



(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 I476723 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 11 日

(21) 申請案號：102126613

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 25 日

(51) Int. Cl. : G06Q50/22 (2012.01)

A63B23/02 (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：蕭子健 HSIAO, TZU CHIEN (TW) ; 詹珮珊 JHAN, PEI SHAN (TW)

(74) 代理人：蘇建太；林志鴻

(56) 參考文獻：

TW I270363

TW I392525

TW 201038254A

TW 201306794A

US 7041062B2

US 2010/0292568A1

審查人員：廖國智

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 31 頁

(54) 名稱

基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法與其系統

PERSONALIZED SYSTEM AND METHOD OF ABDOMINAL BREATHING TRAINING  
EVALUATION BASED ON ABDOMINAL MUSCLES CLUSTER FUNCTION

(57) 摘要

本發明提出一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統及方法，可客觀評估腹式呼吸效益。第一及第二感測單元用以取得多個腹部及多個胸部呼吸訊號。一資訊擷取單元根據該多個腹部及該胸部呼吸訊號而分別產生使用者腹部及胸部呼吸波形。一資料解構單元消除該腹部及胸部呼吸波形中的雜訊，以分別產生一腹部及一胸部訊號。一評估分析單元依據該腹部及該胸部訊號，計算該腹部訊號及該胸部訊號之一相關係數、一 1/2 胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並產生使用者腹部最大運動能力。

The invention provides an abdominal breathing training evaluation method and apparatus based on abdominal muscles cluster function, which can objectively evaluate efficiency of abdominal breathing. A first sensing unit and a second sensing unit are used to measure abdominal signals and rib cage signals during breathing. According to the abdominal signals and the rib cage signals, an abdominal waveform and a rib cage waveform are generated by a data extractor. A data processing unit removes noise in the abdominal waveform and the rib cage waveform to generate a pure abdominal signal and a rib cage signal, respectively. According to the abdominal signal and the rib cage signal, an evaluation unit is used to calculate a correlation coefficient of the abdominal signal and the thoracic signal so as to generate maximum abdominal exercise capability of a user.

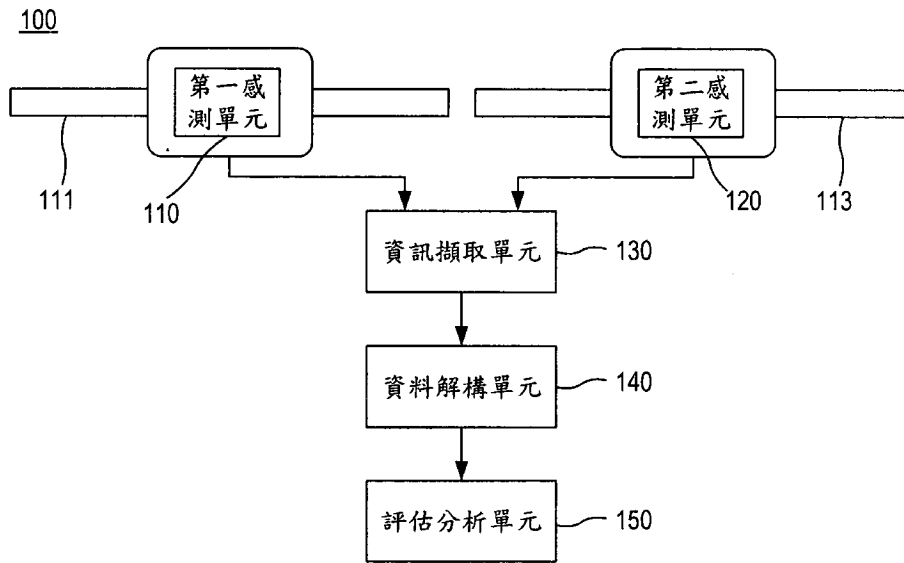


圖 1

100 . . . 基於腹部肌  
群機能之個人化腹式  
呼吸訓練評估系統

110 . . . 第一感測單  
元

120 . . . 第二感測單  
元

130 . . . 資訊擷取單  
元

140 . . . 資料解構單  
元

150 . . . 評估分析單  
元

111、113 . . . 呼吸  
帶

## 發明摘要

※ 申請案號：102126613

G06Q 50/22 (2012.01)

※ 申請日：102. 7. 25

※IPC 分類：A63B 23/02 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法與其系統

Personalized system and method of abdominal breathing training evaluation based on abdominal muscles cluster function

## 【中文】

本發明提出一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統及方法，可客觀評估腹式呼吸效益。第一及第二感測單元用以取得多個腹部及多個胸部呼吸訊號。一資訊擷取單元根據該多個腹部及該胸部呼吸訊號而分別產生使用者腹部及胸部呼吸波形。一資料解構單元消除該腹部及胸部呼吸波形中的雜訊，以分別產生一腹部及一胸部訊號。一評估分析單元依據該腹部及該胸部訊號，計算該腹部訊號及該胸部訊號之一相關係數、一 1/2 胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並產生使用者腹部最大運動能力。

**【英文】**

The invention provides an abdominal breathing training evaluation method and apparatus based on abdominal muscles cluster function, which can objectively evaluate efficiency of abdominal breathing. A first sensing unit and a second sensing unit are used to measure abdominal signals and rib cage signals during breathing. According to the abdominal signals and the rib cage signals, an abdominal waveform and a rib cage waveform are generated by a data extractor. A data processing unit removes noise in the abdominal waveform and the rib cage waveform to generate a pure abdominal signal and a rib cage signal, respectively. According to the abdominal signal and the rib cage signal, an evaluation unit is used to calculate a correlation coefficient of the abdominal signal and the thoracic signal so as to generate maximum abdominal exercise capability of a user.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（ 1 ）。

【本代表圖之符號簡單說明】：

基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統100

第一感測單元110

第二感測單元120

資訊擷取單元130

資料解構單元140

評估分析單元 150

呼吸帶 111、113

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

「無」

# 發明專利說明書

## 【發明名稱】(中文/英文)

基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法與其系統

Personalized system and method of abdominal breathing training evaluation based on abdominal muscles cluster function.

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於呼吸訓練評估的技術領域，尤指一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法與其系統。

## 【先前技術】

【0002】 胸式呼吸主要係包含肋骨(Rib)與胸肋肌群(Sternocostal muscles)的協調動作，造成胸腔(Thoracic cavity)及腹腔(Abdominal cavity)體積於呼吸過程中不同程度的擴張及收縮，形成腔室間之壓力差，而氣流得以順利進出肺臟(Lung)完成呼吸運動。

【0003】 腹式呼吸係運用腹部肌群(Abdominal muscles)的協調動作，促使腹腔體積於呼吸過程中不同程度的擴張與收縮，間接地影響胸腔壓力變化，而氣流得以順利進出肺臟完成呼吸運動。一般而言，吸氣時為腹部凸起、吐氣腹部凹陷的表徵，且由於間接影響與腹腔位於胸腔之下方，因此，此呼吸方式易產生深長進氣量，能加強肺臟下

半部的換氣。

【0004】 以呼吸生理觀點，腹式呼吸具有低呼吸頻率、於單位呼吸次數下有較高進氣量、以及較少能量耗損等特性，因而腹式呼吸較胸式呼吸更有效率，成為復健、瑜珈、氣功等的重要的學習項目之一。

【0005】 而混合式呼吸則包含胸式及腹式呼吸。

【0006】 以生理觀點而言，於臨床上，腹式呼吸可減緩呼吸疾病之症狀(如慢性阻塞性肺病、氣喘、肺氣腫)。呼吸道病患因為單位呼吸次數進氣量較低，導致換氣快，進而產生較差的呼吸效率，練習腹式呼吸可減少胸肋骨運動機會而緩解疾病症狀。同時，腹式呼吸易產生深長進氣量，越深層、越緩慢的呼吸，肺臟的肺泡才能得到好的擴張，肺泡不易塌陷，因此復健期及術後照護需依賴腹式呼吸。

【0007】 針對胸部損傷的病患，原肋骨籠與胸肋肌群的協調動作在此病患條件下難進行，亦即是影響正常胸式呼吸運動，此時需協助病患練習腹式呼吸，以利氧氣供給。

【0008】 於運動生理的觀點，腹式呼吸產生深長進氣量，能加強下半部肺臟的換氣，因此，可強化呼吸效益，促進體內供氧能力，強化人體運動能力。

【0009】 以心理觀點而言，於臨床心理上，腹式呼吸可做為輔助心靈放鬆的技巧。許多心理治療(心理諮商)皆會搭配腹式呼吸以達更佳療效。由於緩慢呼吸可活化副交感神經，降低心跳速率，減緩焦慮感。同時，腹式呼吸可使腹部的各個臟器都感受到呼吸節奏的刺激，進而活化副交感

神經，使人們感到放鬆。副交感神經當中的迷走神經和許多胸腹腔的臟器(心臟、肺臟、消化道器官等)存在反饋關係，彼此能相互調節。

**【0010】** 常見腹式呼吸學習過程中需復健師、導師從旁協助，且只確保特定訓練環境下的學習成效，無保證使用者自行練習腹式呼吸的成效。

**【0011】** 腹部肌群由外層到內層分別為：腹直肌、腹內外斜肌、腹橫肌。最能影響呼吸的是腹橫肌，它是最內層腹壁肌肉，起端位置和橫隔膜相同，它的橫向肌纖維跟橫隔膜縱向肌纖維成直角交錯，因此腹部肌肉收縮迫使橫膈肌上移而造成體腔體積變動進而完成呼吸運動，即為腹式呼吸。

**【0012】** 有的習知技術利用體表電位感測器來量測心臟跳動的變化，然後，採用訊號處理技巧來濾出呼吸頻率訊號，如此，呼吸訊號為間接感測，只能討論胸腔影響心臟的過程，而無法確保腹式呼吸的正確性。又有的習知技術具有呼吸訓練介面，透過臨床基礎條件下來量測呼吸生理數據，然後再由專人告知使用者呼吸狀況，如此設計，無法讓使用者自行進行訓練並隨時自我檢測。同時，進行呼吸訓練或量測時，常需配戴面罩，造成使用者換氣困難且不適感。

**【0013】** 於中華民國發明專利第 I392525 號公告中，其提供一種腹式呼吸訓練裝置，產生並提供訓練波形給使用者，以引導使用者進行腹式呼吸法。然而其並未考量每個



使用者間腹部肌群之差異。因此習知腹式呼吸之訓練及評估之技術實仍有改善的空間。

### 【發明內容】

【0014】 本發明之目的主要係在提供一基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法與其系統，因此可藉由判斷執行等容積測驗時肌肉的強度，而可用於評估腹部肌肉機能，達到客觀的腹式呼吸(AB)學習成效評估，並考量每個使用者間腹部肌群之差異，而使訓練效果遠較習知技術佳。

【0015】 依據本發明之一特色，本發明提出一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，適用於客觀性評估一使用者之腹式呼吸效益，該系統包括一第一感測單元、一第二感測單元、一資訊擷取單元、一資料解構單元、及一評估分析單元。該第一感測單元鄰接於該使用者的一腹部，用以自該使用者呼吸時量測該腹部所產生的腹部位移變化量以取得多個腹部呼吸訊號。該第二感測單元鄰接於該使用者的一胸部，用以自該使用者呼吸時量測該胸部所產生的胸部位移變化量以取得多個胸部呼吸訊號。該資訊擷取單元電性耦接至該第一感測單元與該第二感測單元，用以根據所量測的該多個腹部呼吸訊號而產生一使用者腹部呼吸波形，及根據所量測的該多個胸部呼吸訊號而產生一使用者胸部呼吸波形。該資料解構單元電性耦接至該資訊擷取單元，以消除該使用者腹部呼吸波形及使用

者胸部呼吸波形中的雜訊，並萃取出該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的主要呼吸成分，以分別產生一腹部訊號及一胸部訊號。該評估分析單元電性耦接至該資料解構單元，依據該腹部訊號及該胸部訊號，計算該腹部訊號及該胸部訊號之一相關係數、一  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並依據該  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值及該腹部訊號最大及最小值區間長度值，計算該使用者之腹部肌群於執行試驗所耗損之能量，而產生使用者腹部最大運動能力。

【0016】 依據本發明之一特色，本發明提出一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法，適用於訓練一使用者藉由使用一基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統以進行一腹式呼吸訓練評估，該方法包含步驟：(A)藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統進行等容積試驗訓練，以產生一相關係數、一  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並產生最大運動能力的一能量耗損指標 (m/s)；(B)藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統進行自行訓練，以產生自行訓練的一能量耗損指標 (m/s)；(C) 判斷該自行訓練的該能量耗損指標 (m/s) 是否小於或等於一閾值，若是，執行訓練成效評估，若否，重新執行步驟(A)。

【圖式簡單說明】

**【0017】**

圖 1 係本發明一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統的方塊圖。

圖 2A 及圖 2B 係本發明等容積測驗時胸腹部訊號所構成之關係圖。

圖 3 係本發明一原始呼吸訊號分使用互補式經驗模態拆解法分解的示意圖。

圖 4 係本發明等容積測驗時資料解構單元產生腹部訊號及胸部訊號的示意圖。

圖 5 係本發明能量耗損指標(m/s)之示意圖。

圖 6 及圖 7 係本發明實際量測之能量耗損指標(m/s)之示意圖。

圖 8 及圖 9 係依實際量測之能量耗損指標(m/s)之示意圖。

圖 10 係本發明一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法的流程圖。

**【實施方式】**

**【0018】** 圖 1 係本發明一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 的方塊圖，該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 適用於客觀性評估一使用者之腹式呼吸效益。使用者在本發明之所揭露的技術內容中，將代表使用基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 以親自進行腹式呼吸效益評估的人員。

【0019】 如圖 1 所示，該系統 100 包括一第一感測單元 110、一第二感測單元 120、一資訊擷取單元 130、一資料解構單元 140、一評估分析單元 150。

【0020】 該第一感測單元 110 鄰接於該使用者的一腹部，用以自該使用者量測該腹部呼吸所產生的腹部位移變化量以取得多個腹部呼吸訊號。

【0021】 該第二感測單元 120 鄰接於該使用者的一胸部，用以自該使用者量測該胸部呼吸所產生的胸部位移變化量以取得多個胸部呼吸訊號。

【0022】 該第一感測單元 110 與該第二感測單元 120 分別具有用以取得該使用者的該多個腹部呼吸訊號的一壓電元件(圖未示)，且該資訊擷取單元 130 藉由整合所量測的該多個腹部呼吸訊號而產生該使用者腹部呼吸波形，該資訊擷取單元 130 藉由整合所量測的該多個胸部呼吸訊號而產生該使用者胸部呼吸波形。

【0023】 請參照圖 1，基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 中有兩呼吸帶 111、113。呼吸帶 111、113 用以在使用者的腰部及胸部安裝該第一感測單元 110 及該第二感測單元 120，而該第一感測單元 110 鄰接於使用者的腹部，該第二感測單元 120 鄰接於使用者的胸部。然而，本發明不以此為限定於上述，在本發明之其他實施例中，只要整合式呼吸帶能使第一感測單元 110 依附在使用者腹部的附近、及第二感測單元 120 依附在使用者胸部的附近，兩呼吸帶 111、113 可被整合為單一呼吸帶。

【0024】 在本實施例中，該第一感測單元 110 耦接至呼吸帶 111 並自呼吸帶 111 得到一腹部參考點，以便量測使用者的腹部呼吸訊號。該第二感測單元 120 耦接至呼吸帶 113 並自呼吸帶 113 得到一胸部參考點，以便量測使用者的胸部呼吸訊號。

【0025】 在本發明的其他實施例中，可分別從依附/置於前腹部以及對應使用者的前腹部之對側的兩貼片而得到腹部參考點。接著，該第一感測單元 110 自兩貼片得到腹部參考點，以便量測使用者的腹部呼吸訊號。然而，使用者實際操作上較容易使用具有該第一感測單元 110 之呼吸帶 111 的實施方式。在一些實施例中，該第一感測單元 110 可和呼吸帶 111 連結在一起，但在其他實施例中，也可讓該第一感測單元 110 與呼吸帶 111 分開為獨立的元件。但當使用者要實施/進行腹式呼吸時，使用者可以讓該第一感測單元 110 依附於呼吸帶 111 上。如此，該第一感測單元 110 即可以量測使用者的腹部呼吸訊號。

【0026】 同上，該第二感測單元 120 可和呼吸帶 113 連結在一起，但在其他實施例中，也可讓該第二感測單元 120 與呼吸帶 113 分開為獨立的元件。但當使用者要實施/進行胸部呼吸時，使用者可以讓該第二感測單元 120 依附於呼吸帶 113 上。如此，該第二感測單元 120 即可以量測使用者的胸部呼吸訊號。

【0027】 該資訊擷取單元 130 電性耦接至該第一感測單元 110 與該第二感測單元 120，用以根據所量測的該多個腹

部呼吸訊號而產生一使用者腹部呼吸波形，及根據所量測的該多個胸部呼吸訊號而產生一使用者胸部呼吸波形。

【0028】 當該資訊擷取單元 130 擷取該使用者腹部呼吸波形及該使用者胸部呼吸波形時，於該使用者腹部及胸部各綁一條呼吸帶，該使用者坐在椅子上使用腹式呼吸及等容積測驗，以擷取該使用者腹部呼吸波形及該使用者胸部呼吸波形。該第一感測單元 110 與該第二感測單元 120 係於該使用者使用一腹式呼吸及一等容積測驗時，擷取該多個胸部呼吸訊號及該多個腹部呼吸訊號。

【0029】 等容積測驗係由 K. Konno 教授等人於 1966 年所提出，執行方式為於憋氣狀態下進行腹凹及腹凸動作。

【0030】 等容積測驗分為三階段過程，第一階段為自由呼吸，第二階段為深吸氣至閉氣，第三階段為等容積測驗呼吸，該使用者進行肚子凹、再肚子凸動作。

【0031】 亦即，第一階段平靜呼吸(約 30 秒)，第二階段深吸氣(約 5 秒)後並憋氣，第三階段在保持憋氣狀態下交替收縮及放鬆胸腹部肌群六次(共 24 秒)，依序重複此流程 5 次。該使用者吸入適當的空氣量後，憋住氣，腹壁交替收縮及放鬆。當憋氣時，無空氣可進出肺臟，因而於此段期間之淨容積變化(net volume change)為零。腹部收縮將會造成相同的胸腔擴張，感測單元所測量之胸腹部訊號所構成之關係圖顯示胸壁及腹壁的位移變化量為負斜率關係，且為反向相位關係。

【0032】 藉由分析使用者身上之呼吸帶內所嵌之感測

器感測到的由肌群運動收縮強度而產生的訊號(腹部呼吸訊號、胸部呼吸訊號)，評估腹部肌肉群於測驗期間所耗損之能量，進而得知腹部肌群機能狀態，同時動態顯示試驗期間腹部肌群運動情況

【0033】 感測單元所測量之胸腹部訊號所構成之關係圖係顯示胸壁及腹壁的位移變化量為負斜率關係，並且藉由此關係的形狀而能得知肌肉群進行此測驗期間所耗損之能量，因此利用此特性即可得知在零淨容積變化之下，個人腹部肌群的收縮及放鬆能力，以此能力做為後續評估訓練成效基準，確保評估效度。

【0034】 圖 2A 及圖 2B 係等容積測驗時胸腹部訊號所構成之關係圖。其橫軸為腹部訊號，縱軸為胸部訊號。如圖 2A 及圖 2B 所示，由於腹部收縮將會造成相同的胸腔擴張，感測單元所測量之胸腹部訊號所構成之關係圖，係為顯示胸壁及腹壁的位移變化量為負斜率關係，且為反向相位關係。圖 2A 表示肌群耗損最低能量執行等容積測驗，為最佳之肌群運動能力，圖 2B 表示肌群耗損較多能量執行等容積測驗，其肌群運動能力較圖 2A 差。

【0035】 該資料解構單元 140 電性耦接至該資訊擷取單元 130，以消除該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的雜訊，並萃取出該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的主要呼吸成分，以分別產生一腹部訊號及一胸部訊號。

【0036】 該資料解構單元 140 係使用互補式經驗模態拆

解法(complementary ensemble empirical mode decomposition, CEEMD)，並依據該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形的局部特徵時間尺度，將該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形分解成多個內生性建模態函數(Intrinsic Mode Function, IMF)，並萃取出該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的主要呼吸成分，以分別產生該腹部訊號及該胸部訊號。

【0037】 互補式經驗模態拆解法(CEEMD)係由元智大學葉家榮博士等人於 2008 年所提出(Complementary ensemble empirical mode decomposition: a novel noise enhanced data analysis method," 2008)。其係基於經驗模態拆解法(Empirical Mode Decomposition, EMD)原理而改良的，特點係利用白雜訊含有所有頻率尺度特性，且在總體平均後可消除此白雜訊，使拆解後更趨近於理想狀態。針對非線性及非穩定性之原始呼吸訊號，依據訊號的局部特徵時間尺度將訊號分解成多個內生性建模態函數(IMF)。

【0038】 互補式經驗模態拆解法(CEEMD)另外的重要特性是藉由正負雙向輔以白雜訊的方式，同時克服在原本 EMD 法常見的模態混合(Mode Mixing)困難以及 EEMD 在計算效率上的問題。

【0039】 於模態混合(Mode Mixing)中，同一尺度訊號分布在數個內生性建模態函數(IMF)之中，或是表示一個內生性建模態函數(IMF)之中包含不同尺度的訊號。

【0040】 圖 3 係本發明一原始呼吸訊號分使用互補式經



驗模態拆解法(CEEMD)分解的示意圖。如圖 3 所示，該原始呼吸訊號係經由取樣頻率為 50Hz、取樣時間為 5 分鐘的一腹式呼吸訊號，該原始呼吸訊號使用互補式經驗模態拆解法(CEEMD)，分解成 10 個內生性建模態函數(IMF)，並萃取出第 6 個內生性建模態函數(IMF)作為主要呼吸成分。

【0041】 圖 4 係本發明等容積測驗時所獲取之原始胸腹部訊號經資料解構單元 140 產生腹部訊號及胸部訊號的示意圖。其係截取各階段等容積測驗期間的胸腹部訊號進行後續資料解構。如圖 4 所示，其係截取一段等容積測驗期間的胸腹部訊號，再經由互補式經驗模態拆解法(CEEMD)，而分別產生該腹部訊號及該胸部訊號。其中，該腹部訊號係該使用者腹部呼吸波形所分解成該多個內生性建模態函數(IMF)的第 6 個內生性建模態函數(IMF)，該胸部訊號係該使用者胸部呼吸波形所分解成該多個內生性建模態函數(IMF)的第 6 個內生性建模態函數(IMF)。經資料解構單元 140 所萃取出的主呼吸成分較佳位於該多個內生性建模態函數(IMF)的第 6 個內生性建模態函數(IMF)。

【0042】 該評估分析單元 150 電性耦接至該資料解構單元 140，依據該腹部訊號及該胸部訊號，計算該腹部訊號及該胸部訊號之一相關係數、 $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並依據該  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值及該腹部訊號最大及最小值區間長度值，計算該使用者之腹部肌群於執行試驗所耗損之能量，而產生使用者腹部最大運動能力。

【0043】 該相關係數用以顯示該等容積測驗執行正確程度。於等容積測驗時，腹部收縮將會造成相同的胸腔擴張，感測單元所測量之胸腹部訊號所構成之關係圖顯示胸壁及腹壁的位移變化量為負斜率關係，且為反向相位關係，如圖 2A 所示。故當使用者於等容積測驗執行正確時，該腹部訊號及該胸部訊號會呈現負相關，如圖 2A 所示。因此，當該相關係數位於  $[-1, -0.866]$  之間，表示該等容積測驗執行正確程度高，當該相關係數位於  $[-0.866, -0.5]$  之間，表示該等容積測驗執行正確程度中等，當該相關係數位於  $[-0.5, 0]$  之間，表示該等容積測驗執行正確程度低。

【0044】 該評估分析單元 150 計算腹部肌群於執行試驗所耗損之能量，即可得知使用者腹部最大運動能力。其中，該所耗損之能量以一能量耗損指標(m/s)表示。

【0045】 圖 5 係本發明能量耗損指標(m/s)之示意圖。如圖 5 所示，其係以胸部訊號為縱軸，腹部訊號為橫軸， $m$  為  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張、且平行於  $x$  軸之處的長度， $s$  為腹部訊號最大及最小值區間長度。該能量耗損指標(m/s)為該  $1/2$  胸部訊號最大及最小擴張值( $m$ )除以該腹部訊號最大及最小值區間長度值( $s$ )。

【0046】 能量耗損指標(m/s)值愈大，表示執行等容積測驗期間所耗損的能量愈大腹部肌群最大運動能力較差。圖 6 及圖 7 係本發明實際量測之能量耗損指標(m/s)之示意圖。如圖 6 所示，其呈現一斜率為負的直線，亦即其  $m$  為 0，因此其能量耗損指標(m/s)為 0，此係最佳情況。如圖 7 所

示，其呈現一圓形，亦即其  $m$  相當於  $s$ ，因此其能量耗損指標 ( $m/s$ ) 為 1，此係最差情況。

【0047】 圖 8 及圖 9 係依實際量測之能量耗損指標 ( $m/s$ ) 之示意圖。圖 8 的  $m$  為 0.000474， $s$  為 0.003334，其能量耗損指標 ( $m/s$ ) 為 0.1421。圖 9 的  $m$  為 0.000116， $s$  為 0.002283，其能量耗損指標 ( $m/s$ ) 為 0.0507。由能量耗損指標 ( $m/s$ ) 可知，圖 9 的使用者具有較佳之腹部肌群運動能力。

【0048】 圖 10 係本發明一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法的流程圖，其係使用本發明之基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 以對一使用者進行客觀性之腹式呼吸訓練效益的評估。

【0049】 首先，於步驟(A)中，藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統 100 進行等容積試驗訓練，以產生一相關係數、一 1/2 胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並產生最大運動能力的一能量耗損指標 ( $m/s_{\text{最大運動能力}}$ )。

【0050】 於步驟(B)中，藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統進行自行訓練，以產生自行訓練的一能量耗損指標 ( $m/s_{\text{自行訓練模式}}$ )。

【0051】 於步驟(C)中，以個人化閾值判斷，其判斷該自行訓練的該能量耗損指標 ( $m/s_{\text{自行訓練模式}}$ ) 是否小於或等於一閾值，若是，執行訓練成效評估，若否，重新執行步驟(A)。

亦即，於步驟(C)中， $\frac{m/s_{\text{最大運動能力}}}{m/s_{\text{自行訓練模式}}} \geq 0.7$  時，執行訓練成效評

估，或是，該閾值為  $\frac{m/s_{\text{最大運動能力}}}{0.7}$ ，該閾值為該最大運動能力的該能量耗損指標(m/s)的 1/0.7 倍。

【0052】 由前述說明可知，腹式呼吸(Abdominal Breathing, AB)過程係由腹部肌群主導，且腹式呼吸(AB)過程可由胸腹腔外廓變化得知，本發明利用量測一使用者腹部呼吸波形及胸部呼吸波形，再使用互補式經驗模態拆解法(CEEMD)，分別產生一腹部訊號及一胸部訊號，並使用等容積測驗可用來評估腹式呼吸(AB)效益。執行等容積測驗時涉及到肌肉的強度，因此藉由判斷此執行成效可用於評估腹部肌肉機能，達到客觀的腹式呼吸(AB)學習成效評估。同時，於自行訓練時，先以等容積試驗以獲得一使用者的最大運動能力的一能量耗損指標( $m/s_{\text{最大運動能力}}$ )，再進行自行訓練，本發明因考量每個使用者間腹部肌群之差異，其訓練效果遠較習知技術為佳。

【0053】 同時藉由本發明之技術，在了解使用者腹部肌群初始狀態後，進行兩個腹式呼吸訓練模式，訓練過程中除了可即時提供腹部肌群運動模式，可讓使用者更了解其腹部肌群狀態，更能以此為基礎評估使用者腹式呼吸訓練成效，以完成個人化評估系統。

【0054】 上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

**【符號說明】**

**【0055】**

基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統100

第一感測單元110

第二感測單元120

資訊擷取單元130

資料解構單元140

評估分析單元150

呼吸帶111、113

步驟(A)~步驟(C)

**【生物材料寄存】**

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

**【序列表】(請換頁單獨記載)**

## 申請專利範圍

1. 一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，適用於客觀性評估一使用者之腹式呼吸效益，該系統包括：

一第一感測單元，鄰接於該使用者的一腹部，用以自該使用者呼吸時量測該腹部所產生的腹部位移變化量以取得多個腹部呼吸訊號；

一第二感測單元，鄰接於該使用者的一胸部，用以自該使用者呼吸時量測該胸部所產生的胸部位移變化量以取得多個胸部呼吸訊號；

一資訊擷取單元，電性耦接至該第一感測單元與該第二感測單元，用以根據所量測的該多個腹部呼吸訊號而產生一使用者腹部呼吸波形，及根據所量測的該多個胸部呼吸訊號而產生一使用者胸部呼吸波形；

一資料解構單元，電性耦接至該資訊擷取單元，以消除該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的雜訊，並萃取出該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的主要呼吸成分，以分別產生一腹部訊號及一胸部訊號；以及

一評估分析單元，電性耦接至該資料解構單元，依據該腹部訊號及該胸部訊號，計算該腹部訊號及該胸部訊號之一相關係數、一 $1/2$ 胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並依據該 $1/2$ 胸部訊號最大及最小擴張值及該腹部訊號最大及最小值區間長度值，計算該使用者之腹部肌群於執行試驗所耗損之能量，而產生使用者腹部最大運動能力。

2.如申請專利範圍第1項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該第一感測單元與該第二感測單元分別具有用以取得該使用者的該多個腹部呼吸訊號的一壓電元件，且該資訊擷取單元藉由整合所量測的該多個腹部呼吸訊號而產生該使用者腹部呼吸波形，該資訊擷取單元藉由整合所量測的該多個胸部呼吸訊號而產生該使用者胸部呼吸波形。

3.如申請專利範圍第2項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該第一感測單元與該第二感測單元係於該使用者使用一腹式呼吸及一等容積測驗時，擷取該多個胸部呼吸訊號及該多個腹部呼吸訊號。

4.如申請專利範圍第3項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該資料解構單元係使用互補式經驗模態拆解法，並依據該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形的局部特徵時間尺度，將該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形分解成多個內生性建模態函數，並萃取出該使用者腹部呼吸波形及使用者胸部呼吸波形中的主要呼吸成分，以分別產生該腹部訊號及該胸部訊號。

5.如申請專利範圍第4項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該腹部訊號係該使用者腹部呼吸波形所分解成該多個內生性建模態函數的主要呼吸成分，該胸部訊號係該使用者胸部呼吸波形所分解成該多個內生性建模態函數的主要呼吸成分。

6.如申請專利範圍第5項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該相關係數用以顯示該等容積測驗執行正確程度。

7.如申請專利範圍第6項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，當該相關係數位於 $[-1, -0.866]$ 之間，表示該等容積測驗執行正確程度高，當該相關係數位於 $[-0.866, -0.5]$ 之間，表示該等容積測驗執行正確程度中等，當該相關係數位於 $[-0.5, 0]$ 之間，表示該等容積測驗執行正確程度低。

8.如申請專利範圍第7項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統，其中，該所耗損之能量以一能量耗損指標表示，該能量耗損指標為該 $1/2$ 胸部訊號最大及最小擴張值除以該腹部訊號最大及最小值區間長度值。

9.一種基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法，適用於訓練一使用者藉由使用一基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統以進行一腹式呼吸訓練評估，該方法包含步驟：

(A)藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統進行等容積試驗訓練，以產生一相關係數、一 $1/2$ 胸部訊號最大及最小擴張值、及一腹部訊號最大及最小值區間長度值，並產生最大運動能力的一能量耗損指標；

(B)藉由使用該基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估系統進行自行訓練，以產生自行訓練的一能量耗損指標(m/s)；以及

(C)判斷該自行訓練的該能量耗損指標是否小於或等於一閾值，若是，執行訓練成效評估，若否，重新執行步驟(A)。

10.如申請專利範圍第9項的基於腹部肌群機能之個人化腹式呼吸訓練評估方法，其中，該閾值為該最大運動能力的該能量耗損指標的 $1/0.7$ 倍。



圖式(請見下頁)

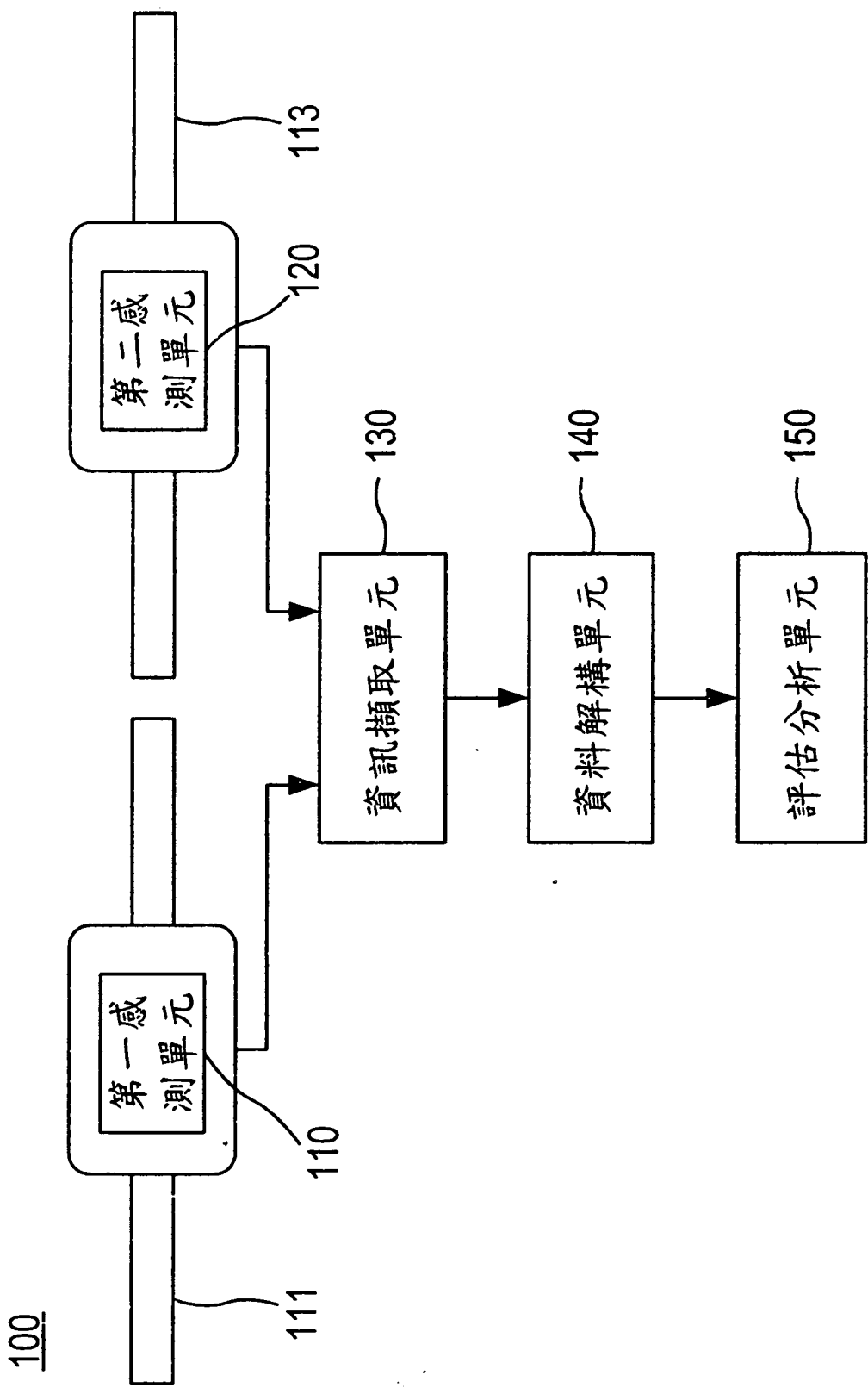


圖 1

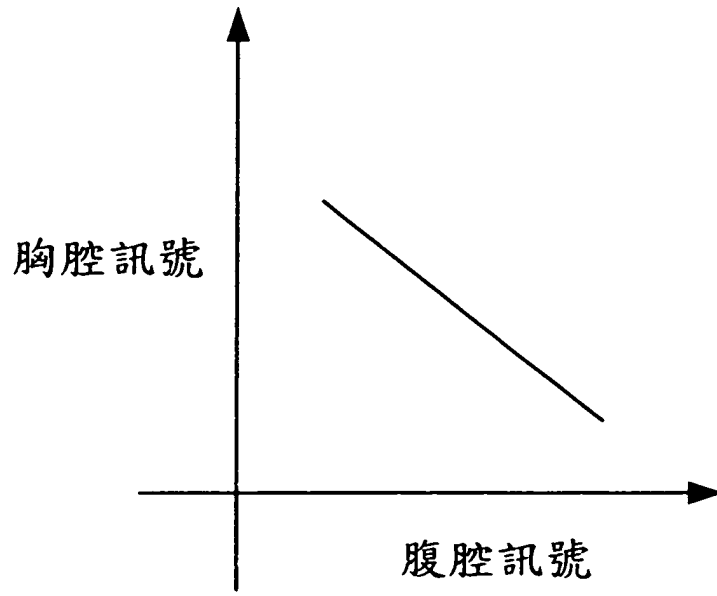


圖 2A

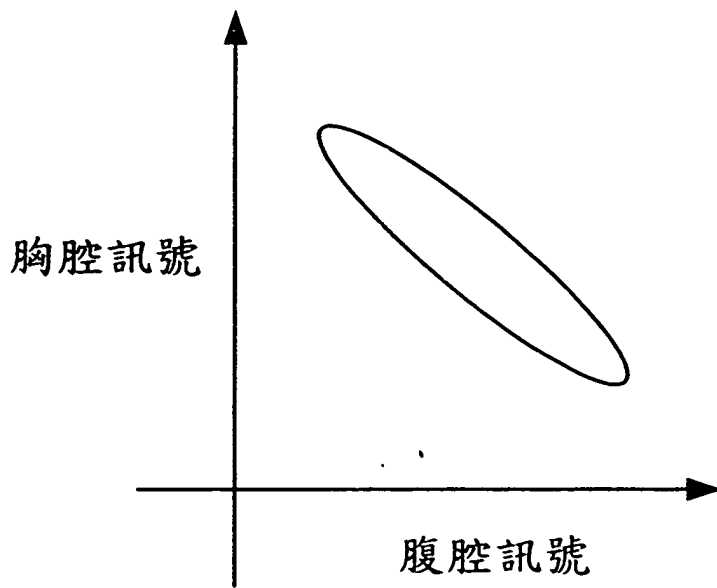


圖 2B

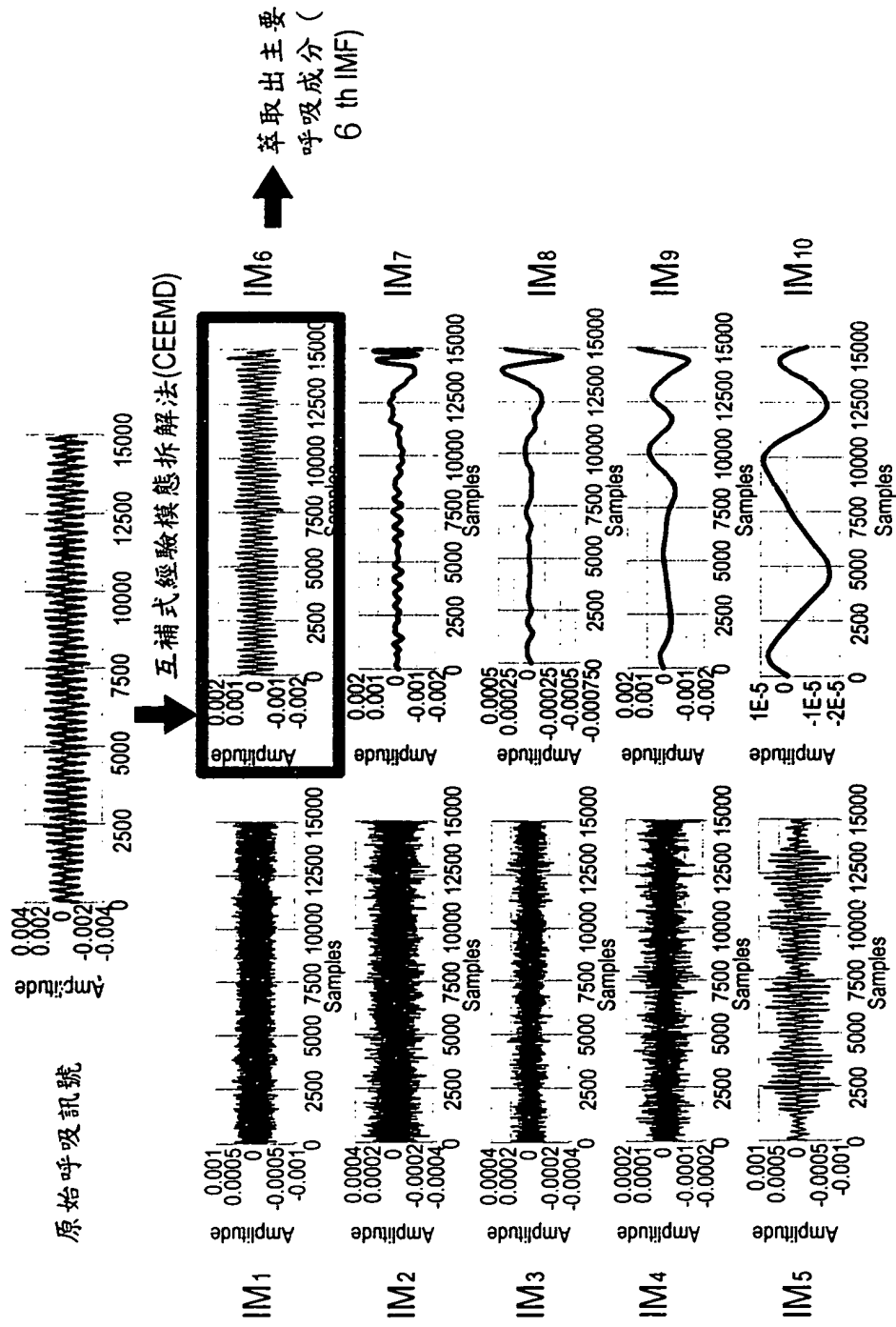


圖 3

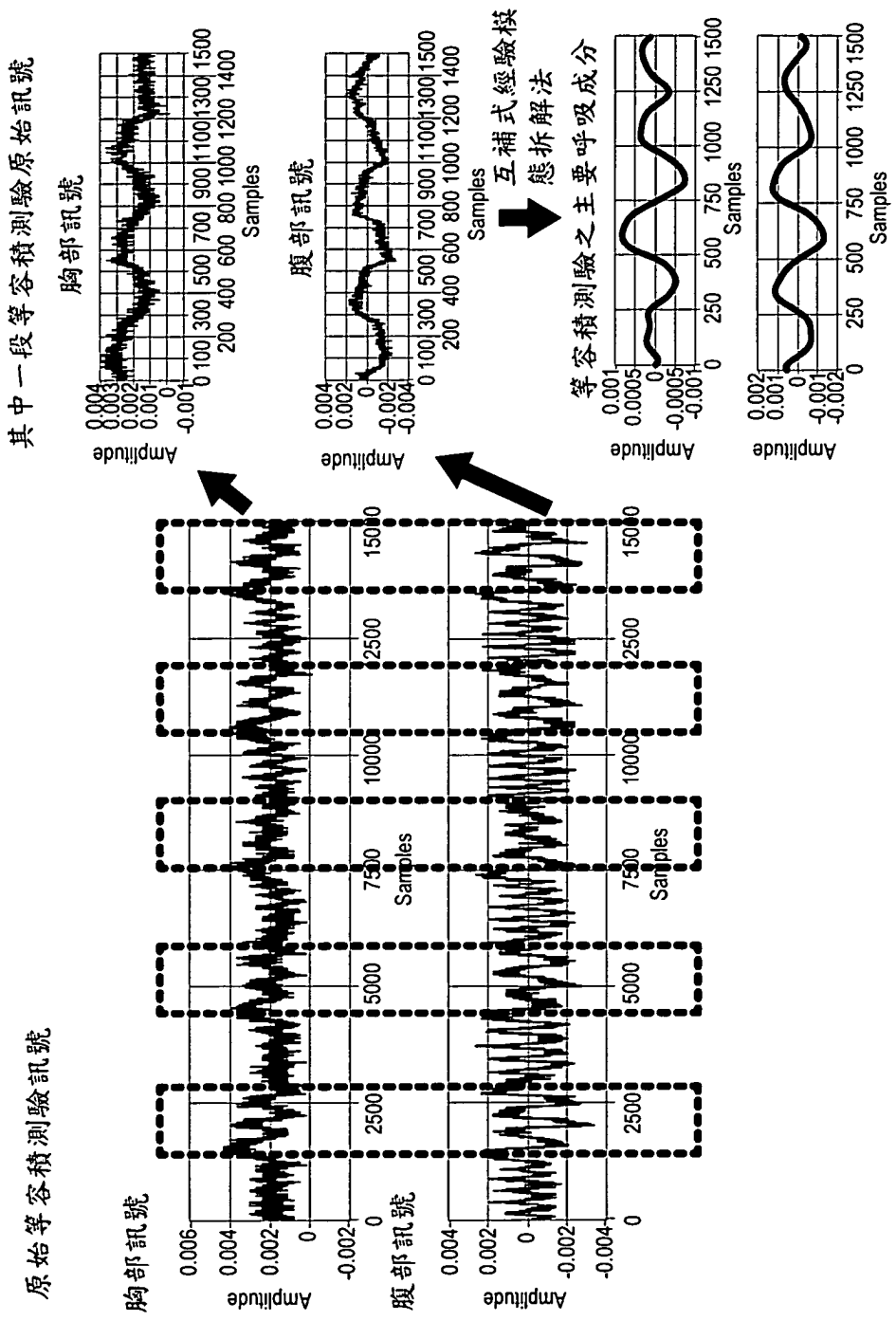


圖 4

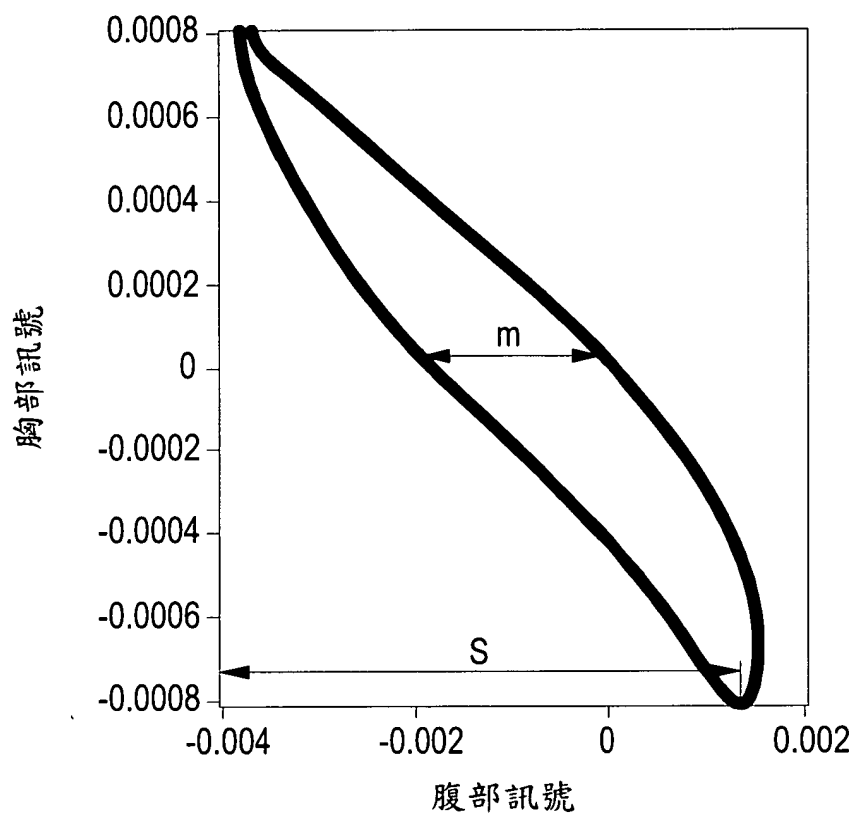


圖 5

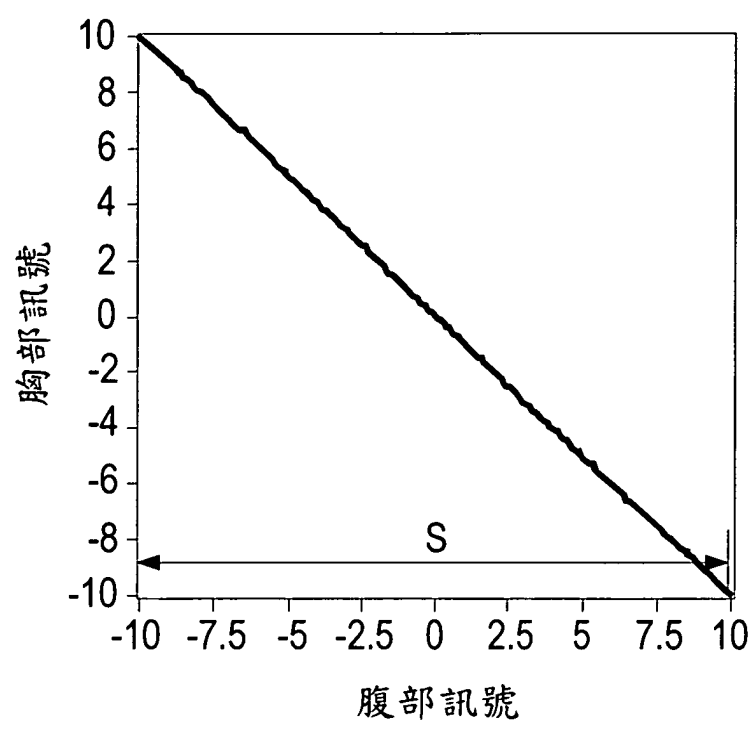


圖 6

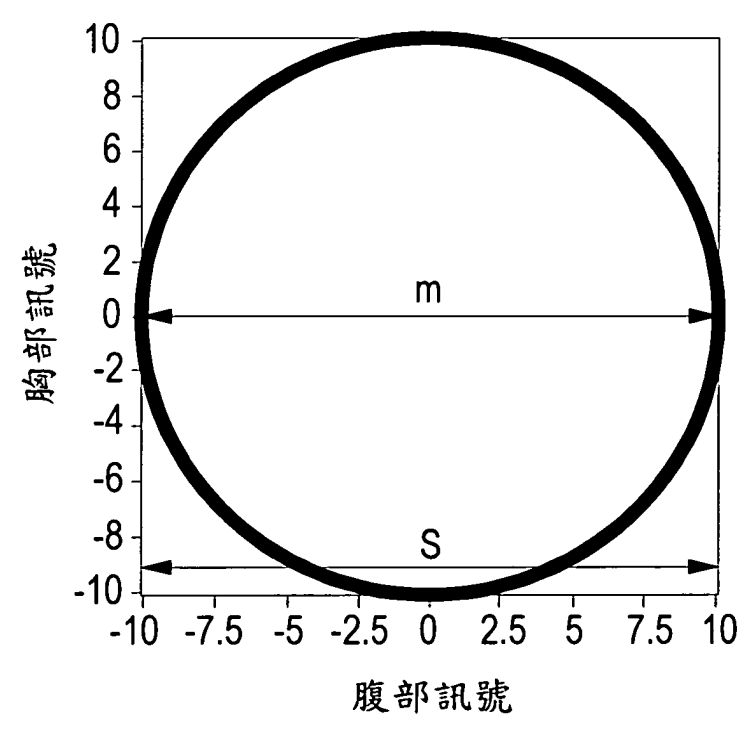


圖 7

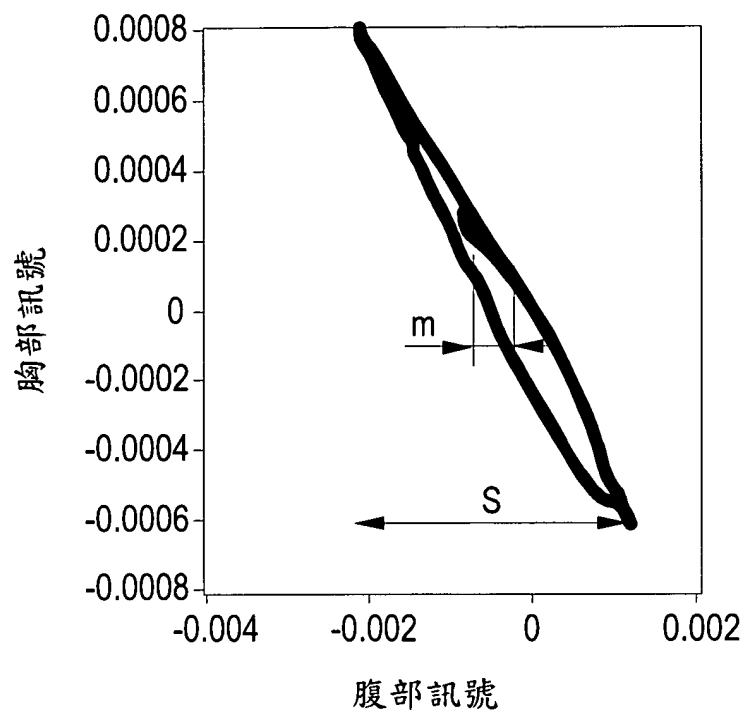


圖 8

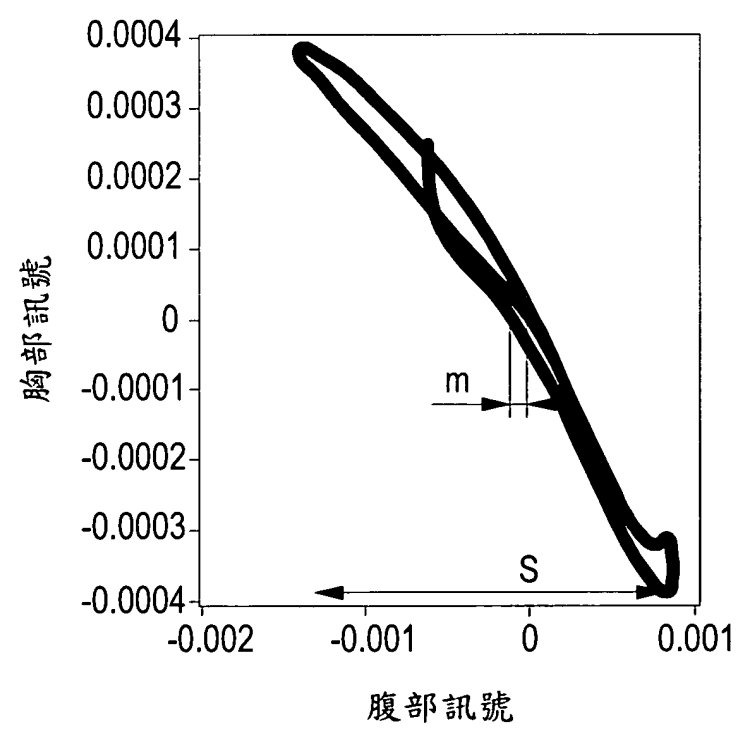


圖 9



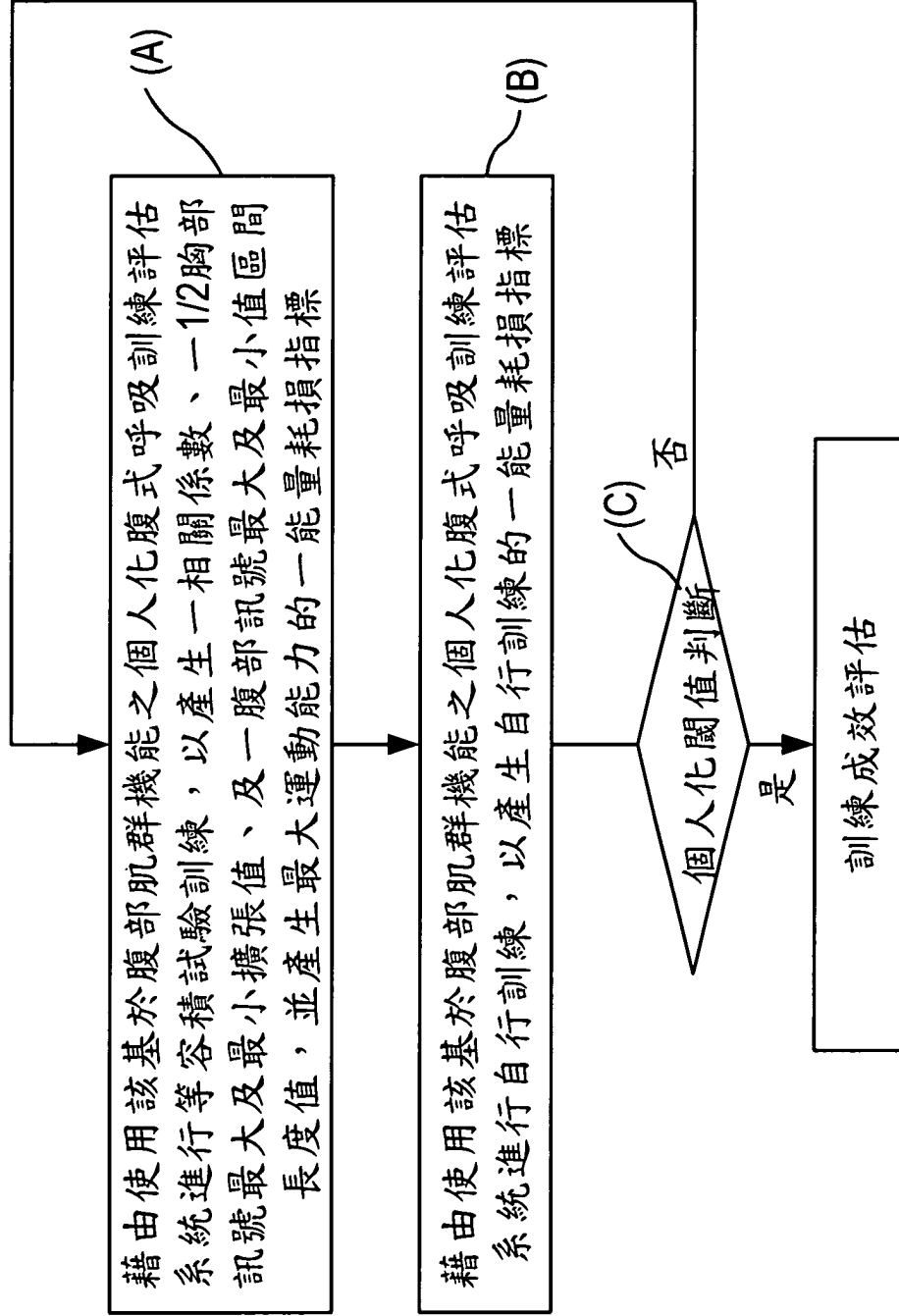


圖 10