

發明專利說明書

※申請案號：

※申請日期：

※IPC分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

生物潛熱測定設備及方法 / Apparatus and Method for Determining Biological HeatPotential

二、申請人：共 人

指定為應受送達人

三、發明人：

◎專利代理人：

四、聲明事項

主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

主張專利法第二十六條微生物：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存

五、中文發明摘要：

一種生物潛熱測定設備及方法，係使用一馴化槽培養好氧性菌種，並將菌種植入一反應瓶中，藉以實現期望的生物反應；一外界溫度控制器可控制及加熱反應瓶外界至一設定溫度值；同時藉由一供氧單元提供及記錄反應瓶所需的攝氧量，供氧單元所輸出的數據為一即時攝氧數據(O_u vs. t)；由一補溫溫度控制器控制及加熱反應瓶內部至一設定溫度值，並記錄輸出一即時補溫數據(H_c vs. t)，上述攝氧數據及補溫數據由一生物潛熱計算單元計算出生物潛熱(hb)和熱損通量(J_o)，最後由一補溫比計算單元計算出即時補溫比(r)，同時求得操作期間內的最小補溫比(r_{min})，藉以評估自發性高溫好氧處理系統的反應自發性。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：

(二) 本代表圖之元件代表符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【技術領域】

本發明係關於一種生物潛熱測定設備及方法，特別是關於一種自發性高溫好氧處理(Autothermal Aerobic Wastewater Treatment，以下簡稱為ATAT)系統所構成的生物潛熱測定設備及方法。

[先前技術]

高濃度廢水生物處理目前遭遇瓶頸在於高廢棄污泥量、低反應速率與低有機負荷，而自發性高溫

好氧處理適足以解決這些問題。自發性高溫好氧處理系統(ATAT)操作於45°C以上高溫好氧條件，有別於一般高溫厭氧之35°C或55°C。因此，根據VantHoff-Arrhenius定律，高溫條件能輕易提高反應速率；而且，根據生物能量學觀點，高溫環境使能量使用效率下降，促使生物反應過程中基質釋放能量走向維持細胞生存(maintenance)比例增加，走向細胞合成(synthesis)減少，生長係數隨即變小，污泥量可望減少，而此釋放能量即可提供反應槽的熱能需求。

傳統上對於自發性高溫好氧處理系統(ATAT)的顧慮不外乎：一、高溫若不能由廢水分解反應自發產生，外加熱源成本相當高；二、高反應速率須輔以高傳氧速率，然而高溫會降低氧氣在水中的溶解度，減緩傳氧速率。事實上經歐美地區多座高溫好氧污泥消化(autothermal aerobic sludge digestion, ATAD)實廠成功經驗，ATAD已被美國環保署(USEPA)列為成熟技術，而國內也有食品廢水廠被證實為自發性高溫好氧處理系統(ATAT)，因此自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性不容置疑，當務之急在於建立成熟設備，以能精確測定此一生物潛熱，據以提高自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性。

若以傳統實驗室規模連續流馴化槽(chemostat)進行自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性研究可能遭遇困難有：一、開放性系統可能造成大量蒸發熱損，不易評估反應產生熱值；二、以空氣曝氣可能因傳氧速率小於基質降解需氧速率造成質傳限制，若改以純氧曝氣則因屬開放系統而有氧氣爆炸等安全顧慮；三、一般磁石攪拌效果有限亦容易造成溶氧質傳限制；四、分析工作多利用COD與MLSS分析，分析方法耗時費力且精確性與再現性不佳。

【發明目的】

本發明所提供的生物潛熱測定設備為密閉系統，且具有純氧曝氣、稀土(rare earth)磁石強力攪拌，以及可程式即時線上監控瞬間攝氧量等特性，適足以克服上述困難。

本發明之目的即在於提供一種生物潛熱測定設備，可以用來測量自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗的線上(on-line)攝氧數據(O_u vs. t)和補溫數據(H_c vs. t)。

本發明之次一目的係在於提供一種生物潛熱測定方法，其包括使用複線性迴歸法從熱平衡模型可以測定出自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗的生物潛熱(h_b)和熱損通量(J_o)，結果證實本發明系統為一種有用的自發性高溫好氧處理系統(ATAT)研究工具。

【技術內容】

可達成上述發明目的之生物潛熱測定設備及方法，係使用一馴化槽培養好氧性菌種，並將菌種植入一反應瓶中，藉以實現期望的生物反應；使用一外界溫度控制器可控制及加熱該反應瓶外界至一設定溫度值；藉由一供氧單元提供及紀錄反應瓶所需的攝氧量，供氧單元所輸出的數據為一即時攝氧數據(O_u vs. t)，並由一補溫溫度控制器控制及加熱反應瓶內部至一設定溫度值，同時紀錄輸出一即時補溫數據(H_c vs. t)，上述攝氧數據及補溫數據由一生物潛熱計算單元計算出生物潛熱(h_b)和熱損通量(J_o)，最後由一補溫比計算單元計算出即時補溫比(r)，同時求得操作期間內的最小補溫比(r_{min})，藉以評估自發性高溫好氧處理系統的反應自發性。

該生物潛熱測定設備主要係由反應瓶組、純氧供氣系統、補溫加熱溫控系統、熱損加熱溫控系統、磁力攪拌系統，與訊號數據監控處理系統等六大部分所組成，其特徵在於具有可程式即時線上監控大量瞬間攝氧與補溫加熱數據等功能，可用於進行比生物潛熱(specific biologic heat potential, h_b)演算法與熱平衡分析，以瞭解生物反應熱力學特性與自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性研究。本發明也有關一種使用上述本發明生物潛熱測定設備經由比生物潛熱(h_b)演算法與熱平衡分析測定生物潛熱之方法。

[圖式簡單說明]

請參閱以下有關本發明一較佳實施例之詳細說明及其附圖，將可進一步瞭解本發明之技術內容及其目的功效；有關該實施例之附圖為：圖1為本發明生物潛熱測定設備之主要系統示意圖；圖2為培養作為提供所有自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗好氧性菌種種植種來源所用的本發明自行設計之，馴化槽示意圖；圖3為本發明由自發性高溫好氧處理系統(ATAT)所構成的生物潛熱測定設備示意圖；圖4為使用本發明生物潛熱測定設備用葡萄糖測得之攝氧曲線圖；以及圖5為使用本發明生物潛熱測定設備用葡萄糖測得之補溫曲線圖。

【較佳實施例】

請參閱圖一，本發明所提供之生物潛熱測定設備，主要係使用一馴化槽10培養好氧性菌種，並將菌種植入一反應瓶11中，藉以實現期望的生物反應；使用一外界溫度控制器13a可控制及加熱該反應瓶11外界至一設定溫度值，可控制該反應瓶11外壁高溫，減少反應瓶11內外壁溫差，以降低反應瓶11在進行生物反應時之熱損失；藉由一供氧單元12提供及紀錄反應瓶所需的攝氧量，供氧單元12所輸出的數據為一即時攝氧數據(O_u Vs. t)，並由一補溫溫度控制器13b控制及加熱反應瓶12內部至一設定溫度值，同時紀錄輸出一即時補溫數據(H_c Vs. t)，上述攝氧數據及補溫數據由一生物潛熱計算單元14計算出生物潛熱(h_b)和熱損通量(J_o)，最後由一補溫比計算單元15計算出即時補溫比(r)，同時求得操作期間內的最小補溫比(r_{min})，藉以評估自發性高溫好氧處理系統的反應自發性。

比生物潛熱演算法推導

比生物潛熱 h_b 乃指一生物反應攝取單位氧氣質量所釋放之熱量，單位仟卡/克氧(Kcal/gBOD_r)，為自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性之重要指標，配合自發性高溫好氧處理系統(ATAT)熱平衡分析可以瞭解自發性高溫好氧處理系統(ATAT)如何產生自發性高溫。對自發性高溫好氧處理系統(ATAT)而言，利用補溫與熱損加熱溫控系統將反應瓶內外分別控制在兩不同恆溫下，當系統達穩態(steadystate, $dT/dt=0$)操作時，其熱平衡分析可考量反應項(reaction)、熱損項(loss)與補溫項(compensation)表示成

其中 h_b 為比生物潛熱，單位仟卡/克氧； O_u 為累積攝氧量，單位g； J_o 為熱損通量，單位仟卡/分(Kcal/min)； H_c 為累積補溫加熱量，單位仟卡(Kcal)。將式(1)以初始條件：當 $t=0$, $O_u=0$ 且 $H_c=0$ ，代入積分可得

利用自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可以獲得大量攝氧數據(O_u vs. t)與補溫數據(H_c vs. t)，運用於式(2)配合複迴歸(multiple linear regression)最小平方法(least square method)可用以求取熱損通量(J_o)與比生物潛熱(h_b)之實驗估計值。對於一段試驗期間，可依下式定出補溫比(r)：

r 值的大小指示出自發性高溫好氧處理系統(ATAT)的反應自發性(reaction spontaneity)。 r 愈小，用實驗規模自發性高溫好氧處理系統(ATAT)系統所能達到的反應自發性愈大。

高溫馴化培養

本發明自行設計高溫馴化槽以培養好氧性菌種，其裝置如圖2所示，特點包括：在10升反應瓶11中可操作容積達9升，靠空氣泵16打入空氣經瓶底之曝氣石17曝氣以維持溶氧1-2毫克/升；依溫度測棒18測值可以比例積分微分(PID)補溫溫度控制器13b連動加熱棒19以維持高溫55°C，精確度0.1°C；反應瓶11底置一加重型稀土磁石20以磁力攪拌器21強力攪拌以維持反應瓶11內溶氧與溫度均勻分布；為避免大量水分蒸發，反應瓶11頂部連接一冷凝回流管22；基質與營養鹽為避免酸敗分置兩4升玻璃瓶23、24中，利用蠕動泵25依設定流速同時連續進流到反應瓶11中，並靠反應瓶11出流口維持液面高度以控制污泥齡(SRT)。

實施例：

高溫馴化培養

高溫馴化培養操作先自北部某食品油脂自發性高溫好氧處理系統(ATAT)實廠之高溫好氧曝氣池取回10公升菌種植入反應瓶中，再以10g/L COD葡萄糖人工水樣控制SRT=10天進流，定期由出流水取樣分析COD、pH與MLSS，並觀察污泥沉降性、顏色、泡沫與顯微鏡菌相，以監控馴化情形。本發明須以高溫馴化培養經由常態性操作以提供所有自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗植種來源，操作至所有自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗完成為止。

自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗

自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗為本發明之核心實驗，所使用設備如圖3所示，乃由反應瓶組、純氧供氣系統、補溫加熱溫控系統、熱損加熱溫控系統、磁力攪拌系統，與訊號數據監控處理系統等六大部分所組成，具有可程式即時線上監控大量瞬間攝氧與補溫加熱數據等功能，可用於進行比生物潛熱， h_b ，演算法與熱平衡分析，以瞭解生物反應熱力學特性與自發性高溫好氧處理系統(ATAT)可行性研究。

其中，純氧供氣系統可設定反應瓶30頂部空間氧含量，根據氧氣監測器31測量值，以電腦程式依開/關控制方式連動控制閥32由供氧源33供氧，控制閥32每開一次可定量供氧，電腦程式紀錄累積開放次數可換算成攝氧量，氧化所產生二氧化碳由一吸收瓶34中之強鹼溶液所吸收，另外尚裝有一氣體循環泵35以利反應瓶30頂部空間與純氧供氣系統連通管線中氣體，使之均勻分布；補溫加熱溫控系統可設定反應瓶30內的溫度，依溫度測棒39測值以開/關控制方式連動加熱棒40以一固定功率補溫，紀錄加熱棒40開啟累積時間即可換算補溫加熱量；反應瓶30底置一加重型稀土磁石41可以磁力攪拌器42強力驅動攪拌，不易脫速，轉速可調整；訊號數據監控處理系統43是利用界面控制商業軟體撰寫之程式，可以線上即時監控攪拌轉速、溫度、累積攝氧量、累積補溫加熱量等數據，並可繪製成線上即時動態圖；熱損加熱溫控系統44依反應瓶30外壁所置溫度測棒之溫度測值，用以連動一加熱線圈，並經一風扇循環氣流，可控制反應瓶30外壁高溫，減少反應瓶30內外壁溫差，以降低反應瓶30熱損失。

進行自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗時，先自高溫馴化槽植種至反應瓶30中，採半連續進流操作，每日以針筒依所控制之SRT換算抽取定量污泥廢棄，隨即添加等體積葡萄糖人工水樣，待每日累積攝氧趨勢達穩定再現，即可終止該批試驗。

結果與討論

圖4和5分別顯示出 O_u 和 H_c 曲線。可以看出 O_u 曲線逐日變異。而 H_c 曲線則在一天的試驗期間內較具有可重複性。 O_u 和 H_c 數據都是用方程式(3)以複線性迴歸法進行分析而估計出生物潛熱(h_b)和熱損通量(heat loss flux)(J_0)供比較所用。迴歸結果顯示出 h_b 的值，除了第3-6天之外，通常係在3.82-4.53仟卡/克 BOD_r 範圍之內。對於所有8個試驗天所得0.92-0.95之 R^2 值顯示出完美的線性，甚至第3-6天亦然。 h_b 在第3-6天發生較大變異的原因仍有待研究。根據推斷其可能是該嗜熱性微生物系統與試驗條件下的不完全馴化相關聯的動態本質所致。因為 h_b 在第7-8天自動地回歸到基線值(第1-3天)之故，所以不可能是自發性高溫好氧處理系統(ATAT)測定系統的設備問題所致。

迴歸結果亦顯示出熱損速率(J_0)係在0.43-0.55仟卡/分的相當窄範圍內變異。當系統在第5-6天經歷較低的生物熱釋放時該熱損即減少約10%。

使用 h_b 的平均值(4.28仟卡/克 O_u)和平均熱損通量值(J_0)(0.50仟卡/分)，可以定出方程式3所定義的補溫比，其在24小時試驗期間的第12小時達到89.2%之最低值。

【特點及功效】

本發明所提供之生物潛熱測定設備可以用來測量自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗的線上(online)攝氧數據 O_u 和補溫數據 H_c 。本發明也提出一種生物潛熱測定方法，其包括使用複線性迴歸法從熱平衡模型可以測定出自發性高溫好氧處理系統(ATAT)試驗的生物潛熱(h_b)和熱損通量(J_0)。結果證實本發明系統為一種有用的自發性高溫好氧處理系統(ATAT)研究工具。當系統以10克COD/公升進流葡萄糖和操作在10天的污泥齡(SRT)時，測定出 h_b 為4.28仟卡/克 BOD_r 。該自發性高溫好氧處理系統(ATAT)系統的熱損通量經測定為0.50仟卡/分，且其補溫比(r)為89.2%。上列詳細說明係針對本發明之一可行實施例之具體說明，惟該實施例並非用以限制本發明之專利範圍，凡未脫離本發明技術精神所為之等效實施或變更，均應包含於本案之專利範圍中。綜上所述，本案不但在技術思想上確屬創新，並能較習用物品增進上述多項功效，應已充分符合新穎性及進步性之法定發明專利要件，爰依法提出申請，懇請 貴局核准本件發明專利申請案，以勵發明，至感德便。

十、申請專利範圍：

1. 一種生物潛熱測定方法，包括下列步驟：使用一馴化槽培養好氧性菌種，並將該菌種植入一反應瓶中，藉以進行生物反應；控制及加熱該反應瓶外界至一設定溫度值；提供及紀錄該反應瓶所需的攝氧量，並輸出一即時攝氧數據(O_u vs. t)；控制及加熱該反應瓶至一設定溫度值，同時紀錄輸出一即時補溫數據(H_c vs. t)；利用該攝氧數據及該補溫數據計算出一生物潛熱(h_b)和

一熱損通量(J_0)；以及利用該生物潛熱及該熱損通量計算出一即時補溫比(r)，同時求得操作期間內的最小補溫比(r_{min})。

2. 如申請專利範圍第1項所述之生物潛熱測定方法，其中該即時攝氧數據係由一提供及紀錄該反應瓶所需攝氧量的供氧單元所輸出測定者。

3. 如申請專利範圍第1項所述之生物潛熱測定方法，其中該即時補溫數據係由一控制及加熱該反應瓶至一設定溫度值的補溫溫度控制器所提供及紀錄者。

4. 如申請專利範圍第1項所述之生物潛熱測定方法，其中該即時攝氧數據(O_u vs. t)及即時補溫數據(H_c vs. t)，由熱平衡分析考量反應項(reaction)、熱損項(loss)與補溫項(compensation)可表示成

$$0 = \underset{\text{reaction}}{h_b \frac{dO_u}{dt}} - \underset{\text{loss}}{J_0} + \underset{\text{compensation}}{\frac{dH_c}{dt}} \quad (1)$$

其中 h_b 為比生物潛熱，單位仟卡/克氧； O_u 為累積攝氧量，單位g； J_0 為熱損通量，單位仟卡/分(Kcal/min)； H_c 為累積補溫加熱量，單位仟卡(Kcal)；將式(1)以初始條件：當 $t=0$ ， $O_u=0$ 且 $H_c=0$ ，代入積分可得

$$H_c = J_0 t - h_b O_u \quad (2)$$

5. 如申請專利範圍第4項所述之生物潛熱測定方法，其中該生物潛熱(h_b)及該熱損通量(J_0)，可依下式定出補溫比(r)：

$$r = H_c / J_0 t \quad (3)$$

6. 一種生物潛熱測定設備，包括有：一用以培養好氧性菌種的馴化槽；一可供該好氧性菌種植入並進行生物反應的反應瓶；一控制及加熱該反應瓶外界至一設定溫度值之外界溫度控制器；一提供及紀錄該反應瓶所需攝氧量之供氧單元，其可輸出一即時攝氧數據(O_u vs. t)；一控制及加熱該反應瓶內部至一設定溫度值之補溫溫度控制器，其可同時紀錄輸出一即時補溫數據(H_c vs. t)；一生物潛熱計算單元，其藉由該即時攝氧數據及該即時補溫數據計算出一生物潛熱(h_b)和一熱損通量(J_0)；以及一補溫比計算單元，其藉由該生物潛熱及該熱損通量計算出一即時補溫比(r)，同時求得操作期間內的最小補溫比(r_{min})者。

7. 如申請專利範圍第6項所述之生物潛熱測定設備，其中該馴化槽係使用一空氣泵打入空氣，經該反應瓶瓶底之一曝氣石曝氣；依一溫度測棒之溫度測值可以比例積分微分(PID)補溫溫度控制器連動一加熱棒以維持高溫；該反應瓶底部置一加重型稀土磁石以一磁力攪拌器強力攪拌；將一基質與一營養鹽分置於二玻璃瓶中，並利用一蠕動泵依設定流速同時連續進流到該反應對中進行生物反應，並靠該反應瓶出流口維持液面高度以控制污泥齡(SRT)者。

8. 如申請專利範圍第7項所述之生物潛熱測定設備，其中該反應瓶頂端更連接有一冷凝回流管。

9. 如申請專利範圍第6項所述之生物潛熱測定設備，其可被應用做為評估一自發性高溫好氧處理系統(Autothermal Aerobic Wastewater Treatment)的反應自發性者。

10. 一種生物潛熱測定設備，主要包括有一反應瓶組、一純氧供氣系統、一補溫加熱溫控系統、一熱損加熱溫控系統、一磁力攪拌系統，與一訊號數據監控處理系統；其特徵在於：具有可程式即時線上監控大量瞬間攝氧與補溫加熱數據等功能，可用於進行比生物潛熱(specific biologic heat potential, hb)演算法與熱平衡分析，以瞭解生物反應熱力學特性與自發性高溫好氧處理系統(ATAT)之可行性研究。

11. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該純氧供氣系統可根據一氧氣監測器測量值，以一電腦程式依開/關控制方式連動一控制閥由一供氧源供氧，該控制閥每開一次

供氧一設定氧氣量，該電腦程式紀錄累積開放次數可換算成攝氧量，氧化所產生二氧化碳由一二氧化碳吸收瓶中之強鹼溶液所吸收。

12. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該純氧供氣系統更裝設有一氣體循環泵以利反應瓶頂空間與純氧供氣系統連通管線中氣體，使之均勻分布；

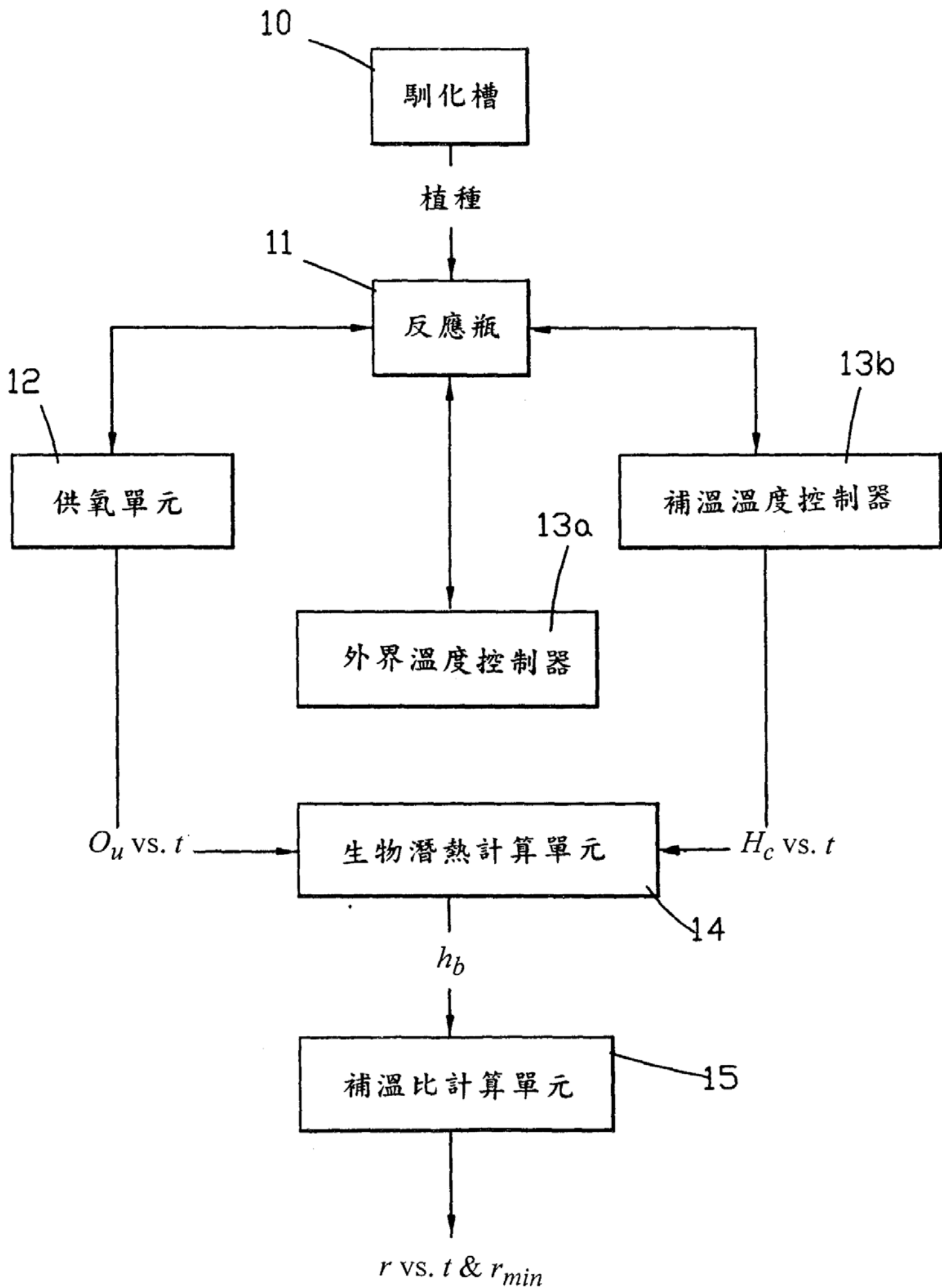
13. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該補溫加熱溫控系統可設定該反應瓶內的溫度，依一溫度測棒之溫度測值，利用開 / 關控制方式(on/off control)，連動一加熱棒以一設定功率補溫，紀錄該加熱棒開啟累積時間即可換算出一補溫加熱量。

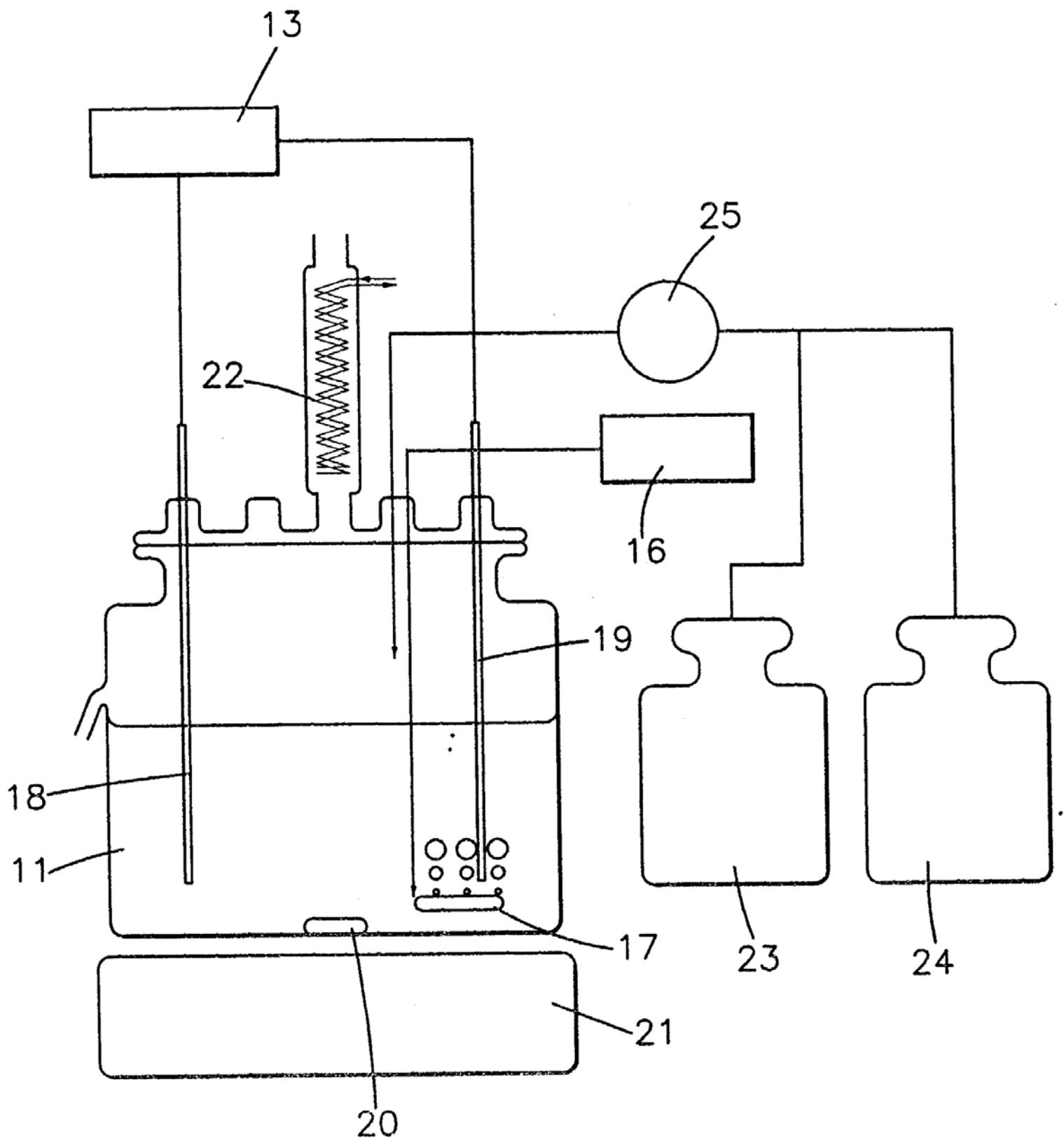
14. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該反應瓶底部加置一加重型稀土磁石以一磁力攪拌器強力驅動攪拌。

15. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該訊號數據監控處理系統係由一界面控制程式，可以線上即時監控各數據，並可繪製成一線上即時動態圖者。

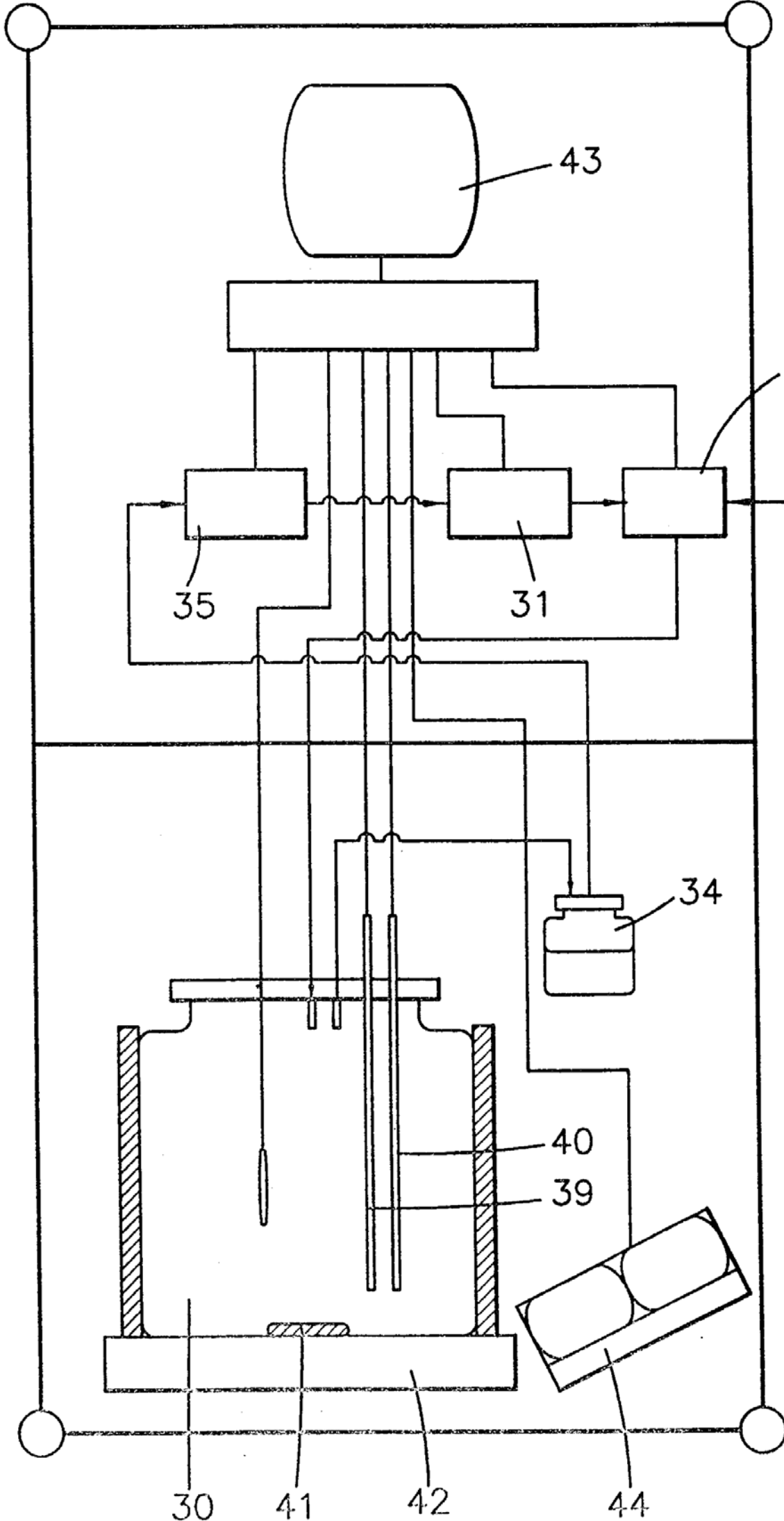
16. 如申請專利範圍第10項所述之生物潛熱測定設備，其中該熱損加熱溫控系統依該反應瓶外壁所置一溫度測棒之溫度測值，用以連動一加熱線圈，並經一風扇循環氣流，可控制該反應瓶外壁高溫，減少反應瓶內外壁溫差，以降低反應瓶熱損失。

十一、圖式：





■ 2



30

41

42

44

43

35

31

32

33

34

40

39

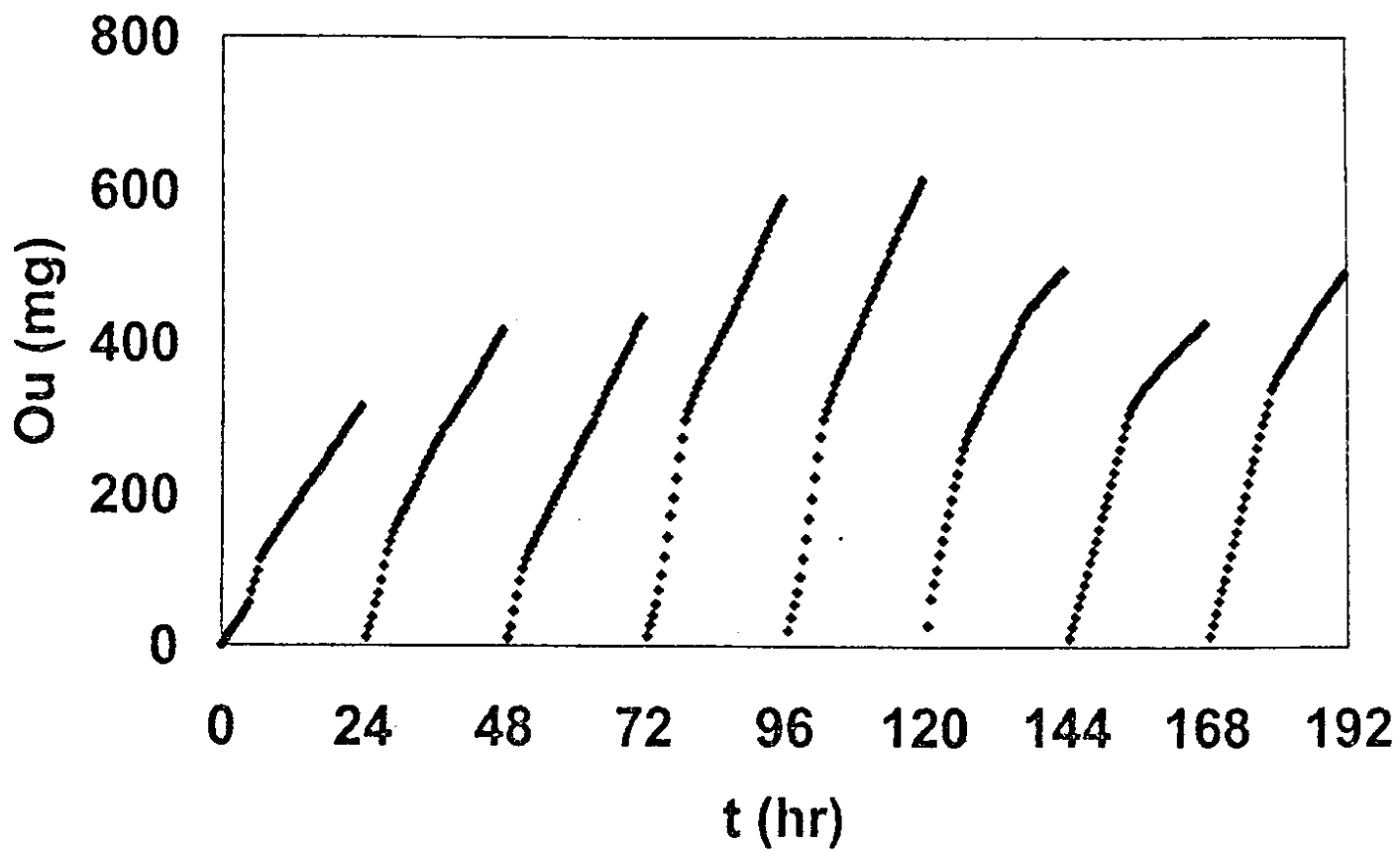


圖 4

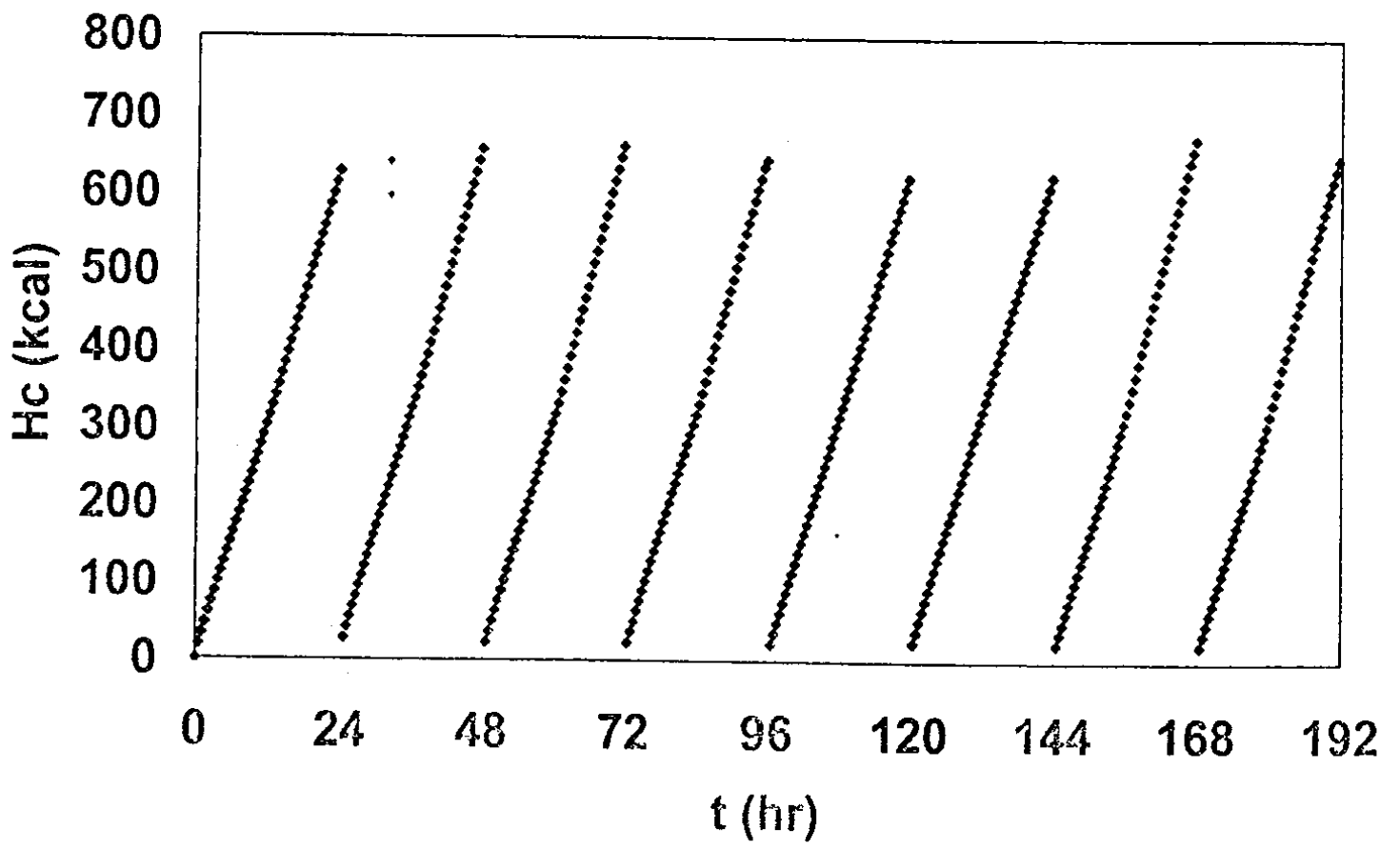


圖 5