較高耐受性之品系。

第一光生物反應器組 110 可為由多個光生物反應器 106 並聯而成的陣列，而第二光生物反應器組 120 可為由多個光生物反應器 108 並聯而成的陣列，但並不用以限制本發明。在其他實施例中，第一光生物反應器組及第二光生物反應器組亦可能為其他排列方式，例如以串聯或者串聯與並聯之結合的方式排列。此外，光生物反應器 106 與光生物反應器 108 的數目例如分別是 2 個~100 個，並無特別限定，可視需求而進行調整。

光生物反應器 106 與光生物反應器 108 例如是氣舉式光生物反應器。光生物反應器 106 的光照來源例如是太陽光或人造光源如日光燈、發光二極體等。氣舉式光生物反應器例如是呈中空圓柱狀，光透性佳之密閉生物培養槽，可用以容置培養微藻株之培養液，且其槽體底部具有一或多個進氣孔，並設有細化氣體之裝置，且槽體頂部可密封，並設有氣體收集孔，例如可藉由氣體收集孔將由光生物反應器組中所收集的氣體輸送至集氣裝置 192，再進行後續的氣體排放或利用。

氣體切換裝置 142 包括第一氣體切換器 130 與第二氣體切

換器 140，但本發明並不限於此。其中，第一氣體切換器 130 連通至第一光生物反應器組 110，而第二氣體切換器 140 連通至第二光生物反應器組 120。第一氣體切換器 130 例如是具有出氣端 a、進氣端 b 以及進氣端 c，而以出氣端 a 連通至第一光生物反應器組 110，進氣端 b 與進氣端 c 則分別連通至下述之空氣供應裝置 160 與廢氣供應裝置 170。第二氣體切換器 140 例如是具有出氣端 d、進氣端 e 以及進氣端 f，並以出氣端 d 連通至第二光生物反應器組 120，進氣端 e 與進氣端 f 則分別連通至下述之空氣供應裝置 160 與廢氣供應裝置 170。第一氣體切換器 130 以及第二氣體切換器 140 例如是電磁式自動氣體切換裝置。然而，本發明不限於此，第一氣體切換器 130 與第二氣體切換器 140 亦可為所屬技術領域中具有通常知識者所知的其他構造之氣體切換裝置。

控制單元 150 耦接並控制氣體切換裝置 142，藉此在第一預定時間內，將廢氣通入第一光生物反應器組 110，並將一空氣通入第二光生物反應器組 120，之後在第二預定時間內，將廢氣通入第二光生物反應器組 120，並將空氣通入第一光生物反應器組 110。控制單元 150 例如是電腦或定時控制單元，但本發明並不限於此。

控制單元 150 可在由第一預定時間及第二預定時間交替形成的連續時間序列中控制氣體切換裝置 142 的切換方式。第一預定時間與第二預定時間例如是分別為 30 分鐘，但實際上第一預定時間與第二預定時間之長度可相同或不同，可依需求進行調整。

微藻養殖模組 100 更可包括空氣供應裝置 160。空氣供應

裝置 160 包括空氣供應器 162 以及空氣供應器 164，空氣供應器 162 連通至第一氣體切換器 130 的進氣端 b，而空氣供應器 164 連通至第二氣體切換器 140 的進氣端 e。藉此，第一氣體切換器 130 與第二氣體切換器 140 將空氣供應裝置 160 間接連通至第一光生物反應器組 110 及第二光生物反應器組 120，以供應空氣至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中。空氣供應器 162 與空氣供應器 164 例如是空氣壓縮機，但本發明並不限於此。在此實施例中，是以空氣供應器 162 與空氣供應器 164 分別供應空氣至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 為例進行說明，但本發明並不限於此。在其他實施例中，空氣供應裝置 160 也可以只包括一台空氣供應器，而由單一空氣供應器供應空氣至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120。

微藻養殖模組 100 更可包括廢氣供應裝置 170，其連通至第一氣體切換器 130 的進氣端 c 及第二氣體切換器 140 的進氣端 f，藉此可供應廢氣至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中。廢氣供應裝置 170 例如是單一台廢氣鼓風機，可將廢氣分別供應至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中，但本發明並不限於此。廢氣供應裝置 170 也可以包括多台廢氣鼓風機，將廢氣分別供應至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中。上述廢氣可為沼氣、經除硫處理之沼氣、混合空氣之除硫沼氣或各種民生與工業所產生之廢氣。

此外，微藻養殖模組 100 更可包括除硫裝置 180，用以在供應廢氣至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組

120 之前去除廢氣中之含硫氣體。含硫氣體例如是硫化氫（H_2S），因其會抑制微藻株之生長，故在對含有硫化氫之廢氣如來自畜殖場之沼氣進行處理時，須利用除硫裝置降低廢氣中硫化氫之濃度，且較佳為降至 100 ppm 以下。

除硫裝置 180 設置於廢氣供應裝置 170 與廢氣源 102 之間，使得由廢氣源 102 所產生的廢氣可先通過除硫裝置 180 去除含硫氣體，再輸送至廢氣供應裝置 170，並透過第一氣體切換器 130 以及第二氣體切換器 140 分別供應至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中。實際上，廢氣供應裝置 170 與除硫裝置 180 的配置方式並不限於此。

此外，微藻養殖模組 100 更可包括感測系統 190。如圖 1 所示，感測系統 190 包括主機 124、線路 122 以及多個感測器 104。感測器 104 配置在各個光生物反應器 106 及光生物反應器 108 的氣體收集孔附近，用以偵測在第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中的至少一種氣體成分之含量。線路 122 則連接各個感測器 104，將感測器 104 所測得資訊傳輸至主機 124，進行後續分析。主機 124 例如是氣體偵測器。然而，本發明並不限於此，實際上，感測系統 190 亦可以有其他實施態樣。上述的至少一種氣體成分例如是 CH_4、CO_2、H_2S 及其組合。感測系統 190 可對於光生物反應器中的各種氣體成分進行監測與記錄，以評估各個（或各組）光生物反應器之效能。

基於上述，本發明藉由在微藻養殖模組中設置兩套光生物反應器組以及搭配控制單元操作的氣體切換裝置，而使得每一組光生物反應器組中可交互通入廢氣及空氣。此種間歇式的供

氣方式可避免微藻株因接觸含高濃度二氧化碳之廢氣的時間過長而導致生長不良的情形，亦可於微藻養殖模組中連續通入廢氣進行減碳處理，同時達到高效率減碳與高密度的微藻養殖。

圖 2 為本發明另一實施例的一種微藻養殖模組的示意圖。

請參照圖 2，本發明之微藻養殖模組 200 包括第一光生物反應器組 110、第二光生物反應器組 120、氣體切換裝置 142 以及控制單元 150。其中，第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中包括微藻株 112，用以進行固碳作用。空氣供應裝置 160 包括空氣供應器 162 以及空氣供應器 164。

本實施例與前述實施例不同之處在於，氣體切換裝置 142 僅為一個氣體切換器，其例如是具有進氣端 g、出氣端 h 以及出氣端 i。出氣端 h 連通至第一光生物反應器組 110，出氣端 i 連通至第二光生物反應器組 120，而進氣端 g 則連接至廢氣供應裝置 170，但本發明並不限於此。

配合本實施例中氣體切換裝置 142、廢氣供應裝置 170、第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 的連接方式，本實施例中的空氣供應器 162 直接連通至第一光生物反應器組 110，而空氣供應器 164 直接連通至第二光生物反應器組 120。因此，不需透過氣體切換裝置 142 即可將空氣供應至第一光生物反應器組 110 與第二光生物反應器組 120 中。

此外，在本實施例所提出之微藻養殖模組的技術內容、裝置結構、特點與功效已於上述實施例中進行詳盡地說明，故於此不再贅述。

以下將以一實驗例詳細說明本發明之微藻養殖模組的操

作方式及其功效。

如上所述，本發明之裝置為將數支光生物反應器以並聯的方式組織成光生物反應器組，並使用多個光生物反應器組架構成一微藻養殖模組，而可於戶外實場進行微藻養殖，例如用以於畜殖場之污水發酵處理池進行除硫沼氣中二氧化碳之減除。在一實驗例中，將光生物反應器組連接定時自動氣體切換裝置，其中，氣體切換裝置的進氣端連接除硫沼氣集氣袋或空氣壓縮機，而其出氣端則連接光生物反應器的通入口，然後，以間歇供給方式，例如以每 30 分鐘交換供氣一次，在白天具陽光的時段連續操作八小時（9:00 至 17:00）而將畜殖場之除硫沼氣與空氣輪流導入含微藻之光生物反應器中，亦即，除硫沼氣停止供應時，則切換成空氣通入，如此可以保持光生物反應器中微藻養殖液的擾動，並藉由沼氣與空氣不斷地相互切換之供給方式，使光生物反應器中之培養液先溶解吸收沼氣中之二氧化碳，再切換為空氣讓光生物反應器中之微藻有足夠的時間運用並代謝溶於培養液中的二氧化碳，此種方法可稱為間歇式沼氣通氣養殖法。在此實驗例中，於進氣端量測處理前之除硫沼氣，其二氧化碳含量為約 25%，但在經含微藻之光生物反應器八小時的處理後，於出氣端所測得的二氧化碳含量可下降至 12%，亦即，利用此間歇通氣之方式，沼氣中二氧化碳穩定持續被微藻移除的效率可維持於 50%以上。然而，若以單一連續通氣方式將除硫沼氣導入光生物反應器組中(即直接以除硫沼氣連續通入含微藻之光生物反應器進行八小時的處理)，沼氣中二氧化碳的被移除效率則僅能維持約 10%之效率。而對於藻株生長方面，在此實驗例中，若於白天光照時間

進行八小時之處理，則在連續運作五天（9:00 至 17:00）的情況下，以間歇式通氣進行微藻養殖時，微藻的生長速率達 0.25 g/L/d 以上，此值為以單一連續通氣方式養殖的微藻生長速率之兩倍。

綜上所述，本發明藉由在微藻養殖模組中設置兩套光生物反應器組以及搭配控制單元操作的氣體切換裝置，而使得每一組光生物反應器組中可交互通入欲進行減碳處理之廢氣與空氣。通入廢氣之光生物反應器先進行二氧化碳的吸收與溶解，而通入空氣之光生物反應器中則進行微藻株代謝二氧化碳之固碳作用，如此交替進行之下，避免了微藻株因接觸含高濃度二氧化碳之廢氣的時間過長而導致生長不良的現象，亦可於微藻養殖模組中連續通入廢氣進行減碳處理，同時達到高效率減碳與高密度的微藻養殖。

另外，本發明的微藻養殖模組除了可降低廢氣中的二氧化碳含量，亦同時提升了廢氣中的甲烷純度，有助於提高後續將經減碳處理的廢氣用於燃燒或發電的效率。

此外，所培養的微藻株中的油脂經轉酯化後即為生質柴油，且微藻株中的碳水化合物（包括纖維素）為產製生質酒精之原料，故可應用於生質能源產業。另外，由於微藻株細胞中含有豐富蛋白質、脂肪酸與維生素，因此在經處理後可用作生物飼料、畜禽飼料添加物、食品添加物等，具有相當高的經濟價值。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範

圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明一實施例的一種微藻養殖模組的示意圖。

圖 2 為本發明另一實施例的一種微藻養殖模組的示意圖。

【主要元件符號說明】

100、200：微藻養殖模組

102：廢氣源

104：感測器

106、108：光生物反應器

110：第一光生物反應器組

112：微藻株

120：第二光生物反應器組

122：線路

124：主機

130：第一氣體切換器

140：第二氣體切換器

142：氣體切換裝置

150：控制單元

160：空氣供應裝置

162、164：空氣供應器

170：廢氣供應裝置

10年01月07日修正替換頁

180：除硫裝置

190：感測系統

192：集氣裝置

a、d、h、i：出氣端

b、c、e、f、g：進氣端

七、申請專利範圍：

103年07月17日修正替換頁

1. 一種微藻養殖模組，包括：

一第一光生物反應器組；

一第二光生物反應器組；

一氣體切換裝置，連通至該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組；以及

一控制單元，耦接並在由該第一預定時間及該第二預定時間交替形成的一連續時間序列中控制該氣體切換裝置，藉此在一第一預定時間內，將一廢氣通入該第一光生物反應器組，並將一空氣通入該第二光生物反應器組，之後在一第二預定時間內，將該廢氣通入該第二光生物反應器組，並將該空氣通入該第一光生物反應器組，而使每一組光生物反應器中交互通入廢氣及空氣，

其中，該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組分別包括至少一光生物反應器，且該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組中包括一微藻株。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之微藻養殖模組，其中該氣體切換裝置包括一個氣體切換器，連通至該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之微藻養殖模組，其中該氣體切換裝置包括：

一第一氣體切換器，連通至該第一光生物反應器組；以及

一第二氣體切換器，連通至該第二光生物反應器組。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之微藻養殖模組，其中該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組分別包括由多

個光生物反應器並聯而成的光生物反應器陣列。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之微藻養殖模組，更包括一空氣供應裝置，直接或間接連通至該第一光生物反應器組及該第二光生物反應器組。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之微藻養殖模組，更包括一廢氣供應裝置，連通至該氣體切換裝置。

八、圖式：

107年07月17日修正替換頁

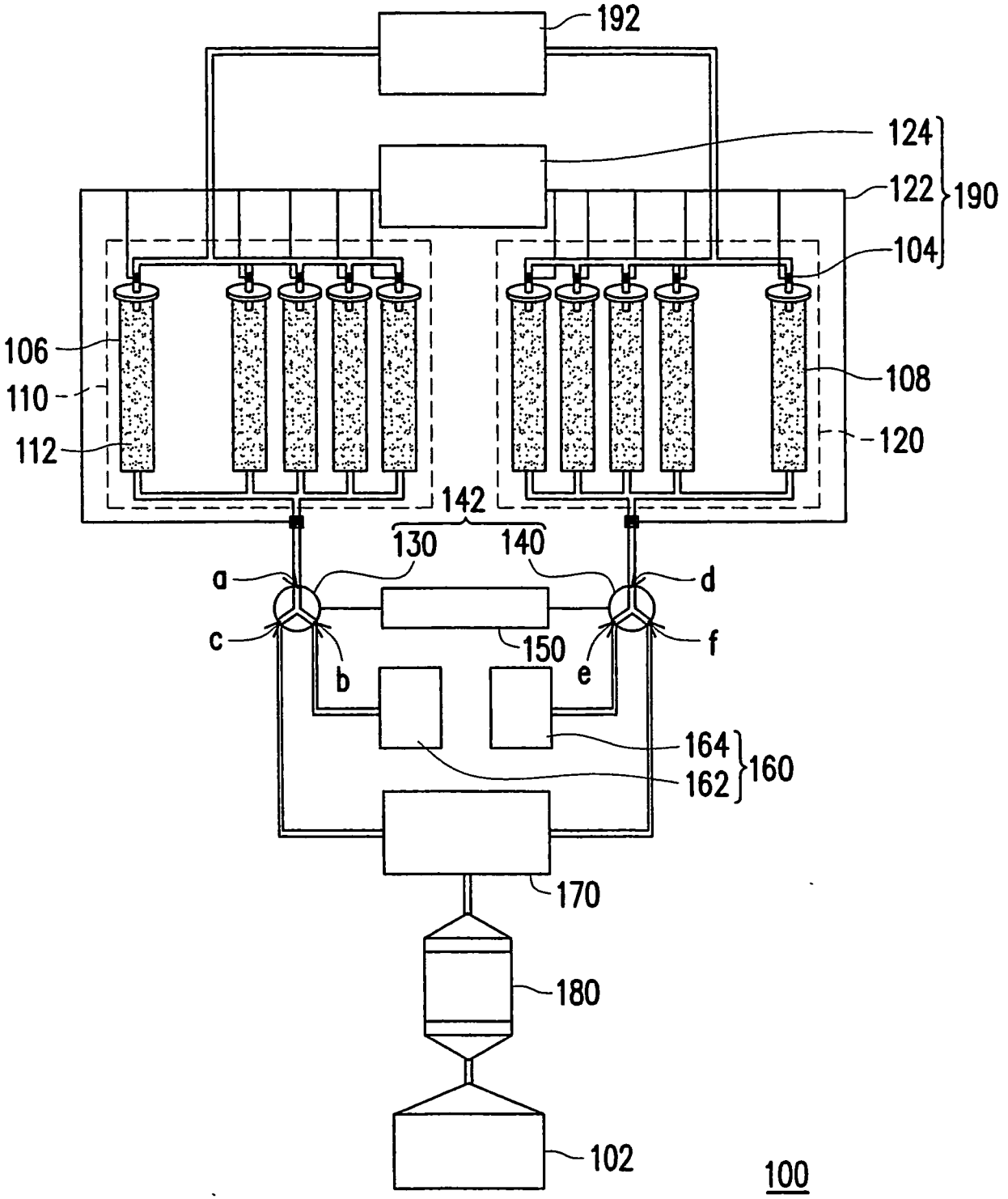


圖 1

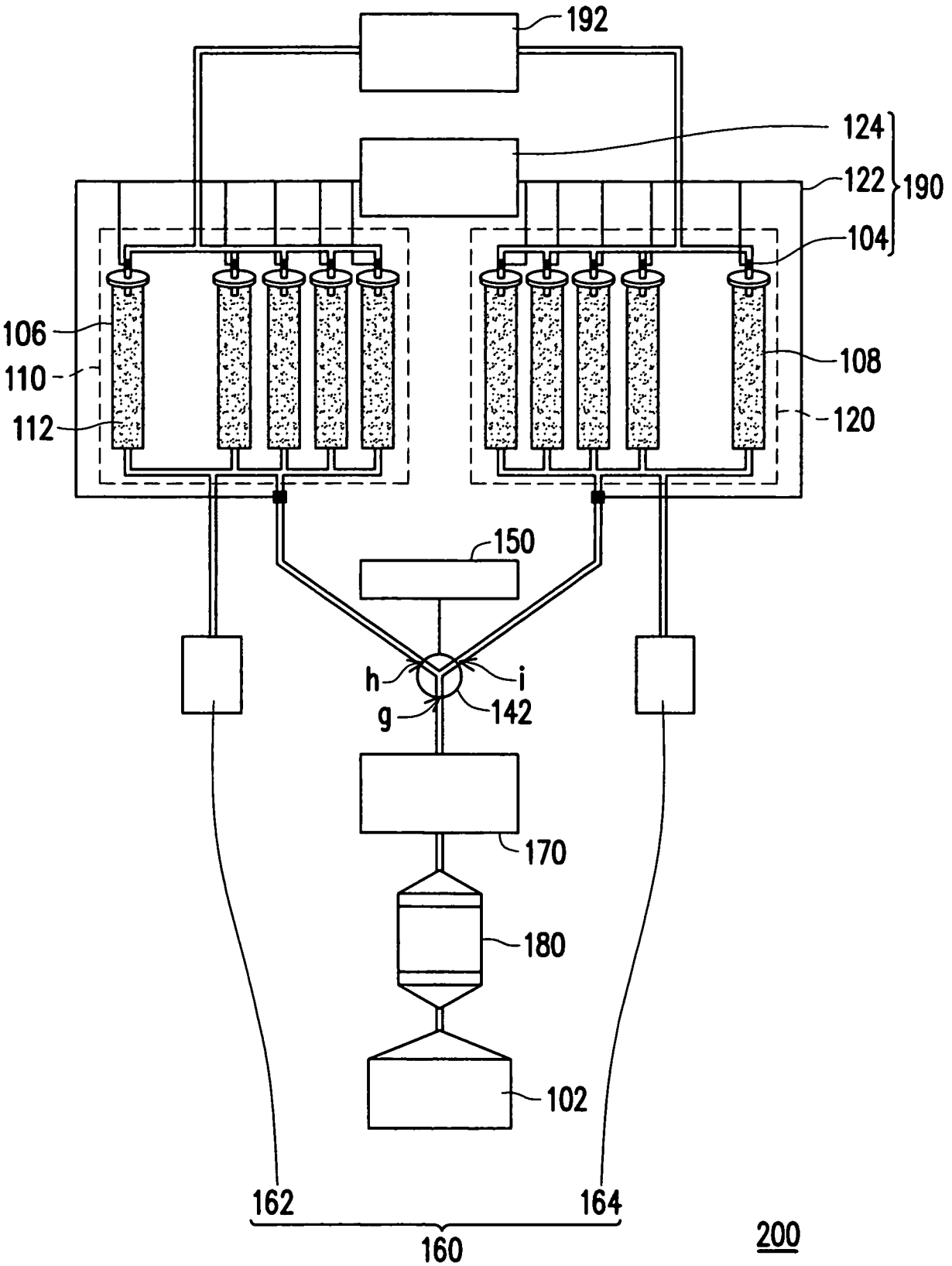

192
124
122
190
104
106
110
112
108
120
150
h
i
g
142
170
180
102
162
164
160
200

圖 2