

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97124066

※ 申請日期： 97.6.27

※IPC 分類： G01N 1/4 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

複合式手動電子吸量管

HYBRID MANUAL-ELECTRONIC PIPETTE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

瑞寧器材公司 / RAININ INSTRUMENT, LLC

代表人：(中文/英文)

詹姆士 S. 培翠克 / PETREK, JAMES S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 94621 奧克蘭水邊路 7500 號

7500 Edgewater Drive Oakland, CA 94621, USA

國 籍：(中文/英文)

美國 / USA

三、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 哈肯 T. 瑪格尼森 / MAGNUSSEN, HAAKON T.

2. 詹姆士 S. 培翠克 / PETREK, JAMES S.

3. 威廉 D. 漢柏 / HOMBERG, WILLIAM D.

4. 安 卓 凡斯汀 / VAINSHTEIN, ANDREW

5. 克莉斯汀 K. 愛柏 / APPLE, CHRISTIAN K.

國 籍：(中文/英文)

1. 美 國 / USA

2. 美 國 / USA

200907322

3. 美 國 / USA
4. 加 拿 大 / Canada
5. 美 國 / USA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、2007.06.29、60/947,367
2. 美國、2007.09.27、11/906,180
3. 美國、2007.09.27、11/906,140
4. 美國、2007.09.27、11/906,187
5. 美國、2007.09.27、11/906,178

無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：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於容積可調整之手動吸量管，而特別有關於備有電子活塞位置感測器與使用者介面的手動操作之吸量管。

【先前技術】

美國專利第 3,812,305 號(“305 專利”)說明其中一種最早的商用數位可調整空氣位移吸量管。為了提供容積的調整，吸量管包含一延伸而穿過固定螺帽的帶螺紋柱軸。柱軸的手動調節會產生止動組件之軸向移動，用以限制柱塞之軸向移動，藉以定義吸量管之容積設定。將容積之設定顯示於由每個皆環繞著帶螺紋柱體之包含一系列指示器圓環的機械測微計顯示器之上。

美國專利第 4,909,991 號說明晚期商用的單一通道手動吸量管，此乃是由日本東京的 Nichiryo 有限公司所製作的。Nichiryo 吸量管包含一用於一向上彈跳式柱塞之延長手握外殼。柱塞上端會延伸於外殼頂部之上，並且承載一控制旋鈕，以為手動調節柱塞之拇指與手指嚙合之用，並且以為在上止動器與下止動器之間軸向移動其吸量管外殼中的柱塞之用，其中於此則藉由柱塞之向下移動來排出在牢固於外殼下端的尖端之內的所有液體。上止動器會相應於中空容積調整的螺栓或鎖在柱塞的柱軸之調節，而在外殼之內為可軸向移動的。上止動器之軸向調整會調整液體之容積，吸量管能夠相應於柱塞向上移動至上止動器而引

入尖端。吸量管同樣也包含一閃鎖機件，其包含用以閃鎖住柱塞而使之不會轉動之閃鎖旋鈕，藉此設定上止動器於固定之位置，並因而設定吸量管之容積調整。

在如此的吸量管中，典範地從串疊指示器圓環中讀取容積之設定值，每一個皆帶有從零至九的數字。最不明顯的(通常為最底部的)圓環會耦合至容積調整螺栓之位置，並且校準之，致使藉由所耦合的圓環上所示數字之單一單元之改變，會反映出吸量管容積中單一單元的改變(如上止動器之位置所定義的)。所剩的圓環則充當最小有效圓環中所示的數十、數百、或者數千增量之計數。

此時，在'305 專利容積指示器開始出現後三十年，最常用的手動吸量管仍然使用機械式的容積指示器，此在操作上極相似於在此所揭露的其中一者。然而，將會察知的是，如此的機械式容積指示器具有數個缺點。機械耦合之指示器將會具有某些程度的鬆弛或者後座力，此因設定上限的螺栓與所顯示的數字之間的連合所致。如果使用者以某一方向轉動螺栓達到所需之設定值，但卻過量，則由於此種效應，是以對所要記錄於容積指標相反方向的細微調整可能會是困難的。再者，即使以諸如'305 專利中所揭露的其中一者之嚴密機械式配置，仍難以準確地補償容積設定值中所呈現的任何之非線性，例如，在相較於吸量管總容量為極微小的容積，即使是當已知非線性為已知且一致跨於所製造的諸多吸量管。並且當非線性不一致並且因製造變異所致時，幾乎不可能以機械式設備完全補償之。

美國專利第 6,601,433 說明商用的”Ovation”吸量管，由 Vistalab Technologies 公司所販售。在這些吸量管中，一如專利中所說明的，藉由具有數位控制之電動馬達驅動機構來定位容積調整上止動器。數位控制會致使容積設定值之校準，但由於不會有手動操作柱塞位置之電子感測器，因此柱塞精確的位置並不能夠在任何所給定的時間上予以確定，並因而容積調整上止動器之準確校準不可能一直反映使用吸量管之結果。再者，馬達驅動設備會給予不需要的複雜度給至裝置並且需要明顯數量的操作電力，而且所以同樣也需要合理的大容量電池。馬達驅動器與電池兩者皆會增加尺寸、重量與相當大的費用。

PCT 公開第 WO2005/093787 A1 號說明可從法國 Villiers le Bel 的 SAS 之 Gilson 購得的”Ultra”吸量管。Gilson 之 Ultra 吸量管使用傳導性軌道以及相應的接觸刷 (brush)，藉以當容積調整螺栓轉動時，將脈波之順序傳送至微處理器。以如此之方式，藉由計數脈波，微處理器便能夠識別出調整螺栓何時要上移或下移，並且基於前一個位置之資訊便能計算出新的位置。但由於此種設計，若沒有之前的資料，微處理器並不能夠判斷止動器之絕對位置。如果將電力移除或者有故障發生，便必須藉由移動調整螺栓至已知的位置以及重新設定吸量管，而重新校準容積的讀數，並且依照使用傳統的吸量管調整機構，便能夠轉動螺栓的諸多圈數來實現之。再者，軌道上的刷新 (brush) 編碼器設計易受日積月累的磨損與不可靠性之影響，並且由於編碼

器以機械式鏈結至調整機構，因此會發生鬆弛以及後座力。

已經研發出了其他具有電子數位顯示的容積可調整手動吸量管，並且揭露於美國專利第 4,567,780 號、第 4,763,535 號、以及第 5,892,161 號中。

就更完整地了解有關於手動吸量管容積可調整性之習知技術目前狀態而言，以上所發現的專利每個皆合併參考於本申請書。

賦予本發明受讓人 2002 年 8 月 6 日所發佈的美國專利第 6,428,750 號、以及同樣也賦予本發明受讓人 2007 年 2 月 13 日所發佈的美國專利第 7,175,813 號說明改良的容積可調整手動吸量管，具有快速設定之容積調整機構以及柱塞位置感測器。藉由感測與控制電路來監控吸量管的容積設定，藉以在電子數位顯示器上提供吸量管容積設定值之即時顯示。儘管在手動吸量管之習知技術中，快速設定與容積顯示特性代表著相當大的進展，然而所說明的吸量管並不預期增強的吸量功能會超出快速改變容積設定之能力、或者會降低機械鬆弛或不可靠度的可能性影響吸量管使用之改良校準技術。

對包含吸量容積準確與高度可視顯示之可調整手動操作吸量管而言，會有持續的需求。能夠測量手動驅動的柱塞單元之位置、校準測量數值、以及顯示即時的位置之吸量管吻合此一需求，而即時測量數值、校準、以及顯示將會致使增強的功能性能夠超越傳統之手動操作吸量管。

【發明內容】

所以，根據本發明的手動操作吸量管會應付目前商用的手握吸量管之缺點，並且會增加使用傳統吸量管所不能實現的額外功能。

根據本發明的複合式手動電子吸量管其中之一實施例包含一柱塞，被架置用以在外殼中手動移動往返於止動器之間，藉以吸入流體至並且自從外殼所延伸的尖端。該吸量管進一步設有一即時電子感測器、一低電力微控制器、以及一簡單的而易適應的使用者介面。

電子感測器允許活塞位置之感測以及透過使用者介面而對使用者之即時通訊。整合吸量管之處理器允許活塞位置上所要執行的各種不同計算，包含流體容積測量數值的有效益的使用、通訊與操縱、吸量技術分析、與較佳的實驗慣例一致的使用觀測與審核、效能的最佳化、校準之偏差量、多點非線性之校準、以及循環計數。

所要注意的是，由於其較低的成本與使用者選擇如何以手動將柱塞下推之基本控制，手動吸量管一直以來皆是所選擇的大眾化之系統。然而手動系統缺乏依據柱塞精確定位因而實際容積吸取與釋放之任何型的回授。

根據本發明的複合式吸量管代表手動吸量管研發之進展，其以提升能夠判斷柱塞精確位置、並且將之顯示給予使用者，而保留傳統人體工學的手動吸量管之控制與感知。此種技術致使 LCD 能夠即時顯示所要由吸量管吸取或者釋放的容積。

即時位置之感測乃是一種與諸多工業系統相結合的已知技術。普遍的工業應用包含控制系統、機器人、機械工具、以及測量設備。除了工業應用之外，位置感測通常也用於自動操縱、煞車、以及節流系統中。在諸多實驗室中，於泵浦系統與較大流體處理自動控制系統之定位機構通常能夠發現到設備位置之感測。至今，如此的感測能力尚未有效益地使用於低成本之手握式吸量管。

在根據本發明的複合式吸量管中，使用即時的定位感測器來監控活塞精密的位置，並因而監控柱塞之精密位置。直接與流體容積相關的柱塞/活塞之位置能夠直接顯示於 LCD 上。目前具有電子讀出裝置的手動吸量管通常會監控上止動器之位置，但不能夠告訴使用者柱塞(或者活塞)定位於何處。

在根據本發明的複合式吸量管中此種活塞/柱塞之即時感測會引起一些目前尚無法在任何手動吸量管中有使用的獨特特徵。

根據本發明的複合式吸量管能夠顯示吸進吸量管尖端之中的流體量，或者其能夠顯示要從尖端所驅除的流體量。所以，手動吸量管的使用者能夠執行類似對未知的流體量進行滴定法、稀釋法、多重釋放、以及測量之工作。

根據本發明的複合式吸量管能夠判斷可接受的吸量管技術是否因感測出樣本是否已經正確吹出或者柱塞移動是否太快而被使用。此對指導新使用者極為有效益。

就電子記憶體而言，吸量管在下一個表定服務到期時

能夠警示使用者，而在手動吸量管中提供一種獨特的 GLP 功能。

相對於標準手動吸量管中所使用的單一偏差量，根據本發明的複合式吸量管之即時感測能力容許所要使用的多數校準與補償功能(類似來自加州奧克蘭 Rainin Instrument LLC 之 EDP-1 與 EDP-3 電子式吸量管家族)。在本發明的實施例中，活塞位置修正功能、容積修正功能、以及使用者選擇校準功能全部皆能夠利用來改善或客製化吸量管之效能。

再者，根據本發明的複合式吸量管中之即時感測提供所使用的即時吸量管循環計數器。如果已經觀測到完整的吸量管循環，而沒有錯誤，則在並非簡單的計數柱塞下沉之循環計數器而僅計數吸量管的循環而已。

在根據本發明的複合式吸量管中，外殼中的軸向可移動容積設定構件會界定止動器數值及用於吸量管的容積設定，且藉由使用者可調節容積調整組件來進行軸向之移動。柱塞耦合至一空氣位移活塞以及一高度準確且可靠的電子位置感測器組件，其依序地將所要提供的測量值供應至低電力之微控制器以及顯示器，藉此致能柱塞位置上的即時回授、不僅基於容積調整止動器的位置同時亦基於柱塞和空氣位移活塞實際位置之容積設定值校準、以及數種增強的吸量功能模式與不能以傳統全機械式吸量管或者目前具有電子顯示的習知型態手動吸量管所實行之能力。柱塞對空氣位移活塞與感測構件之直接而牢固(亦即，免於鬆

弛)的耦合會消除機械的後座力，同時微控制器與使用者介面會輔助增加的利用率以及簡易之使用。藉由不僅針對從吸量管至吸量管逐一位置感測器訊號之變動進行補償，同時亦針對流體小容積的非線性但相對無變物理特徵，以及其如何與吸量管流體末端互動，多重校準功能便會提供高度準確與精密的操作。

所以，之後根據本發明所揭露的複合式手動電子吸量管包含一手動操作之活塞與一耦合至該活塞之電子活塞位移感測器、一具有相應於活塞在流體末端之移動而允許液體透過該空孔進而攫取或釋出的流體末梢空孔之流體牢固末端、以及一處理單元。所揭露的處理單元會接收來自電子活塞位移感測器的訊號，並且致使一補償子系統能夠施加一種活塞補償功能(藉以修正從活塞位移感測器所得的活塞測量訊號)、以及一種容積補償功能(藉以補償處理小容積流體固有的物理特性)，藉此將活塞位移感測器訊號轉換成已調整後的流體容積值。之後能夠藉由處理單元來使用調整後的流體容積值，藉以執行某些工作，或者能夠顯示給予使用者。處理單元會進一步執行一種技術驗證功能，藉以自使用者吸量操作來測量至少一個參數，藉以比較該參數至一些代表可接受吸量技術的準則，並且倘若與準則不相吻合則藉以從事一種行為(諸如警示使用者或者儲存不正確行為之記錄)。吸量管同樣也包含一能夠儲存代表已經如何使用吸量管的資料記錄之記憶體子系統。在本發明的實施例中，吸量管能夠透過一資料鏈路，將這些資料記錄

傳送至外部設備。處理單元尚會執行吸量循環之追蹤功能，藉以識別出於諸多不同種的吸量循環內之衝程與順序，並且能夠執行與之所連結的有效益行為，諸如致使不同的顯示模式以及測量不同的量。

如文中所說明的，本發明特別適用於空氣位移之吸量管，儘管應該注意的是，文中所說明的架構與功能同樣也可應用於正位移之吸量管。

【實施方式】

參照細節闡述用實施例，本發明說明於下。明顯的是，能以廣泛多種的形式來體現根據本發明之系統。所以，文中所揭露的特定架構與功能性細節乃是代表性的，而非要限制本發明之範疇。

首先參照圖 1，呈現根據本發明的複合式手動吸量管 110 之概觀闡述。在一般的配置中，複合式手動吸量管 110 相似於傳統的吸量管，其中使用者會握住吸量管 110 的手握式主體 112，並且操縱一個彈簧承載柱塞按鈕 114，藉以透過耦合至吸量管 110 之液體末端 118 的隨用即棄尖端 116 來控制流體的吸收與釋出。

如同傳統的”空氣位移”吸量管，柱塞按鈕 114 會操作一個配置用以位移液體末端 118 內的空氣之活塞；空氣的移動會致使液體相應的移動，假設氣密密封體會呈現在尖端 116 與所要處理的液體之間、尖端 116 與液體末端 118 之間、以及活塞與密封體之間(如圖 4 及以下所要闡述的)。

複合式手動電子吸量管 110 進一步包含一尖端噴射器

120，架置用以縱向移動於液體末端 118 之上，並且耦合至一尖端噴射器按鈕 122。在尖端 116 架置於吸量管 110 並且使用之後，便能夠藉由按壓噴射器按鈕 122 而噴射且去除之；此種功能再次媲美傳統吸量管之功能。

然而，在複合式電子吸量管 110 開始不同於傳統之處為包含有電子顯示器 126 與按鍵面板 128 的使用者介面 124 之存在。在根據本發明的吸量管 110 中，顯示器 126 與按鍵面板 128 會附加吸量管極微的重量、簡易地操作、以及致使得改良的效能乃至於附加在吸量管而非傳統吸量管所普遍實行的功能。這些差異將於下進一步詳細地探討之。

如圖 2 所示，設計與配置使用者介面 124 直觀而容易使用。在所揭露的實施例中，顯示器 126 為一種小型 LCD 230，而且該按鍵面板包含一個”MODE(模式)”按鍵 232、一個”CC(循環計數)”按鍵 234、以及一個透過一小型空孔 238 而可存取之嵌壁式”OPTION(選擇)”按鍵 236。如同以下將要進一步探討的，模式按鍵 232 通常用來捲動貫穿整個吸量管操作模式，而循環計數按鍵 234 則會操作該循環計數。嵌壁式選擇按鍵 236 通常用來存取選擇的清單，其給予複合式手動電子吸量 110 的先進特徵與容量之使用。

使用者介面進一步包含一活塞之柱塞柱軸 240 以及一容積設定門鎖控制桿 244，其中柱塞按鈕 114 架置於柱軸 240 之上，在依照箭頭 242 所指示而轉動時，同樣也充當一種容積設定旋鈕。容積設定門鎖控制桿可從最左邊的非

門鎖位置 246 與最右邊的門鎖位置移動，如箭頭 248 所指示的。在最左邊的非門鎖位置 246，柱塞按鈕自由轉動與改變吸量管 110 的容積，如同傳統的吸量管一般，同時在最右邊的門鎖位置(箭頭 248)，柱塞按鈕受到限制而無法轉動地移動(因而固定了容積)，但仍允許使用者的拇指推動，藉以依照使用者所需而控制液體的吸收與釋出。門鎖設備的設計與操作在本發明受讓者所擁有的美國專利第 5,849,248 號中提出，在此合併參考其全部。此類型的機構為眾所周知的。

如同在圖 3 簡化的圖示所看到的，進一步提供一手指掛勾 310，以允許使用者保持輕鬆地握於主體 112。柱塞按鈕 114、柱塞按鈕柱軸 240、吸量管主體 112、以及液體末端 118 皆同軸於中心線 312，藉此允許位於吸量管 110 的柱塞按鈕與操作部分之間的單一連桿 410(圖 4)位於液體末端 118 中，其操作而沒有實質鬆弛的後座力。再者，由於吸量管 110 的質量集中於中心線 312 附近，而且位於手指掛勾 310 之上的顯示器 126 與按鍵面板 128 僅含有極小的質量，因此根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 仍是如同傳統吸量管一般的容易操作。

如在圖 4 中功能上所闡述的，連桿 410 會致使柱塞按鈕 114 能夠直接透過柱塞按鈕柱軸 240 而作用至活塞 412，此透過密封體 413 而與液體末端 118 維持氣密。密封體 413 會維持在相對於液體末端 118 之固定位置，並且進一步形成對液體末端 118 內部部分之氣密密封體。所以，隨著操

縱柱塞按鈕 114，會致使活塞 412 移動經過密封體 413，並且位移液體末端中的空氣容積。隨著一洞孔 150(圖 1)設置在尖端 116 的末梢端(此於液體末端 118 的末梢端上，與空孔 422 通連)而且在所有其他的位置上維持有實質的氣密，則液體(或者任何之流體)進入或退出尖端 116 的唯一路徑便是經由洞孔 150，並且在活塞 412 所位移的空氣容積以及吸量管 110 所操控的液體容積之間會有決定性的關係。如同以下將進一步詳細探討的，此種在於空氣位移以及液體操控之間的關係通常是線性的，但須經某些修正。傳統手握式手動吸量管會將這種關係當作是具有可修正的零偏差量之精確線性。

透過柱塞按鈕柱軸 240 而在於柱塞按鈕 114 以及活塞 412 之間的同軸連桿 410 與連接會致使位置感測換能器 414 能夠連接至該處，共同地形成一活塞配件 408，並且提供任何時刻所要判斷的柱塞按鈕 114 之準確與特定位置。位置感測換能器 414 尺寸上為小型的，並且僅需要極低的操作電力。所以，根據本發明的手握式手動電子吸量管 110 具有媲美於傳統手動吸量管之觸覺感受，而且任何用來供給位置感測換能器 414 與顯示器 126 電力的電池會相當小。在所揭露的實施例中，位於顯示器 126 以及手指掛勾 310(圖 3)之間的吸量管主體 112(圖 1)之突出部分 415 會覆蓋著一個主要(非可重複充電的)鈕扣型電池，足以供應根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 之電力為至少數個月，儘管所認知的是，同樣也可以利用可重複充電的電池

以及其他電池形成因素，或者可以經由外部電源提供吸量管 110 電力。

如所闡述的，位置感測換能器 414 包含兩個構件：一個固定於活塞柱塞柱軸 240 並與之移動的滑動構件 416、以及一固定於吸量管主體 112 的固定構件 418。所以，位置感測換能器 414 接著便能夠檢測出並且計算出滑動構件 416 以及固定構件 418 之間的縱向位移。將會確認的是，會有數種能夠實現此種功能的感測構件之配置，包含而不受限於可變電阻器(電位計)、光感測器、電容性感測器、電感性感測器、或者磁場感測器，其中某些於下進一步探討之。有效益的是，將滑動構件 416 以及固定構件 418 之間的機械齧合與摩擦最小化，藉此減少整個時間上的失效之可能性以及重複的使用。再者，保持滑動構件 416 為被動狀態而不直接加以能量，則會有相似的優點，藉此消除提供移動部件任何電氣連接之需求，此部件久而久之便可能有傾向於彎曲、折斷、或者其他種類之失效。

如同傳統之手動吸量管，柱塞按鈕 114(圖 1)會對兩位置產生彈簧偏移，稱為如圖 5 所示的鬆開與延展位置 510、以及圖 6 所示的本位位置 610。不以壓力施加於柱塞按鈕 114，柱塞彈簧 420(圖 4)即會將柱塞按鈕 114 偏動向上而頂住上容積設定止動器，藉由調節柱塞按鈕 114 與止動器位置調整機構來調整其位置，如以上所探討的。在此一位置，活塞柱塞柱軸 240 與柱塞按鈕 114 位於相對於吸量管 110 的主體 112 之鬆開與延展位置 510，如圖 5 所闡述的。

在圖 6 所闡述的固定本位位置 610 上，藉著柱塞按鈕 114 已經部分下壓，而增加對柱塞按鈕的下壓之抵抗力。如同手握式吸量管建構中所常見的，會將一輔助吹出彈簧附加至柱塞彈簧 418 所提供的抵抗力。藉由吸量管的使用者來感測所增加的抵抗力，並且定義本位位置 610。在鬆開與延展位置 510 以及本位位置 610 之間的是，僅有柱塞彈簧 420 會將柱塞按鈕的位置偏動向上而朝著其之延展位置 510，並且需要相對較輕的第一力度準位，藉以抵抗彈簧的偏動。在本位位置 610 與圖 7 所示的完全下壓吹出位置 710 之間，柱塞彈簧 420 與吹出彈簧兩者皆用以向上抵抗柱塞按鈕 114，並且需要較高的第二力度準位用以抵抗彈簧的偏動。包含主要柱塞彈簧 420 與輔助吹出彈簧的此種配置在手握式吸量管中乃是常見的。

所以，在本位位置 610，使用者會在兩個彈簧力之間感知出一種有觸覺的轉變，並且藉由運用第一準位與較高的第二準位之間的力量，使用者便能夠簡易地保持柱塞按鈕於本位位置。如以下將要進一步詳細探討的，在根據本發明的複合式手動電子吸量管以及傳統的手動吸量管中，就某種所需的吸量操作而言，使用者用以辨識並且維持活塞 412 於本位位置 610 的能力為必需的。

圖 8-10 闡述根據本發明的複合式手動電子吸量管 110(圖 1)當以相似於傳統手握式使動吸量管的方法使用時之使用者介面顯示器 126，其亦即處於傳統模式(Tradition Mode)下。

當使用者藉由滑動容積設定門鎖控制桿而將容積設定門鎖於已門鎖位置 248 時，門鎖狀態開關 2117(以下的圖 21) 便會啟動，致使” UNLOCKED(未門鎖)”指標從 LCD 230 消失，並且如圖 9 所闡述的，LCD 230 顯示不管活塞 412 位置為何的固定容積設定值 910。顯示器 126 會從活塞 412 的即時位置解耦合，允許使用者一瞥而決定吸量管的容量，而不論使用者從事哪一個階段之吸量行為。當然，將會觀察到的是，處理單元仍會接收活塞 412 位置的測量值；簡單地不顯示之。

當容積設定門鎖控制桿受到啟動時，便會取得活塞 412 位置之準確且精確的測量值，並且由處理單元校準之，如下更詳細所提出的。由於牢固的耦合於柱塞按鈕 114、位置感測換能器 414 的滑動構件 416、以及空氣位移活塞 412 之間，並且進一步由於位置感測換能器 414 用以準確且精確地讀取活塞位置、以及處理單元用以調整所觀測到的位置並且依照所需而施加線性與非線性補償、校準、與調整功能之能力，因此相較於通常可能以機械轉動位置讀出裝置而使用手動吸量管，認為此種容積讀數更為精密以及更為準確。特別是電子顯示器不易受鬆弛與後座力影響；以下將詳細說明其他的優點。

在傳統吸量操作之期間中，一般會有兩個所要執行的主要行為。第一，攫取容積等於吸量管 110 設定值之樣本，及第二，接著釋放或者釋出該樣本。

當柱塞按鈕 114 在攫取液體之前處於本位位置 610 時，

處理單元便會觀測到活塞 412 相應的位置，並且如圖 10 所示的，一個”PICKUP(攫取)”記號 1010 便會伴隨著容積設定值 1012 而出現在 LCD 230 之上。此提供使用者在視覺上的驗證活塞 412 是處於本位位置 610 以及此為開始液體攫取衝程之適當時機。所要提及的是，數種其他的顯示器操作模式為可行的，並且皆在於本發明的範疇之內。

在一個完全的傳統吸量循環中，執行攫取樣本並且將之釋出的主要行為，此藉由圖 11 的簡單流程圖來闡述之。

首先，使用者藉由將柱塞按鈕 114 移動至本位位置 610 而準備攫取樣本(步驟 1110)。使用者會注意到顯示器指示”PICKUP(攫取)”1010(步驟 1112)。在短暫的暫停之後，使用者將尖端 116 插入所要處理的液體中，並且藉由逐漸鬆開(步驟 1114)柱塞按鈕 114 直到其達到延展位置 510 來吸取或者攫取樣本。在吸取衝程的結尾，隨著活塞的鬆開(步驟 1116)，吸量管 110 便會裝容著等於 LCD 230 上所顯示的容量之液體數量，當然假設正確地執行吸取衝程。

接著，使用者移動吸量管 110 於容器之上，並且藉由逐漸將柱塞按鈕 114 推進至本位位置 610 而將液體樣本釋出(步驟 1118)。當活塞 412 位於本位位置(步驟 1120)時，便已經執行了釋放衝程，但如同吸量小容積液體的習知技術中所周知的，在此一階段，某些液體可能會不如預期而殘留在尖端上。所以，使用者推進柱塞按鈕 114 經過本位位置 610 而至下止動器，此為一種已知的”吹出(blowing out)”樣本之操作，使用者並且使尖端觸碰到容器表面，藉

以移除任何最後所黏著的小滴，如已知的”觸動脫離(touching off)”(步驟 1122)。

活塞 412 接著會處於本位之下的吹出區域中(步驟 1124)，而柱塞按鈕 114 則完全下壓 710。為了執行另一衝程，使用者會鬆開柱塞按鈕 114 上的某些壓力(步驟 1126)，藉以將活塞 412 返回至完全延展與鬆開的位置 510，此需要從延展位置到本位位置之另一次返回以準備執行另一次的吸取(步驟 1110)。或者，替代返回至鬆開位置 510，使用者可以僅回到本位位置 610，以準備另一次緊接著吸取(步驟 1110)。

扼要重述某些範圍，將會觀察到傳統的吸量循環通常包含一個使活塞 412 處於本位位置 610(若有所需)之初始衝程、一個在本位活塞位置 610 上的預先吸取暫停、一個吸取衝程、一個在最上方的活塞位置之預先釋放暫停、一個釋放衝程、一個吹出衝程、以及一個返回衝程(不是返回到本位位置 610、便是返回到鬆開位置 510)。

同樣也可實行一種逆向吸量模式，其中的一個循環通常包含一個使活塞 412 處於其最下方完全下壓位置 710 之初始衝程、一個在最下方活塞位置 710 上的預先吸取暫停、一個在最上方鬆開活塞位置 510 上之預先釋出暫停、一個釋出衝程、一個在最本位活塞位置 610 上的後置釋放暫停、以及一個吹出衝程。在此一狀況下，吸量管會吸取超過在吹出位置 710 與本位位置 610 之間的活塞 412 行進期間中所吸取的慣用容量；釋放衝程僅包含釋放至本位位置 610，

而且棄用觸動脫離-吹出。用於逆向吸量之顯示器模式則是相同於傳統吸量所使用的。

所要進一步觀測的是，在日常工作之過程中，藉由吸量管的使用者頻繁執行此種步驟順序多次，是故可能會有吸量錯誤或者不準確產生，同時重複其步驟。根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 具有將警示發佈給予不適當吸量管操作技術的使用者之獨特能力。如此的警示可能是由於吸量管與其任何時刻準確地監控活塞 412 位置的能力相結合之韌體所造成。這些技術監控能力通常不會實行於傳統的吸量管中，而於下將進一步詳細探討之。

藉由根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 賦予各種其他有效益的複合式吸量管操作模式之能力。

傳統吸量循環說明於上並且參照圖 8-11。儘管透過 LCD 230 的容積設定之電子讀出裝置的確會改善容積設定操作之準確度與精密度，然此功能通常仍會出現(雖然以較低的準確度與精密度)在手動吸量管。手動吸量管通常不可實行的功能為追蹤模式(Tracking Mode)，此會追蹤活塞 412 的位置，並且即時將之與使用者通訊。吸量管操作的追蹤模式闡述於圖 12-14。

藉由下壓模式按鍵 232 直到"TRACK(追蹤)"指標 1210 顯示於 LCD 230 之上為止，以進入追蹤模式，如圖 12 所闡述的。於所有適切的時間，追蹤模式會在 LCD 230 上顯示活塞 412 的位置，允許使用者手動吸取與釋放諸如藉由維持柱塞按鈕 114 之準確控制所需的或多或少之液體。

在追蹤模式中，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 處於其未閘鎖位置 246(圖 2)，LCD 230 會依據容積 1212 顯示活塞 412 的即時位置，其中零為位於本位位置 610，而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510。“UNLOCKED(未閘鎖)”指標 1214 同樣也會閃爍。

如圖 13 所提到的，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 位於其閘鎖位置 248(圖 2)，LCD 230 便會依據容積 1310 而持續顯示活塞 412 的即時位置。如果使用者有所期望，便能夠藉由讀取顯示器上的數值來判斷任何時刻的尖端 116 中之液體容積。

既不需要亦無用的是提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節，所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時，處於追蹤模式的 LCD 230 便會簡單地讀取“bLo”1410(就“吹出”或者“零以下”而言)，如闡述於圖 14 的。

為了總和追蹤模式而定義出一吸量循環，包含一吸出衝程以及一釋放衝程。選擇的是，在釋放衝程之後，可能會有一吹出衝程。但一般而言，咸認為相較於傳統吸量模式或者逆向吸量模式，追蹤模式為一種受較少限制所支配的相對自由形態模式。

相似於追蹤模式的是，當僅有行動需求要重複攫取並且釋放液體量之時，混合模式(Mixing Mode)可以有所效用，以確保液體充分攪動與混合。此在手動模式甚至多於追蹤模式，並且儘管顯示器可能相似或者相同，仍然有所

效益的是定義個別的混合模式而超越並非所需的吸取與釋放速率、暫停、或者混合操作的其他觀念之任何約束，以上的約束並且可能會引起技術誤報，如以下將更詳細探討的。

滴定模式(Titration Mode)同樣也會允許追蹤活塞 412 的位置、以及即時將之與使用者溝通，並且闡述於圖 15-18。藉由下壓模式按鍵 232 直到” TITRATE(滴定)”指標 1510 顯示於 LCD 230 上為止，藉以進入來滴定模式，如圖 15 中所闡述的。

滴定模式通常用來逐漸地釋放試劑量，同時觀測其反應或者尋找液體所要釋放於其中的器皿之某種特性。所以，滴定模式接著有效益地允許液體量正被釋放時之持續測量。

在滴定模式中，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 處於其未閘鎖位置 246(圖 2)，LCD 230 會依據容積 1512 來顯示活塞 412 的即時位置，其中零為位於本位位置 610，而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 完全鬆開的位置 510。” UNLOCKED(未閘鎖)”指標 1514 同樣也會閃爍。

如圖 16 所提到的，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 位於其閘鎖位置 248(圖 2)，LCD 230 便會依據容積 1610 而持續顯示活塞 412 的即時位置，但其中零設定為柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510，而鬆開位置 510 與本位位置 610 之間的數值則表示負的容積。

所以，接著在完全吸取衝程之後，顯示器 126 會指示

從尖端 116 所釋放的液體量為從零開始的負數。在調整容積的同時，顯示器會指示容量 1510。在鬆開位置(藉著容積門鎖)，顯示器 126 會指示零 1610。在圖 7 典範的顯示器中，使用者已經充分下壓了柱塞按鈕 114，藉以釋放 102.6 微升之液體 1710。

如藉著追蹤模式，在滴定模式中既不需要亦無用的是，提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節，所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時，處於追蹤模式的 LCD 230 便會簡單地讀取”bLo”1810(就”吹出”或者”零以下”而言)，如闡述於圖 18 的。

為重述某些要點，滴定模式會定義一滴定吸量循環，包含一個如有需要而在吸取衝程之前到達本位位置之初始衝程、一在最上方的活塞位置之後置吸取暫停、一逐漸滴定釋放衝程、以及一用以摒棄過剩量之吹出衝程。

在根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 中，其他額外的操作模式乃是可行的。

例如，可實行一種轉移模式(Transfer Mode)，其中在許多釋放操作上所釋放的流體之累加數量乃是可行的。在所揭露的實施例中，藉由重複按下模式按鍵 232 直到”TRANSFER(轉移)”指標顯示於 LCD 230 上為止，以進入此種模式。附加模式(Additive Mode)相似於滴定模式，但其中可能會需要超過一個用以達成所需反應的單一釋放衝程。

在轉移模式中，隨著容積設定門鎖控制桿 244 處於其

未門鎖位置 246(圖 2), LCD 230 會依據容積而顯示活塞 412 的即時位置, 其中零為位於本位位置 610, 而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510。”UNLOCKED(未門鎖)”指標 1514 同樣也會閃爍。

隨著容積設定門鎖控制桿 244 位於其門鎖位置 248(圖 2), LCD 230 便會依據容積 1610 而持續顯示活塞 412 的即時位置, 但其中零設定為柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510, 而鬆開位置 510 與本位位置 610 之間的數值則表示負的容積。

所以, 接著在完全吸取衝程之後, 顯示器 126 會指示從尖端 116 所釋放的液體量為從零開始的負數。在調整容積的同時, 顯示器會指示容量。在鬆開位置(假定容積門鎖), 顯示器 126 會指示零。

如藉著追蹤模式與滴定模式, 其既不需要亦無用的是提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節, 所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時, 處於稀釋模式 (Dilution Mode) 的 LCD 230 便會簡單地讀取”bLo”1810(就”吹出”或者”零以下”而言)。

為重述某些要點, 轉移模式會定義一滴定吸量循環, 包含一如有需要而在吸取衝程之前到達本位位置之初始衝程、一在最上方之活塞位置的後置吸取暫停、一逐漸滴定釋放衝程、以及一用以摒棄過剩量之吹出衝程。

在初始釋放衝程(以及任何殘留的流體吹出)完成之後, 便可以執行另一次的吸取衝程與逐漸滴定釋放衝程。

在此後續吸取之後，LCD 230 上的容積讀數會反映出前次釋放衝程之總釋放量。例如，如果容積設定值為 200 微升，則在第一次釋放衝程之前，LCD 230 上的容積讀數為零微升。於第二次釋放，則為 200 微升，而且於後續每次循環中會增加 200 微升。並且於相應的釋放衝程之期間，更新的容積讀數會反映出從之前衝程的累加量。

在手動吸量管中通常不可行的另一種功能為稀釋模式，其中的吸量管用來攫取已知容量的兩種不同液體，並且在一個衝程中將它們一起釋放。

藉由下壓模式按鍵 232 直到”DILUTE(稀釋)”指標顯示於 LCD 230 上為止，或者可針對此一操作而使用追蹤模式。如隨著使用追蹤模式，稀釋模式會在所有適切的時間上將活塞 412 之位置顯示於 LCD 230 上，以允許使用者手動地吸取與釋放如藉由維持柱塞按鈕 114 準確控制所需之或多或少之液體。

在追蹤模式中，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 處於其未閘鎖位置 246(圖 2)，LCD 230 會依據容積而顯示活塞 412 的即時位置，其中零為位於本位位置 610，而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510。”UNLOCKED(未閘鎖)”指標 1514 同樣也會閃爍。

隨著容積設定閘鎖控制桿 244 位於其閘鎖位置 248(圖 2)，LCD 230 便會依據容積而持續顯示活塞 412 的即時位置。如果使用者有所期望，便能夠藉由讀取顯示器上的數值來判斷任何時刻的尖端 116 中之液體容積。

既不需要亦無用的是提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節，所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時，處於追蹤模式的 LCD 230 便會簡單地讀取 "bLo" 1410 (就 "吹出或者" 零以下" 而言)。

一般而言，使用者首先藉由執行一到達本位位置之衝程來執行一種稀釋操作，接著同時觀看 LCD 230，逐漸鬆開柱塞按鈕 114 直到已知的所需稀釋量攫取為止。之後，使用者將尖端 116 從稀釋劑移離，並且允許小氣隙存在，以便進入尖端 116。接著，在觀測 LCD 230 的同時，使用者將會攫取第二已知及所需的樣本量。將藉由樣本攫取衝程的起始以及樣本攫取衝程之結束之間在 LCD 230 上所顯示的數值差異來反映樣本的容積。稀釋劑與樣本兩者之後皆可能會釋出並且吹出。

總而言之，稀釋模式會定義單一稀釋吸量循環，包含一如有需要到達本位位置之初始衝程、一在本位活塞位置上的預先吸取暫停、一稀釋吸取衝程、一第一吸取暫停、一氣隙吸取衝程、一第二吸取暫停、一取樣吸取衝程、一預先釋放暫停、一釋放衝程、以及一吹出衝程。

在稀釋模式中，顯示器可以相同於追蹤模式中所提供的，或者在樣本吸取之前可以提供一種用以將顯示器歸零之機構，藉以允許樣本吸取從零開始，並且藉以消除其他方面所需的內在減法步驟。

多重釋放模式 (Multidispense Mode) 會允許單一樣本以多數小量之等分分配至多數個器皿。在所揭露的實施例

中，藉由按壓模式按鍵 232 直到”MULTI(多重)”顯示於 LCD230 上為止，以進入多重釋放模式，或者亦可以使用追蹤模式或滴定模式來執行此一操作。如同使用追蹤模式者，於所有適切的時間，多重釋放模式會在 LCD 230 上顯示活塞 412 的位置，允許使用者手動吸取與釋放諸如藉由維持柱塞按鈕 114 之準確控制所需的或多或少之液體。

在多重釋放模式中，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 處於其未閘鎖位置 246(圖 2)，LCD 230 會依據容積來顯示活塞 412 的即時位置，其中零為位於本位位置 610，而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510。”UNLOCKED(未閘鎖)”指標 1214 同樣也會閃爍。

隨著容積設定閘鎖控制桿 244 位於其閘鎖位置 248(圖 2)，LCD 230 便會依據容積而持續顯示活塞 412 的即時位置。如果使用者有所期望，便能夠藉由讀取顯示器上的數值來判斷任何時刻的尖端 116 中之液體容積。

既不需要亦無用的是提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節，所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時，處於追蹤模式的 LCD 230 便會簡單地讀取”bLo”1410(就”吹出”或者”零以下”而言)。

一般而言，使用者首先藉由執行將回到本位位置之衝程並且吸取充分覆蓋所需等分加上小額外數量藉以確保最後一個等分準確度之樣本量，來執行此多重釋放操作。再者，在觀看 LCD 230 的同時，使用者逐漸下壓柱塞按鈕 114 直到已知的所需等分已經釋出於第一個器皿之中為止。之

後，使用者將尖端移動至第二器皿並且釋放第二等分，而且依此類推，直到所有的等分皆已經輸送為止。在每個等分釋放衝程之起始與結束之間，將藉由 LCD 230 上所顯示的數值之差異，反映出每個等分的容積。在所有等分已經輸送之後，便可以釋出以及吹出吸量管 110 中任何剩餘的液體。

應該注意的是，多重釋放模式不僅考慮到相同容積的多數等分，亦考慮到多數不同的等分。一般而言，多重釋放模式的顯示器相同於滴定模式，需要使用者注意每個等分釋放衝程的測量起始與結束，並且需要使用者執行內在的減法，藉以確保每個等分為正確的。然而，在本發明的實施例中，在每次釋放衝程之後，顯示於 LCD 230 的容積皆可以不是手動(例如，經由顯示器的重置按鈕)便是自動地重置為零，此輔助使用上之簡易性。

總而言之，多吸量管 110 所提供的多重釋放模式會定義一多重釋放吸量循環，包含一如有需要之初始本位衝程、一在本位活塞位置上的預先吸取暫停、一吸取衝程、一預先釋放暫停、複數個等分釋放衝程與釋放暫停、以及一吹出衝程。

另一種通常不為手動吸量管所實行的功能為測量模式(Measuring Mode)，其中吸量管用來攫取未知的樣本量，並且測量其容積。

藉由下壓模式按鍵 232 直到”MEASURE(測量)”指標顯示於 LCD 230 上為止，或者可針對此一操作而使用追蹤模

式。隨著使用追蹤模式，測量模式會在所有適切的時間上，將活塞 412 之位置顯示於 LCD 230 上，允許使用者手動地吸取與釋放如維持柱塞按鈕 114 之準確控制所需之或多或少之液體。

在測量模式中，隨著容積設定閘鎖控制桿 244 處於其未閘鎖位置 246(圖 2)，LCD 230 會依據容積而顯示活塞 412 的即時位置，其中零為位於本位位置 610，而吸量管的最大容量則是位於柱塞按鈕 114 之完全鬆開的位置 510。”UNLOCKED(未閘鎖)”指標 1514 同樣也會閃爍。

隨著容積設定閘鎖控制桿 244 位於其閘鎖位置 248(圖 2)，LCD 230 便會依據容積而持續顯示活塞 412 的即時位置。如果使用者有所期望，便能夠藉由讀取顯示器上的數值來判斷任何時刻的尖端 116 中之液體容積。

既不需要亦無用的是提供在本位位置 610 之下的活塞 412 位置之細節，所以當柱塞按鈕 114 在於完全下壓的吹出區域 710 時，處於追蹤模式的 LCD 230 便會簡單地讀取”bLo”1410(就”吹出”或者”零以下”而言)。

一般而言，使用者藉由首先執行一到達本位位置之衝程來執行一種稀釋操作，接著同時觀測 LCD 230，逐漸鬆開柱塞按鈕 114 直到已知的所需稀釋量攫取為止。不進一步移動柱塞按鈕 114，使用者接著從 LCD 230 讀取有多少液體已攫取之測量值。所測量的液體之後則可以依照所需而釋出。

所要扼要重述的是，測量模式吸量循環包含一如有需

要之初始本位衝程、一在本位活塞位置上的暫停、一測量吸取衝程、一後置測量暫停以及一釋出衝程。

將進一步注意的是，之前各別的某些或者全部之吸量操作可以組合成為複雜順序的吸量操作，而且能以程式規劃根據本發明的複合式手動電子吸量管 110，藉以輔助之。

為了提供典範的論述，在相對較複雜的實驗室實驗中，可能需要依序執行以下的步驟：

(1) 首先將樣本從樣本盒轉移至已經裝有稀釋劑的第一器皿之中；

(2) 之後在第一器皿中，將樣本與稀釋劑混合；以及

(3) 最後則從第一器皿，將所稀釋的樣本多重釋放至一管架之中。

使用根據本發明的複合式手動電子吸量管 110，則能以程式規劃其處理單元，藉以致使模式開關自動作用於每個吸量循環結束點上，或者可以手動地限定其階段，以依序執行這些步驟。

為了詳盡闡述範例，一開始吸量管將會處於傳統之吸量模式，而顯示器上的指標可以指示使用者設定一特定容積，當達到正確的容積時則顯示一條訊息。端視將門鎖控制桿門鎖的是，使用者會執行傳統的吸量操作，藉以將所需的量從樣本盒轉移至混合器皿。

當樣本釋放於混合器皿之中並且吹出時，處理單元便會註明循環完成，接著並且切換成為混合模式 (Mixing Mode)。使用者之後則在混合器皿中執行所需的混

合操作，並且在結尾(例如，不是藉由按鍵按壓、便是藉由從最後衝程而經過數秒)，處理單元之後便會自動切換至多重釋放模式，請求使用者進行另一次的容積調整，並且其後允許使用者執行該操作。

總而言之，合成模式(Composite Mode)會定義從傳統循環、反向循環、追蹤循環、滴定循環、稀釋循環、混合循環、以及測量循環中所選擇的複數個循序吸量循環，而且在其中的某些步驟，吸量管可以將特定的指令或餘數通訊傳遞至使用者，以下將詳細額外地探討之。

將要確認的是，在合成模式(或者其他前述的模式)中，使用者可能會得到吸量管的”非同步(out of sync)”。預期根據本發明的吸量管 110 能夠藉由觀測起始與結束點、速度、方向、以及若有所需的前面衝程可比較之細節來區分相似的衝程之間(例如，吸取衝程對返回衝程)，能夠致使所要執行的衝程之意義清楚並且對其施加正確的準則。

有可能繁重的是透過內建的使用者介面 124 提供這些相對較複雜的合成指令給予吸量管 100。吸量管 110 以及外部設備之間的資料介面在使用上可能會有所效益，此於下進一步詳細探討之。

在本發明的實施例中，任何時刻的使用者皆能夠觀測所執行一些完整吸量循環。由於如圖 19 所示循環計數器的重置或者初始施加於吸量管 110 的電力顯示於 LCD 230 上，因此藉由按壓 CC 按鈕 234(圖 2)來執行一些循環，其藉由範例顯示已經在傳統吸量模式下執行了 35 個循環

1910，而容量則設定為 26.0 微升 1912。

較佳的是，根據本發明的複合式手動電子吸量管將僅計數完整的吸量循環-任何一種不正確執行的循環，而不完整的循環則將忽略。在傳統吸量模式中，例如，一個完整的循環包含；將柱塞按鈕 114 按壓至本位位置 610、吸取一樣本、釋放其樣本、將樣本吹出(於此時循環計數器便會增加)、以及鬆開柱塞回到鬆開位置 510。根據本發明的吸量管之處理單元與位置感測換能器 414 會致能此種手動吸量管所不能實行的功能可以實行，即使手動吸量管能夠增加機械的循環計數器亦可。

在所揭露的實施例中，循環計數器使用三個數字來讀到最大 999 個循環，在此之後，計數器會重置為零。計數器可以藉由按壓與握著 CC 按鍵 234 而手動重置為零。

如以上所觀測到的，根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 包含一 LCD 230、一位置感測換能器 414、以及一低電力處理單元，全部皆能以電池給予電力。有時，電池將需要更換，而且如圖 20 所闡述的，LCD 可能包含一低電池指標 2010，其在需要電池更換之前可以閃爍某些期間。一般而言，諸如本發明所揭露的實施例中所使用的鈕釦式電池具有已知的放電形態，而且此為相對較簡單的方式，藉以經由電壓對時間的測量來判斷所預料的放電。

圖 21 為所揭露的複合式手動電子吸量管 110 之一實施例的基本方塊圖。

如同已經探討的吸量管 110 包含一活塞位置感測換能

器 414，如闡述於圖 21 的活塞位置感測器 2110。其同樣也包含一處理單元 2112，其如以上所說明較佳的是一種具有彈性的輸入/輸出能力之低電力微控制器。就諸如處理單元 2112 的混合訊號之晶片系統微控制器而言，用於在此所說明的各種不同之其他子系統(包含活塞位置感測器 2110)之介面本質上不是類比便是數位的。

吸量管 110 同樣也會包含一輸入面板 2114(亦即，按鍵面板 128)以及顯示器 126，通常為 LCD 230 之型式。提供本位位置開關 2116，藉以指示活塞 412 何時會位於本位位置 610，或者在於極小的位置容差之內。閘鎖狀態開關 2117 耦合至容積設定閘鎖控制桿 244，如同以上參照圖 8 所說明的，並且允許處理單元 2112 判斷吸量管 110 容積設定機構是否處於已閘鎖或未閘鎖狀態。如同傳統的微控制器基裝置的是，同樣也提供充分的程式記憶體 2118 與資料儲存記憶體 2120。而且如同之前所探討的，藉由電池來供應吸量管 110 整個電子部分之電力。

藉由利用一種“睡眠模式”，根據本發明的吸量管 110 之電力消耗能夠明顯減輕。例如，如果實質上活塞位置感測器 2110 檢測不到任何的活塞移動長達三分鐘，則吸量管可以切換至極低電力模式以及可以等待一種啟動事件，諸如一種由本位位置開關 2116 所觸發的處理單元中斷。以此種方式，使用者能夠簡單藉由部分下壓柱塞按鈕 114 來“喚醒(wake up)”吸量管。

此外，數種其他的構件可以有效益地包含於根據本發

明的複合式手動電子吸量管 110 之中。例如，溫度感測器 2122 會致使處理單元 2112 能夠基於環境溫度來補償液體特性(黏性、密度等等)。尖端深度感測器 2124(例如，耦合至液體末端 118 之超音波換能器)可以提供關於在樣本吸取時的尖端深度之有效用資訊。太淺，則空氣可能會不慎地進入；太深，則壓力可能會迫使額外的液體進入尖端之中。

藉由保持吸量管 110 在所有吸量操作階段皆為實質直立的，而不會突然地移動或”搖晃”，此可能會影響吸量管尖端 116 中的液體，或者導致液體末端 118 的污染，便可以使用一種傾斜計或者加速計 2126 來確保吸量管的使用者順著良好的技術進行。典範的傾斜計與加速計可以包含用以判斷方位的水銀柱開關、以及用以判斷加速度的電磁通量分配或 MEMS 裝置。

所要相應於粗劣吸量技術的而進行的行動探討於下。

就通訊至使用者而言，除了顯示器 126 之外，吸量管 110 可以設有一音頻換能器 2128 或者一觸覺回饋產生器 2130。音頻換能器 2128 可以發出”嗶嗶聲”，藉以告知使用者某些行為需要進行，或者告知使用者以之前的吸量衝程或循環所觀測到的問題。在吵雜產生或實驗室之環境中，可以藉由觸覺回饋產生器 2130 所提供的簡單震動警示來替代”嗶嗶聲”，如從行動電話所普遍已知的，或者可以提供一種視覺警示的明亮閃爍 LED。

在本發明的實施例中，吸量管 110 進一步包含一無線資料收發器 2132，適用以傳送以及接收來自外部裝置的資

訊，諸如工作站 2134 或者伺服器 2136，其中之一可以透過諸如網際網路或公司內部網路的寬廣網路連接至吸量管 110。收發器 2132 所輔助的資料鏈路 2138 將會允許吸量管 110 將衝程或者循環之資料，或者僅簡單的錯誤資料傳送至外部裝置，以為儲存、分析、或者審核之用。隨著循環與衝程之執行，如此的資料可以即時地傳輸之，或者此資料可以局部地儲存於吸量管 110 的儲存記憶體 2120 中，並且之後下載至工作站 2134。

此一資料鏈路 2138 同樣也會容許工作站 2134 的使用者，藉以設計所要以特殊順序來執行的吸量循環之複雜程式或者協定，並且藉以將其程式上載至吸量管 110，如以上所說明的。

將會認知到，資料鏈路 2138 能以數種方式來實現之，包含透過藍芽、Zigbee、或者 MICS 通訊標準；其他的方式同樣也是可行的。或者，在無線鏈路不可行之處(例如，在大量電磁雜訊出現之環境中)，可以提供諸如 RS-232 串列連接或 USB 連接的有線鏈路。USB 具有能夠供應電力給予吸量管 110 之進一步優點。

補償子系統 2140 存在於吸量管 110 中，允許從活塞位置感測器 2110 所取得的原始測量可以依照需求而進行處理、調整、以及補償，藉以實現準確與精確的液體容積測量，此透過顯示器 126 呈現於使用者，並且選擇地儲存於儲存記憶體 2120 或者傳輸至外部設備 2134。以下將進一步詳細探討補償子系統 2140 的操作。

此時回到圖 22，以圖 11 所示的步驟之相同順序，來闡述根據本發明的吸量管 110 之技術分析能力，此以文件證明傳統吸量之循環。

在傳統吸量衝程中，於初始移動至本位位置之前與期間(步驟 1110)中，可以進行調整吸量管之容積，此將導致活塞 412 之移動。所以，這些移動不為錯誤而分析。

其後，在本位位置 610 上產生暫停，接著為一攫取衝程，接著為在鬆開位置 510 上的暫停，接著為釋放衝程，接著為在本位位置上的暫停(若有的話)，接著為一吹出衝程。

已經註明的是，在本位位置上的初始暫停、攫取衝程、以及釋放衝程期間中之吸量技術最為重要。所以，在所揭露的實施例中，提供一技術驗證子系統 2208(通常藉由處理單元 2112 來執行其功能)，藉此至少執行一本位位置上的初始暫停之暫停分析 2210、執行一攫取衝程分析 2212、以及執行一釋放衝程分析 2214。選擇的是，在吸取衝程與釋出衝程、以及吹出衝程分析 2220 之後，可以執行進一步的暫停分析 2216 與 2218。

本位位置暫停分析 2210 會檢查用以確保本位位置保持穩定，在所揭露的實施例中，保持穩定至少 0.5 秒。如果暫停較短，處理單元 2112 便可以旗號標示吸量技術之違例。如果暫停仍然較短，例如小於 0.35 秒，則除了技術的違例之外，處理單元 2112 亦可以宣告不完整的吸量循環。

同樣的是，應該以受控的速率來執行樣本之吸取行為，

並且應該在本位位置 610 上開始。在攫取衝程分析 2212 中，計算並且檢查吸取起始點與吸取速率。例如，如果吸取速率(從複數個位置樣本在時間上所計算的)超過臨界值，或者如果吸取衝程開始於並非在本位位置 610 之其他位置，處理單元 2112 可以旗號標示一吸量技術違例。此一臨界值可以端視吸量管的容量與所要吸量的流體之本質而定。

在類似功能中，在吸取之後所要執行的暫停分析 2216 應該至少(例如)為 1.4 秒，藉以避免吸量技術之違例，或者至少 0.8 秒，藉以避免宣告不完整循環。而且在實施例中，於吹出位置上，應該花費至少 0.2 秒，以避免技術之違例。

如果任何的技術違例發生，則錯誤操縱裝置 222 會致使所要執行的行為產生。違例之記錄可以儲存於(如同具有或非具有相應衝程資料的資料記錄)儲存記憶體 2120 中，或者傳輸至工作站 2134。可以提供警示(例如，"嗶嗶聲"或震動警示、或者顯示器 126 上的指示)給予使用者。當違例儲存或者傳輸時，資料記錄可以包含一時間郵戳、原始衝程資料、原始循環資料、循環計數、或者來自圖 21 的構件可以適切於違例者之任何測量值。各種組合乃是有所可能的，並且認為其在於本發明的範疇之內。

如果吸量管 110 尚未宣告不完整的循環，則藉由吸量管循環追蹤子系統(2226)來增加循環計數器(步驟 2224)，在所揭露的實施例中，藉由處理單元 2112 來執行其功能(在

某些狀況下，如以上所探討的，即使是在技術違例已經以旗號標示之時，仍計數一個循環)。

圖 23 與 24 提供吸量管 110 上的典範顯示器，當違例已經以旗號標示時，便可以提供之。在圖 23，如果本位位置暫停分析 2210 或者攫取衝程分析 2212 以旗號標示一個違例，則 LCD 230 便可以呈現出訊息”bAd PICKUP” 2310。同樣的是，在圖 24，如果釋放衝程分析 2214、後置吸取暫停分析 2216、或者吹出衝程分析 2220 以旗號標示出一個違例，則 LCD 230 便可以呈現訊息”bAd dSP” 2410，藉以指示釋放操作之問題。包含可替代的視覺警示(諸如一閃爍的 LED)、音頻警示、以及觸覺警示之其他訊息同樣也是可行的。

在某些情況中，可能會期望使用複合式手動電子吸量管 110，而無實際上的技術分析能力-當使用非傳統技術與程序時，此特別實際，並且諸多操作將以旗標標示成為違例。所以，藉由按壓所隱藏的 OPTION(選擇)按鍵 236 並且使用 MODE(模式)按鍵 232 進行導覽以聯繫顯示器指示技術警示之狀態，便可將該技術分析除能。如圖 25 所示，當警示除能時，LCD 230 便會讀取”ALEr OFF” 2510，而且如圖 26 所示，當警示致能時，LCD 230 便會讀取”ALEr On” 2610。在所揭露的實施例中，使用者可以藉由按壓 CC 按鍵 234 而雙態觸變於兩個設定值之間。

在所揭露的實施例中，用來判斷技術違例是否已經發生以及循環是否應該計數的準則包含用於衝程起始位置、

末端位置、最大速度、以及暫停期間之複數個預先程式規劃的最低限額(最小值)以及最大限額(最大值)準則數值。然而，同樣也可致能使用者之設定準則，並且在本發明的實施例中，藉由初始化一種學習(Learn)模式來設定這些準則。

在學習模式中，使用者會執行典範的吸量循環，並且重複數次，較佳的是至少重複三次。基於這些典範循環(並且以合理的容差建立)，處理單元 2112 便會計算將要用於其後的技術分析之典型最大與最小值。執行特殊吸量操作的專家可能會在學習模式(Learn Mode)中執行典範的吸量循環，並且之後將吸量管給予較無經驗的使用者。如果無經驗的使用者之吸量行為因超過容差而從專家的範例改變，則技術違例便會以旗標標示之，如同以上所提到的。所以，根據本發明的吸量管之此種功能會是有價值的教學工具，而且經過一段長時間，便能夠改善數量之控制。

藉由在 MODE 按鍵 232 之前使用 OPTION 按鍵 236 以為導覽之用，便可以致使一良好的實驗室練習("GLP")計數器能夠計數表列的吸量管服務之間的日期。在所揭露的實施例中，可能有四個個別的模式：GLP1(服務之間為一年)、GLP2(服務之間為六個月)、GLP3(服務之間為四個月)、GLP4(服務之間為三個月)。在圖 27 中，LCD 230 會指示 GLP4 2710 實行中，其所列表的服務之間為三個月。數字"37" 2712 指示到服務期間區間期滿尚剩餘三十七天。

隨著日期的數字變成零，吸量管 110 可以在啟動或者

離開睡眠模式時，提供使用者警告。如果還剩餘少於三十天，則顯示器 230 將會顯示”CAL dUE”訊息 3710(圖 37)，之後為顯示天數，例如圖 38 的”14 dAy”訊息 3810。當然，吸量管 110 的 GLP 計數器模式同樣也可以整個除能。

同樣也可以使用其他的定時器與計數器，包含基於循環的 GLP 計數器，或者基於循環或過去時間的人體工學計數器。根據本發明的人體工學計數器將會使警示能夠提供給予使用者，建議進行規律的中斷，如同使用任何手握吸量管，重複性的壓力損壞可能會歸因於延伸的吸量期。

如圖 28 所示，透過 OPTION 按鍵 236，之後 MODE 按鍵 232 多次按壓，便可以輸入從製造開始起算的總循環計數。在此闡述中，已經執行了 12345 個循環 2810。

如果吸量管 110 尚未宣告不完整的循環，則吸量管循環追蹤子系統(2226)便會增加循環計數器之數值(步驟 2224)，在所揭露的實施例中，藉由處理單元 2112 來執行其功能(在某些狀況下，如以上所探討的，即使是在技術違例已經以旗號標示之時，仍會計數一個循環)。

如以下將要進一步詳細探討的，來自活塞位置感測器 2110 的原始測量訊號並非吸量管 110 所處理的液體容積之立即表示。如此的訊號需要補償與轉換。藉由補償子系統 2140 來執行這些運作，其在所揭露的實施例中係包含處理單元 2112 使用至少一次補償功能所執行的軟體例行程序。對照文中所使用的專有名詞，”補償功能”可以包含一次或者多次之零偏移調整、尺度縮放因數、查找表、或者數學

轉移函數。

一般而言，當根據本發明的複合式吸量管在製造時，於測量上會有至少兩個不準確的來源。第一為來自活塞位置感測器 2110 的訊號可能不是線性的。第二則為即使在活塞位置線性化之後，成為液體容積之轉換也能會是非線性的。

感測器的非線性特性通常為製造變異之函數，因而在本發明所揭露的實施例中，以特定吸量管基礎來產生感測器位置之補償功能(例如，在所揭露的實施例中，感測器線性化表)。依照每個吸量管從製造而產出，將之置於一校準固定裝置上，其會開動活塞 412 經過其整個運轉範圍，並且識別出在由吸量管 110 活塞位置感測器 2110 所觀測到的測量值以及校準固定裝置已知的測量值之間的任何差異。任何偏差皆是用來產生一查找表，致使從活塞位置感測器 2110 所給定的測量值(以及所需的外在資訊)，便能夠透過簡單的查找轉化而計算出正確的線性位移。

進一步需要液體容積之修正，並且承擔出液體的特性，諸如密度、容積、表面張力、黏性、尖端幾何形狀、以及尖端材質。假設室溫下的蒸餾水為理想的液體而且標準的尖端使用在一標準配置，則任何液體容積之修正通常不會針對製造變異而改變，但仍依照吸量管液體末端 118 的特定模型之已知特性而定。所以，藉由已吸量的液體之平衡測量順序，離線產生容積補償功能(例如，在所揭露的實施例中，液體數值修正表)，而且此種功能一旦建立，便能夠

使用相同的液體末端配置而施加至所有的吸量管。隨著活塞位置線性化之後的是，同樣也藉由簡單的表格查找轉化來施加這些修正。

當然，其他的修正與調整乃是可能的，而且將要注意的是，其他的方法(諸如用於資料的曲線湊配法數學函數、以及施加這些函數充當一轉移函數，或者在最簡單的範例中，僅使用偏移量與尺度縮放因數)將同樣也會實現相當不錯的結果。再者，可能將感測器線性化表格以及液體容積補償表格組合成為單一表格或者函數，致使僅需要施加一次的轉化；將之視為等效於所說明的實施例。同樣的是，實現位於處理單元 2112 外部的校準子系統 2140，或者藉由其他的方法，同樣也可由一般技術工程師來實現之，所以視為所揭示的實施例僅是代表性的。

使用者校準之選擇允許使用者雙態觸變在由上述補償子系統所使用的工廠預設校準設定值以及客製化使用者校準設定值(亦即，調節使用者校準固定的啟動與關掉，假設使用者校準資料存在)之間的使用者校準功能。如圖 32 所闡述的，當使用者校準功能致能時，“U-CAL”符號 3210 便會在複合式手動電子吸量管 110(圖 1)之操作期間中一直顯示於顯示器 126。前面的感測器線性化以及流體容積修正已經被施加之後，則施加使用者校準資料。

此時參照圖 29，藉由在多次按壓 MODE 按鍵 232 直到“UCAL”出現於顯示器之前，按壓 OPTION 按鍵 236 而再次存取使用者校準設定值。如果補償子系統的使用者校

準表格中沒有使用者校準資料(此為新的吸量管之工廠預設值)，則 UCAL”2910 將會以容積數字顯示，其接著”---“2912，而將不會顯示 U-CAL 符號 3310(圖 33)，而且由於不會有使用者校準資料出現，因此一般用來雙態觸變使用者校準啟動或關掉之 CC 按鍵 234 將不具有行動。如果使用者校準資料出現，則”UCAL ON”或者”UCAL OFF”將會顯示，而 CC 按鍵 234 將會雙態觸變於此兩者之間。

按壓 MODE 按鍵 232 將會促使顯示器成為使用者校準設定選擇。如圖 30 所示的，當使用此種選擇時，LCD 230 便會讀取”UCAL SET” 3010。如果使用者希望輸入目前吸量管容積設定值之校準資料，使用者便會簡單地按壓 CC 按鍵 234，同時顯示 UCAL OPTION 之選擇視窗；按壓 CC 按鍵 234 將會致使顯示器顯示目前的容積設定值 3310(無閃爍)，伴隨著閃爍的 U-CAL 符號 3312，如圖 33 所闡述的。CC 數字之後則會顯示”Inc”3314 或者”dEc”3410(圖 34)，其指示 MODE 按鍵 232 將會改變(修正)所顯示的容積之方向。藉由按壓 CC 按鍵 234，便能夠將此方向雙態觸變成為相反方向。藉由使用 MODE 按鍵 232 以及 CC 按鍵 234 兩者，使用者便能夠改變所顯示的容積，使其顯示在目前設定值下所釋放的實際容積。當所顯示的容積改變成為除了其原有的設定值(在使用者校準資料輸入模式選擇之前的)之外的任何其他數值，則其同樣也會與 U-CAL 符號 3312 一起閃爍，此指示使用者已經修改但尚未輸入。當使用者使修正的容積顯示，使用者便能夠藉由按壓嵌壁式 OPTION

按鍵 236，而使之輸入使用者校準表格。

藉由依照以上程序修正之，在自動回到具有以顯示 U-CAL 符號所指示之使用者校準特徵啟動的前一個顯示模式前，吸量管接著將會簡略地藉由以容積數字顯示 U-CAL 符號 3510 以及 "donE"3512(圖 5)來確認使用者校準輸入成功。藉由重複以上的步驟-首先調整吸量管成為所需的容積，接著增加或者減少所顯示的容積，接著再按壓 OPTION 按鍵 236 來儲存之，便會輸入額外的使用者校準資料點。如果在 OPTION 按鍵 236 最後一次按壓之前，柱塞於以上所概述的增加或減少步驟任何之一期間中移動，使用者校準資料之進入便會立刻中止，而吸量管則會返回常態操作。所嘗試的較準進入將會忽略，而且錯誤訊息將會顯示於 LCD 230。

在整個使用者校準設定處程序期間中，柱軸栓鎖必須處於已栓鎖之位置。如果在以 CC 按鍵 234 之按壓而啟動使用者校準設定時，柱軸栓鎖處於未栓鎖位置，或者如果在其程序期間之後期，處於未栓鎖，則會顯示錯誤訊息，且吸量管將不會允許校準之執行。

使用者校準清除功能為有效的，並且藉由按壓 OPTION 按鍵 236，之後按壓 MODE 按鍵 232 直到如圖 31 所示的 "UCAL CLr"3110 顯示於 LCD 230 上為止而進入之。此種功能僅倘若在之前產生使用者校準資料為有效的；促使之將刪除所有的使用者校準資料點，並且從工廠預設值來重新開始校準。

為了使用該使用者校準清除功能來清除使用者校準表格，使用者必須先按壓 CC 按鍵 234 來選擇此清除功能。顯示器之後則會顯示 U-CAL 符號、"CLr"、以及閃爍的"no"。使用者之後則必須再次按壓 CC 按鍵 234，藉以確認其操作，在此點上將會出現"YES"，而且保持 CC 按鍵 234 之狀態於數秒長以執行清除操作。在返回 U-CAL 符號關掉的常態吸量管操作之前，LCD 230 將會短暫地顯示 U-CAL 符號與"CLrd"，確認使用者校準表格成功清除。預設的工廠校準常數不會受此種行為影響。

如果不適當地依照以上的程序，使用者校準清除功能將會中止，而不會清除該表格。此為致使清除功能可以更為幫助避免使用者恰好摸索使用者介面或者不小心的按鍵選擇時所致的意外清除之些微複雜度。藉由在 LCD 230 中看不到確認訊息，或者藉由注意 U-CAL 啟動/關掉視窗仍然有效或注意到 U-CAL CLr 選擇仍然列於表單目錄中，便可簡易地檢測出已中止的使用者校準清除功能。

使用僅有一個的使用者校準容積設定值來校準吸量管可簡單地將單一偏移量附加至工廠預設校準常數。使用者能夠附加額外點(容積設定值)，藉以取得吸量管整個全範圍較佳的較準。

在所揭露的實施例中，超過一次的校準容積設定將會自動地使用一在用於修正數值的校準容積之間至該等校準點之間的容積之直線連接。以相似於上述的第一點之方式來附加每點。為校準之目的，吸量管全尺度範圍區分為 50、

64、75 或 80 等份，端視吸量管的範圍而定。這些等份的每一個皆具有唯一的修正常數，經由使用者校準容積而透過線性內插來計算之，儘管其他的內插機制當然也是可行的。因此，如果使用者有所需求，使用者理論上能夠附加大至 50 或更多的個別校準點給予客製化的使用者校準表格。在使用者設定定錨點之上與之下的是，使用固定的偏移量來反應最上方標點與最下方標點上所出現的偏移量。

在本發明的實施例中，第二個使用者校準點會致使吸量管能夠使用整個範圍上的直線修正，假設兩個校準容積夠分開；換言之，除了工廠預設常數外，尚會施加校準斜率乃至偏移量。如果僅測試一次校準容積，則使用者便能夠迫使其成為一種斜率修正，而非方才的偏移量修正，其藉由設定吸量管容積為其最低數值，並且以成為容積讀數的零或極小之修正來執行第二次校準輸入。此第二次輸入將不需要實際之測量。

圖 36 闡述一種在根據本發明的 200 微升吸量管中可能的使用者校準方案。如所示，輸入四個定錨點：

(1) 在 75 微升，增加第一個調整點 3610，所以吸量管顯示器將會讀取 65 微升；

(2) 在 100 微升，增加第二個調整點 3612，所以吸量管顯示器將會讀取 120 微升；

(3) 在 50 微升，將第三個調整點 3614 設定於預設數值，所以在顯示器上讀取 50 微升；

(4) 在 150 微升，將第四個調整點 3616 設定於預設數

值，所以在顯示器上讀取 150 微升。

所以，接著使用此四點來計算五個的區段。從零到 50 測量微升的第一點 3610，由於預設值出現於零與 50 微升兩者上，因此使用原有的校準。在 50 以及 75 測量微升下的第二點 3612 之間的是，使用已調整過後的數值以吻合 50 測量微升下的 50 微升讀數以及 75 測量微升下的 65 微升讀數之間的線段。同樣的是，在 75 以及 100 測量微升下的第三點 3614 之間的是，使用已調整過後的數值以吻合 75 測量微升下的 65 微升讀數以及 100 測量微升下的 120 微升讀數之間的線段。在 100 以及 150 測量微升下的第四點 3616 之間的是，使用已調整過後的數值以吻合 100 測量微升下的 120 微升讀數以及 150 測量微升下的 150 微升預設值之間的線段。最後，在 150 微升以及最大容量之間，則是使用原有的校準(由於在 150 微升下的偏移量為零，因此最後區段上的偏移量為零)。如同上述的感測器線性化以及液體容積修正，內插表格的使用會允許簡單與快速的表格查找操作，以施加根據本發明的吸量管 110 中的使用者校準資料。

為了增加任何一個所給定的標點之準確度，在將所測量的平均容積輸入為吸量管校準容積之前，使用者首先應該將一些測量值加以平均，以相同的容積設定進行之。如果吸量管校準容積落於前次校準容積所具有的共同區段之中，則最後一次的輸入將會簡單地更換(取代)前次之輸入；換言之，吸量管並不會將相同區段(表格位置或者時間區間)

中所從事的校準容積平均。首先在所給定的容積設定值下而將使用者校準輸入初始化之前，於相同容積設定值，使用者必須將容積之測量值平均。

前述的方式乃是假設使用者針對其中一個容積設定而每次取得校準測量，並且在收集另一個容積設定之資料之前，將針對該設定值之修正容積輸入吸量管之中。如果使用者欲在將資料輸入吸量管之前，取得所有容積下的校準測量值，則使用者首先必須將使用者測量組轉換成為一組校準修正以及必須輸入吸量管之命令。在諸多狀況下，在輸入之前，一次取得所有校準資料可以更為方便，並且同樣也可產生更為準確的使用者校準。

校準修正的實際數值應該不會超過預定的最大容積。如果使用者輸入超過最大限制的容積，則吸量管將會發出錯誤狀況之訊號。

根據本發明的吸量管 110 之 LCD 230 上所顯示的容積測量值會經常考慮到來自活塞位置感測器 2110 之原始測量值，其如藉由感測器線性化表格、液體容積修正表格、以及使用者校準表格(若有的話)所調整的。應該進一步注意的是，同樣也可能需要其他的修正步驟，並且在修正液體容積測量值上，可能也需要基於無法預期的製造變異(與感測器線性化無關)之額外修正表格。所以，製造修正表格同樣也可以相似的方式使用於在長度上所說明的其他表格，儘管在大多數的狀況下就大多數的吸量管而言應該不需要。

所要注意的是，各種不同型式的活塞位置感測器 2110 皆有所可能，而且事實上，數種變化形式的位置感測器 414 列於圖 4 的以上說明中。

更詳細地考慮其情況，數位光學位置感測換能器 3910 係示意地圖示於圖 39。如所闡述的，光學位置感測換能器 3910 包含固定的第一與第二發射體 3912 與 3914、以及固定的第一與第二偵測器 3916 與 3918，位於該等發射體與偵測器之間的則是一具有碼軌 3922 之滑動透明光學尺 3920。隨著光學尺 3920 移動於發射體 3912-14 以及偵測器 3916-18 之間，碼軌便會中斷光線的傳輸。發射體 3912-14 以及所相應的偵測器 3916-18 有稍微的偏差，致使稍微在第二發射體 3914 以及第二偵測器 3918 之間的路徑中斷之前，光學尺 3920 以第一方向的移動會導致第一發射體 3912 以及第一偵測器 3916 之間的路徑中斷。相反的是，稍微在第一發射體 3912 以及第一偵測器 3916 之間的路徑中斷之前，光學尺以相反方向的移動會導致第二發射體 3914 以及第二偵測器 3918 之間的路徑中斷。以如此的方式，處理單元 2112 便能夠判斷移動的方向，乃至藉由計數其中斷而亦能夠判斷移動的距離。此種結構為眾所周知的，並且詳細說明於德國西門子股份公司所擁有的美國專利第 6,313,460 號中，於 2001 年 11 月 6 日發佈，在此合併參考之，猶如將之全部提出，並且在於數個其他的專利與刊物中。

所要注意的是，諸如上述其中一者的光學編碼會遭遇

一些明顯的缺點。特別是良好的效能需要光學軌跡保持清潔與透明，而且汙染物會危及於此。再者，發射體 3912-14 需要明顯的電力數額，而且在任何時刻皆需要相對較快速的處理器來計數脈衝、並且判斷已經造成多少移動。

圖 40 闡述一種電感性位置感測器之基本構件，如日本三豐股份有限公司所擁有的美國專利第 6,005,387 號中所說明的，於 1999 年 12 月 21 日發佈，在此合併參考之，猶如將之全部提出，並且在於數個其他的專利與刊物中。此電感性位置感測器包含一固定的收發機板 4010，具有兩個傳輸線圈 4012 與 4014 以及正交所配置的一對分離之覆蓋接收器線圈。電感性位置感測器進一步包含一滑動旗號機板 4018，其上具有被動耦合線圈。有所選擇地將能量注入傳輸線圈 4012 與 4014，並且觀測接收器線圈 4016 上的訊號(此端視耦合線圈所實現的耦合行為之相對相位而定)，便能夠判斷出收發機板 4010 以及滑動旗號機板 4018 之間的相對位置。

圖 41 闡述一種電容性位置感測器，如在屬於瑞士邁爾的美國專利第 6,313,460 號中所說明的，於 19891 年 11 月 21 日發佈，在此合併參考之，猶如將之全部提出，並且在於數個其他的專利與刊物中。在此一狀況下，固定的收發機板 4110 包含數個電荷儲存金屬板，第一組 4112 以及第二組 4114，在每一組中的所有金屬板皆彼此相連接。滑動耦合機板 4116 包含數個相互連接的傳導性電荷耦合金屬板 4118。隨著電荷耦合金屬板 4118 傳通在電荷儲存金屬

板 4112 與 4114 上的變化程度，收發機板 4110 以及滑動耦合機板 4116 一起形成一可變電容器，其能夠以可測量與高度可再生之方式來影響調諧電路之特性。所以，能夠準確且精確地判斷交疊的數量。

當時，會有能夠用於根據本發明的複合式手動電子吸量管之其他種類感測器，包含數位接觸碼軌感測器與電位計(此易受磨損與撕裂)、以及透過將線性運動轉換成為轉動的連桿所連接之旋轉編碼器，諸如齒條以及小齒輪(此將易受所不想要的鬆弛與後座力)。磁場感測器(諸如霍爾(Hall)元件或 GMR 感測器)同樣也可以依照適合的結果而使用之。

應該注意的是，專利第 6,005,387 號中所說明的種類之電感性與電容性感測器，而且(以上所參照的)僅是相對位置之感測器，其中的訊號會在旗號機板 4018(因而乃至活塞 412)整個行進進程上以週期性重複。反之，能夠極為準確地判斷在單一循環內的位置，但整個位置則不能。所以，需要某些其他的機構來判斷活塞 412 定位於數個循環之哪一個之內。在本發明的實施例中，處理單元 2112 通常會以相對較低的取樣速率，諸如 330Hz，而對來自活塞位置感測器 2110 的訊號進行取樣。如果使用此低取樣速率而在任何時刻下判斷快速的移動，則利用較高的取樣速率(例如，2kHz)一直到位置安定為止。如果所觀測到的其他相同循環(或者是在正交結構中的"象限")之間的轉變，依照所需來更新個別的象限計數以維持絕對的位置測量

值。

例如，使用上述且闡述於圖 40 中的電感性感測器結構，反正切表格將按慣例地使用以將來自接收器線圈 4016 的正交訊號轉成線性位置。隨著反正切函數每 180 度重複，使用象限的計數來確保其準確地追蹤絕對位置。再者由於製造之變異，因此即使反正切表格並非訊號準位對位置之精準映射-上述的感測器線性化程序將會使反正切表格”失真”，而造成任何的已觀測之非線性。

圖 42 提及根據本發明的複合式手動電子吸量管 110 之處理單元 2112 所執行的步驟之概觀。一般而言，吸量管 110 會以一種連續迴路操作，且某些操作會與其他操作平行發生，而且一些操作為事件驅動的(基於來自圖 21 中所闡述的各構件之訊號)，而不是按程序決定地，而圖 42 之闡述與文中所提的說明本質上為代表。咸認為其他可媲美的實現方式乃是在於本發明的範疇之內。

一開始，處理單元 2112 會藉由從活塞位置感測器 2110 所得到的感測器訊號 4210 而接收原始(未修正的)位置測量值。如以上所說明的，藉由施加補償功能(步驟 4214)來修正活塞 412 的實際位置，並且在本發明所揭露的實施例中，利用一可能會隨著逐個吸量管地改變之活塞補償查找表 4216，此表格則是從後製造位移校準操作所得到的。就諸如上述電容性或電感性感測器之相對位置感測器而言，位置補償功能更詳細的說明(步驟 4214)係參照圖 43 而說明於下。

在已經計算了活塞 412 位置之後，則施加一種液體修正功能(步驟 4218)。如以上所說明的，在本發明所揭露的實施例中，用來執行此種修正的液體修正表格 4220 實質上不會隨逐個吸量管而有所改變，假設使用一種標準的(理想化的)液體末端與尖端配置。

選擇的是，基於製造調整表格 4224 而執行一種額外的製造調整(步驟 4222)。如以上所說明的，在活塞補償與液體修正操作執行之後，如果殘留任何的不準確性或不一致性，則可以產生製造調整表格 4224 以修正這些不準確性與不一致性，但在所揭露的實施例中，可能並不需要施加這些修正。在此種狀況下，製造調整表格 4224 可能並不存在，或者倘若其確實存在則可被填入零的數值(表示所有測量值皆為零偏移，此與不執行任何的製造調整功能雷同)。

在測量調整之後，若有的話，則如果使用者校準表格 4228 存在，便可以施加使用者校準功能(步驟 4226)。如以上所探討的，使用者校準表格 4228 中的使用者校準資料同樣也是選擇的，並且可藉由使用者介面 124 輸入，或者透過資料鏈路 2138 轉移至吸量管 110。

在所揭露的實施例中，液體修正、製造調整、以及使用者校準功能 4218、4222 與 4226 全部皆透過簡單的查找表格之操作來執行之，其中預先修正的資料用來充當進入查找表格中的指標，而表格中的資料則用來充當如圖 45 所闡述的簡單之附加偏移量，說明於下。即使是對具有受

限特徵組合之低電力微控制器而言，此亦為一種快速而簡單的操作，是故認為其有效益以此種方式實現功能。然而，應用修正功能之其他方法乃是顯見的，並且可以使用來充當文中所說明的查找表格之替代物。

在所有的補償、修正、調整、以及校準功能之後，於衝程正被執行期間中，分析使用者的吸量管技術(步驟 4230)。衝程分析(步驟 4230)說明於下，並且闡述於圖 46；此種分析功能通常使用活塞 412 之位置(經由步驟 4214)、以及容積設定門鎖狀態開關 2117 之位置 4232 來充當輸入。將技術分析除能同時容積設定門鎖控制桿 244 則處於未門鎖狀態。

接著依照適於所計算的顯示內容來更新吸量管 110 的使用者介面 124(步驟 4234)，包含經任何可能已經發生的技術違例錯誤發訊予使用者(例如，透過 LCD 230、LED、音頻換能器 2128、或者觸覺回饋產生器 2130)。隨著上述各種不同的吸量顯示模式需要顯示容積，而基於源自感測器 2110 所得到的補償、修正、調整、以及校準資料來計算其容積。應該注意的是，從線性位移單元至容積的轉換可以在任何階段進行。在所揭露的實施例中，僅在數值需要顯示之時發生，而且所有之前的資料處理功能皆依據(任意的)線性位移單元而操作以維持最大的精準度。然而，在顯示的時刻上，從事轉換(通常基於所使用的液體末端 118 乘以已知的常數來從事之)，而且零點的位置亦是，此端視目前所使用的吸量顯示模式 4236 而定。

任何資料記錄依照所需而分段日誌(步驟 4238)，此可以端視技術違例錯誤的出現與消逝、或者活塞 412 的移動而定，而且此種處理會依照所需而以迴圈重複之。

如以上所指示的，參照圖 43 更詳細地說明圖 42 的感測器訊號補償功能。當使用相對位置感測技術時，諸如圖 40-41 中所闡述的電容性或電感性感測器，則利用此種功能。

在所揭露的使用電感性感測器之實施例中，於感測器訊號從感測器 2110 讀取之後，基於複數個平均的感測器訊號樣本以及調整後的反正切表格 4314 來判斷相對位置(步驟 4312)，其中的表格則是依照以上所說明而在吸量管 110 製造之後所執行的初始感測器校準操作來產生之。反正切功能用來將兩個從接收器線圈 4016 所得到的正交訊號(亦即，Signal 1 與 Signal 2)轉換成為一象限內已知的位置-而且將活塞 412 整個行進的範圍區分為複數個象限，如以上所說明的，其並且闡述於下表中：

象限	1	2	3	4	5	6	7
角度	0-90 度	90-180 度	180-270 度	270-360 度	360-440 度	440-530 度	530-620 度
Signal 1 之極性	+	+	-	-	+	+	-
Signal 2 之極性	-	+	+	-	-	+	+

如果活塞 412 出現於兩鄰接象限之間的邊界附近(步驟 4316)，換言之，當 Signal 1 或 Signal 2 充分靠近零交越時，

則需要進一步的探究。如以上所說明的，如果活塞 412 的移動速度超過一臨界值，則增加取樣速率(步驟 4318)。在所揭露的實施例中，感測器的訊號取樣速率會依照所需而從 330Hz 增加到 2kHz，藉以識別出 Signal 1 或 Signal 2 中所有的零交越。

經由以上的表格之觀測，明顯的是，僅基於 Signal 1 與 Signal 2 之數值而對活塞 412 的絕對位置而言，便會有潛在的模糊之處。例如 Quadrant 1 與 Quadrant 5 呈現相同的訊號特徵，此同樣發生於 Quadrant 2 與 Quadrant 6。所以，以上所提及的增加取樣速率會確保根據本發明的吸量管 110 中的象限改變總是會受到成功地追蹤(步驟 4320)。依照所需來更新象限的計數(步驟 4322)，藉以致使活塞 412 的位置明確。基於在步驟 4312 所計算的相對位置以及象限計數 4324(在步驟 4322 依照所需所更新的)，以精確與準確的方式來計算活塞 412 的絕對位置，即使是當柱塞按鈕 114 非常快速移動之時亦是。

將要進一步確認的是，Signal 1 與 Signal 2 在圖 40 所闡述的電感性感測器中，趨近於正弦與餘弦函數，是故，用以將他們之振幅轉換成為位置之適當函數為反正切函數，如圖 44 所闡述的。換言之，使用 Signal 1 與 Signal 2 之間的比率來計算其位置。在兩個處理後的類比訊號取得之後，使用一查找表格來判斷縮放成所需範圍的反正切值。如先前所敘述的，反正切函數為理想的函數；實際上，由於位置換能器電路板實際的佈線以及其他的物理因數，補

償表格 4314 將需要些微的修改以得到最佳的準確度。將針對每個吸量管在製造後立即於一自動固定裝置上而憑經驗來判斷此一表格。

根據本發明的吸量管 110 所用來施加液體修正、製造調整、以及使用者校準功能(圖 42 中所執行的)的操作皆參照圖 45 來說明之。讀取尚未修正的數值(步驟 4510)並且用來充當進入查找表格 4512 的指標，致使吸量管 110 之全範圍映射至查找表格 4512 的大小。活塞 412 的位置與查找表格 4512 的大小之間並不需要一對一映射；映射行為可能會導致所要施加至多數鄰接未修正數值的單一表格輸入。如之前所提及的，在所揭露的實施例中，表格 4512 可以包含 50、64、75、或 80 的數值，同時在大約數千可能數值上，用於計算之未修正的位置與容積數值具有甚精細的解析度。

表格 4512 包含偏移量數值之列表-讀取適當數值(步驟 4514)，並且將儲存於表格中而可以是正或負的數值之偏移量係附加於未修正的數值，藉以得到其結果。

如同以上所提及的，圖 46 闡述由根據本發明的吸量管 110 之技術分析功能所執行的典範程序。在本發明的實施例中，此種功能可以利用從各種測量構件(圖 21 所闡述的)所得到的複數個已測量參數(步驟 4610)。特別的是，柱塞 412 的位置、柱塞移動的方向、柱塞移動的速度、以及定時器對技術分析功能所闡述的版本乃是特別基本的。所要確認的是，當然，可以利用技術分析以及驗證功能其他的

實現方式，並且咸認為其在於本發明的範疇之內。

如以上所說明的，活塞移動的速度以及暫停長度為特別重要的測量值。所以，所闡述的程序一開始便會判斷活塞 412 是否移動(步驟 4612)。如果活塞不移動，則更新代表暫停的長度之運作計數，並且不進行任何事項。

如果活塞 412 移動，而且先前並不是處於運動狀態，或者是處於暫停狀態(步驟 4616)，則檢查從準則 4618 列表所選擇的適當暫停準則(步驟 4620)。例如，如以上所說明的，在釋放位置上的最小暫停時間區間可能為 0.8 秒。可能僅會有對某些位置而言而且僅對某些衝程或循環而言的暫停準則；此可能會基於上述的吸量管之操作模式而有所變化。如果不符合暫停準則，則以旗號標示一個違例(步驟 4622)。如果符合，則由於活塞 412 會再次移動進而重設其暫停長度，並且不會有錯誤產生(步驟 4626)。

如果活塞 412 正在移動而且先前處於運動狀態(並非暫停)，則例如藉由註記兩連續的活塞位置間差值之極性來識別活塞的方向。例如藉由註記兩連續的活塞位置之間差值的振幅而同樣也可計算此活塞速度(步驟 4630)。接著基於已計算後的方向與速度、先前所執行的衝程歷程、以及端視吸量管操作模式而定的期望衝程順序 4634 所儲存之列表，來識別其衝程(步驟 4632)。

基於已識別後的衝程與吸量管操作模式，檢查(步驟 4636)在技術準則 4618 之列表中一個或者多個移動準則，例如在吸取期間一最大允許的衝程速度。且利用暫停長

度，如果不符合準則，則旗號標示一違例(步驟 4638)。如果活塞 412 之移動在可允許界線內，則由於活塞 412 會再次移動進而重設其暫停長度，並且不會註記錯誤(步驟 4640)。

在本發明實施例中，當吸量管 110 不使用時，則藉由致能一種睡眠模式以輔助電力之節省。在執行圖 46 的程序之同時，沒有活塞 412 之實質移動的暫停長度(在步驟 4614 所更新的)超過一大數值，諸如三分鐘，則可以啟動睡眠模式。在所揭露的實施例中，端視處理單元 2112 接收由本位位置開關 2116 所導致的中斷，將睡眠模式除能。所以，再者，簡單地藉由將柱塞按鈕 114 下壓至本位位置 610，使用者便可以使根據本發明的吸量管 110 離開睡眠模式。

應該要觀測的是，儘管有些詳細地提出本發明各種實施例之前的細節說明，然而本發明並不受限於這些細節，而且根據本發明所製作的複合式手動電子吸量管能以數種方式實現而不同於所揭露的實施例。特別的是，將會察知本發明的實施例可以用於諸多不同的流體處理應用中。將會察知的是，文中所揭露分別由硬體與軟體所執行的功能可以不同地執行於其他的實施例中。應該進一步註解的是，以上所從事的功能差異乃是針對解釋以及文體清晰之目的而言；在根據本發明的系統或方法中架構之差異可能沒有順著相同的界限繪製。因此，其適當的範疇視為根據以下所提的申請專利範圍之中。

【圖式簡單說明】

經由以上的細節說明與附圖，本發明這些與其他的目的、特點、以及優點將會顯而易見，其中：

圖 1 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之外觀圖，具有一架置於吸量管液體末端之隨用即棄尖端；

圖 2 為圖 1 複合式手動電子吸量管放大的外觀圖，闡述根據本發明的容積設定機構之功能；

圖 3 為圖 1 複合式手動電子吸量管簡化的外觀圖；

圖 4 為闡述圖 3 吸量管的柱塞配件與感測器配件之間的堅固連合之示意圖；

圖 5 為闡述圖 3 吸量管一部份之示意圖，其中的柱塞配件位於鬆開位置而靠著上止動器；

圖 6 為闡述圖 3 吸量管一部份之示意圖，其中的柱塞配件位於部分下壓本位位置；

圖 7 為闡述圖 3 吸量管一部份之示意圖，其中的柱塞配件位於完全下壓吹出位置；

圖 8 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的容積設定門鎖處於未門鎖之狀態；

圖 9 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的容量設定於 123.6 微升的範例數值；

圖 10 為圖 9 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管配置與準備攫取液體樣本；

圖 11 為以傳統吸量操作模式來闡述操作根據本發明的複合式手動電子吸量管所執行的步驟範例順序之流程圖；

圖 12 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的吸量管處於追蹤操作模式，而容積設定閘鎖則處於未閘鎖狀態；

圖 13 為圖 12 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管活塞所處的位置代表 25.8 微升的範例數值；

圖 14 為圖 12 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管活塞所處的位置代表釋放衝程吹出部分；

圖 15 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的吸量管處於滴定法之操作模式，而容積設定閘鎖則處於未閘鎖狀態；

圖 16 為圖 15 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管已經沒有流體釋放；

圖 17 為圖 15 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管已經釋放流體 102.6 微升之範例量；

圖 18 為圖 15 使用者介面顯示器之圖示，其中的吸量管活塞所處的位置代表滴定法衝程之吹出部分；

圖 19 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中顯示一循環計數器；

圖 20 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中顯示低電池電力符號；

圖 21 為闡述根據本發明一實施例的複合式手動電子吸量管主要功能子系統之方塊圖；

圖 22 為闡述圖 11 傳統吸量操作模式與根據本發明複合式手動電子吸量管中的技術分析功能之步驟相組合所執行的步驟之流程圖；

圖 23 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器警示使用者藉由根據本發明的技術分析功能所識別之不適當攫取操作；

圖 24 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器警示使用者藉由根據本發明的技術分析功能所識別之不適當釋放操作；

圖 25 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示圖 21 的技術分析功能停用；

圖 26 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示圖 21 的技術分析功能啟動；

圖 27 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示第四個可選擇的良好實驗室實行循環計數器為有效的，而且保持 37 天，直到表定服務到期為止；

圖 28 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示已經執行了總共 12345 個吸量循環；

圖 29 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示沒有出現任何的使用

者校準資料；

圖 30 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示已經進入使用者校準設定模式；

圖 31 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示已經進入使用者校準清除模式；

圖 32 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示使用者校準資料出現並且有效；

圖 33 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示位於 128.0 微升的設定點之使用者校準資料被增加；

圖 34 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示位於 128.0 微升的設定點之使用者校準資料減少；

圖 35 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示已經完成使用者校準調整之進入；

圖 36 為闡述範例的使用者校準情況與在 75 和 100 微升處的經調整定錨點以及在其預設位置之 50 和 150 微升處的定錨點之座標圖；

圖 37 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示表定服務到期；

圖 38 為根據本發明的複合式手動電子吸量管之使用者介面顯示器圖示，其中的顯示器指示表定服務在 14 天內到期；

圖 39 為利用光換能器而根據本發明的手動電子吸量管的位置感測器之示意圖；

圖 40 為利用電感性換能器而根據本發明的手動電子吸量管的位置感測器之示意圖；

圖 41 為利用電容性換能器而根據本發明的手動電子吸量管的位置感測器之示意圖；

圖 42 為表示根據本發明的複合式手動電子吸量管中的處理單元所執行的步驟基本順序之流程圖；

圖 43 為表示從根據本發明的複合式手動電子吸量管中的相對位置感測器所接收到的訊號來計算補償活塞位置中所要執行的步驟順序之流程圖；

圖 44 為理想反正切函數之曲線圖，用來使感測器訊號與本發明一實施例中的活塞位置有所關聯；

圖 45 為表示在根據本發明的複合式手動電子吸量管中將關聯表施加至測量值所要執行的步驟順序之流程圖；以及

圖 46 為表示在根據本發明的複合式手動電子吸量管中分析使用者吸量技術所要執行的步驟順序之流程圖。

【主要元件符號說明】

110 複合式手動電子吸量

112 手握式主體

114	柱塞按鈕
116	尖端
118	流體末端
120	尖端噴射器
122	噴射器按鈕
124	使用者介面
126	顯示器
128	按鍵面板
150	洞孔
230	LCD
232	模式(MODE)按鍵
234	CC(循環計數)按鍵
236	選擇(OPTION)按鍵
240	柱塞按鈕柱軸
244	容積設定閘鎖控制桿
246	非閘鎖位置
248	閘鎖位置
310	手指掛勾
312	中心線
408	活塞配件
410	單一連桿
412	活塞
413	密封體
414	位置感測換能器

415	吸量管主體之突出部分
416	滑動構件
418	固定構件
420	柱塞彈簧
422	空孔
510	鬆開與延展位置
610	本位位置
710	吹出位置
2110	活塞位置感測器
2112	處理單元
2114	輸入面板
2116	本位位置開關
2117	門鎖狀態開關
2118	程式記憶體
2120	資料儲存記憶體
2122	溫度感測器
2124	尖端深度感測器
2126	吸量管方位感測器
2128	音頻換能器
2130	觸覺回饋產生器
2132	無線資料換能器
2134	工作站
2136	伺服器
2138	資料鏈路

2208	技術驗證子系統
2210	暫停分析
2212	攫取衝程分析
2214	釋放衝程分析
2216	暫停分析
2218	暫停分析
2220	吹出衝程分析
2222	錯誤處理器
2224	增加循環計數
3912	第一發射體
3914	第二發射體
3916	第一偵測器
3918	第二偵測器
3920	滑動透明光學尺
3922	碼軌
4010	收發機板
4012	傳輸線圈
4014	傳輸線圈
4016	接收器線圈
4018	滑動旗號機板
4110	收發機板
4112	電荷儲存金屬板
4114	電荷儲存金屬板
4116	滑動耦合機板

200907322

4118

傳導性電荷耦合金屬板

五、中文發明摘要：

一種複合式手動電子吸量管係組合一手動驅動活塞以及流體容積與活塞位移之即時電子測量值，同時補償特定吸量管與吸量管特定模式兩者之變更。吸量管之複合本質會輔助提升的準確度與改良的簡易使用，並且致能傳統手動吸量管所不可實行的額外功能。

六、英文發明摘要：

A hybrid manual-electronic pipette combines a manually driven piston with real-time electronic measurement of liquid volume and piston displacement while compensating for both pipette-specific and pipette model-specific variations. The hybrid nature of the pipette facilitates increased accuracy and improved ease of use and enables additional functionalities not practicable with traditional manual pipettes.

十、申請專利範圍：

1. 一種作用以處理一流體之複合式手動電子吸量管(110)，該吸量管(110)包含：

一活塞配件(408)，其包含一手動操作之活塞(412)與一耦合至該活塞的電子活塞位移感測器(414)；以及

一流體密封之液體末端(118)，其容納該活塞(412)並且具有一末稍空孔(422)，該末稍空孔(422)相應於該液體末端內的活塞之移動來允許流體經之而被攫取或者釋出；

其特徵為吸量管(110)進一步包含一處理單元(2112)，其被耦合用以接收來自電子活塞位移感測器(414)的活塞位移感測器訊號，其中的處理單元包含一補償子系統(2140)，其被程式規劃藉以應用一位置補償功能以及一容積補償功能，而將該活塞位移感測器訊號轉換成為已調整後的液體容積數值。

2. 如申請專利範圍第 1 項之複合式吸量管(110)，其中的吸量管(110)進一步包含一顯示器(126)以及一輸入面板(128)，其中的輸入面板與顯示器可操作來輸入一特定使用者的液體容積校準設定值。

3. 如申請專利範圍第 2 項之複合式吸量管(110)，其中的特定使用者液體容積校準設定值包含一特定使用者容積調整尺度縮放因數、一特定使用者容積調整零偏移量、一特定使用者容積調整轉化表格、或者一特定使用者容積調整轉移函數中至少一者。

4. 如申請專利範圍第 1 項之複合式吸量管(110)，其中

的位置補償功能之特徵為一活塞位移感測器補償設置值。

5.一種作用以執行一相應於不適當吸量技術的行為之複合式手動電子吸量管(110)，該吸量管(110)包含：

一活塞配件(408)，其包含一手動操作之活塞(412)與耦合至該活塞的電子感測器(414、2110、2124、2126)；以及

一流體密封液體末端(118)，其容納該活塞(412)並且界定一末稍空孔(422)，該末稍空孔(422)相應於該液體末端內的活塞之移動來允許流體經之而被攫取或者釋出；

其特徵為吸量管(110)進一步包含一處理單元(2112)，其被耦合至電子感測器(414、2110、2124、2126)，其中的處理單元包含一技術驗證子系統(2208)，其被程式規劃藉以測量至少一個吸量操作之至少一個參數，藉以比較該參數至一準則，並且藉以如果參數並不符合該準則，則指示處理單元執行一行為。

6.如申請專利範圍第 5 項之複合式吸量管(110)，其中的電子感測器(414、2110、2124、2126)包含一活塞位置感測器(2110)、一液體容積感測器(2110)、一活塞速度感測器(2110)、一吸量管方位感測器(2126)、一加速計(2126)、或者一尖端深度感測器(2124)中至少一者。

7.如申請專利範圍第 6 項之複合式吸量管(110)，其中的參數表示一活塞位置測量值，而且其中的準則包含下列中至少一個：在一吸取衝程之前於一本位位置處之一最小暫停、一吸取衝程之後於一上止動器處之一最小暫停、在一吸取衝程期間中的一最大活塞速度、在一釋放衝程期間

中的一最大活塞速度、在一吹出衝程期間中的一最大活塞速度、在一吹出衝程期間中的一最小活塞速度、一吸取衝程起始位置、一吸取衝程結束位置、或者一釋放衝程結束位置。

8.如申請專利範圍第 5 項之複合式吸量管(110)，其中的行為包含提供警示給予該使用者。

9.如申請專利範圍第 5 項之複合式吸量管(110)，其中的行為包含儲存一資料記錄。

10.一種操作用以處理一流體之複合式手動電子吸量管(110)，該吸量管(110)包含：

一活塞配件(408)，其包含一手動操作之活塞(412)與耦合至該活塞的電子感測器(414、2110、2124、2126)；以及

一流體密封液體末端(118)，其容納該活塞(412)並且界定一末稍空孔(422)，該末稍空孔(422)相應於液體末端內的活塞之移動來允許流體經之而被攫取或者釋出；

其特徵為吸量管(110)進一步包含一處理單元(2112)，其被耦合用以在該活塞(412)的一操作期間中接收來自電子感測器(414、2110、2124、2126)至少一個測量值、以及一記憶體子系統(2120)，其適用以儲存包含代表該測量值的一參數之至少一筆資料記錄。

11.如申請專利範圍第 10 項之複合式吸量管(110)，其中該活塞(412)之操作包含其中一個：一吸取衝程、一釋放衝程、吸取之前的一暫停、吸取之後的一暫停、一吹出衝程、吹出之後的一暫停、混合衝程、或者一滴定衝程。

12.一種操作用以在複數個連續吸量循環中處理一流體之複合式手動電子吸量管(110)，該吸量管(110)包含：

一活塞配件(408)，其包含一手動操作之活塞(412)與耦合至該活塞的電子活塞位移感測器(414)；以及

一流體密封液體末端(118)，其容納該活塞(412)並且界定一末稍空孔(422)，該末稍空孔(422)相應於該液體末端內的活塞之移動來允許流體經之而被攫取或者釋出；

其特徵為吸量管(110)進一步包含一處理單元(2112)，其被耦合至該電子活塞位移感測器(414)，包含一吸量管循環追蹤子系統(2226)，其被程式規劃藉以識別出於一單一吸量管循環內一序列衝程，並且以執行一與該吸量管循環之至少一個衝程相連結的行為。

13.如申請專利範圍第 12 項之複合式手動電子吸量管(110)，其中的行為包含增量於該吸量管的一記憶體(2120)中所儲存之一循環計數器。

14.如申請專利範圍第 12 項之複合式手動電子吸量管(110)，其中的行為包含如果該衝程代表一成功完成的循環，則增量於該吸量管的一記憶體(2120)中所儲存之循環計數器。

15.如申請專利範圍第 14 項之複合式手動電子吸量管(110)，其中的行為進一步包含評估一循環計數準則，而且如果超出該循環計數準則，則執行一警示行為。

十一、圖式：

如次頁

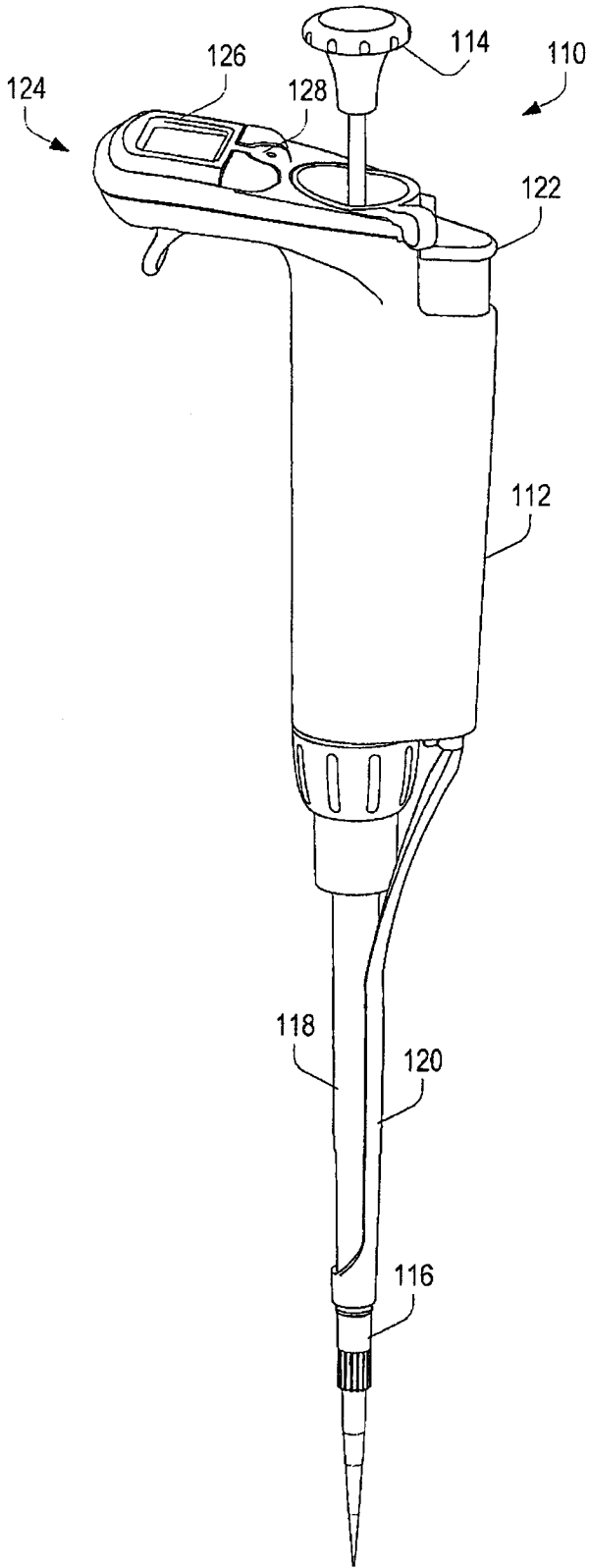


圖1

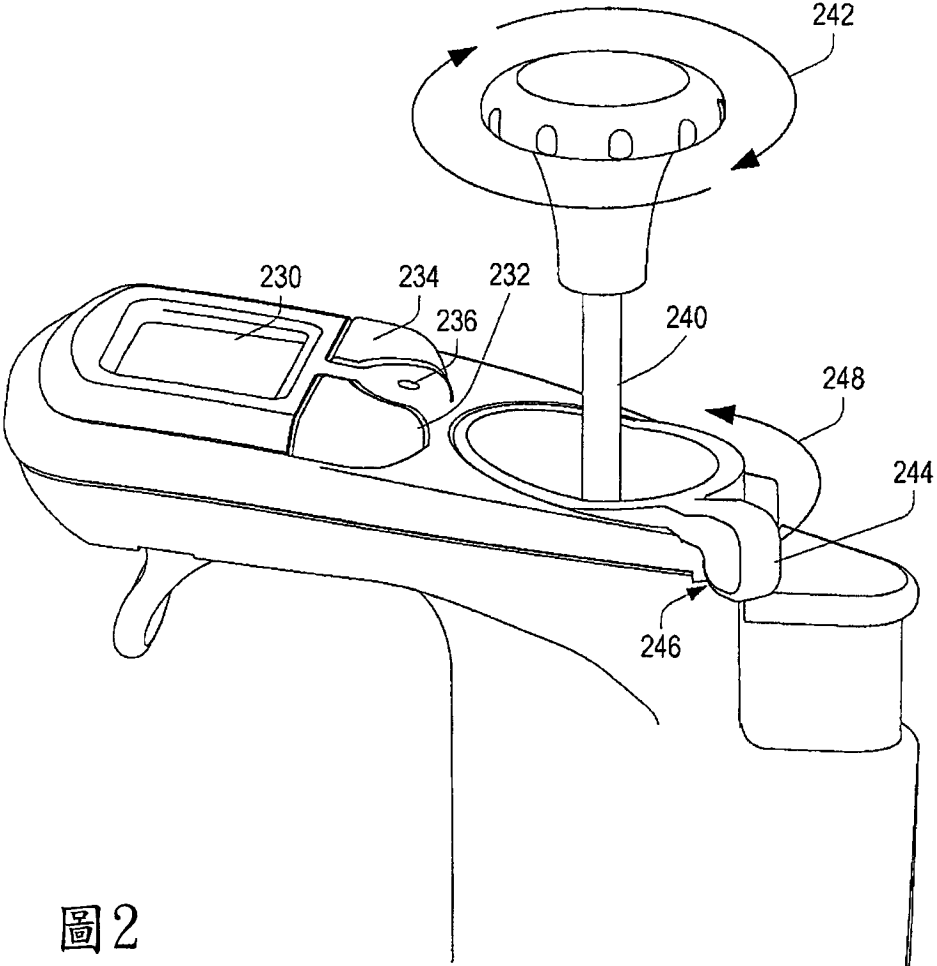


圖2

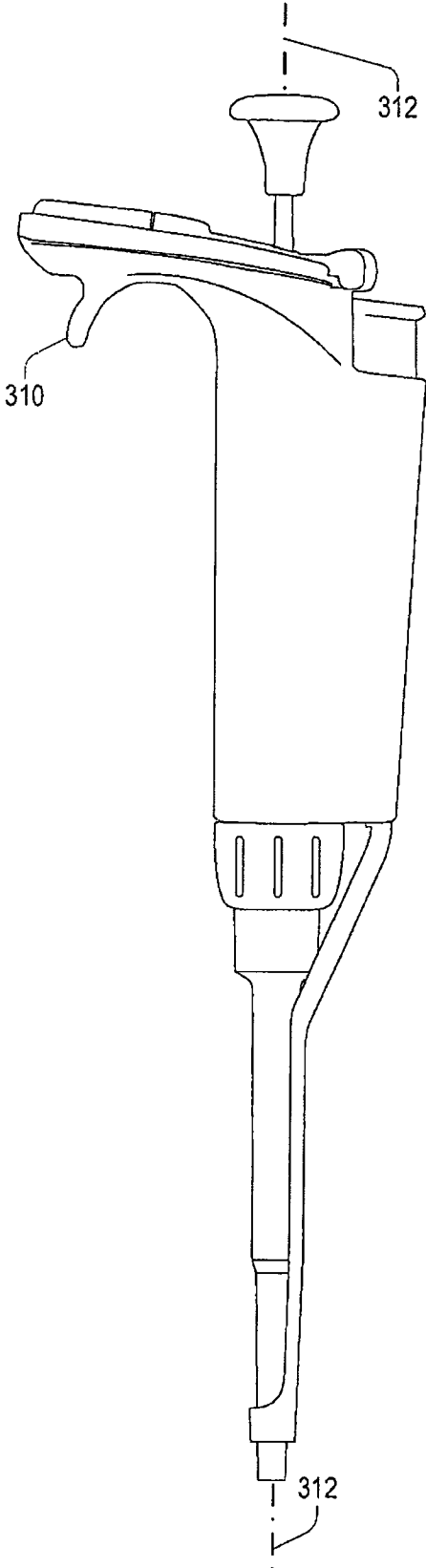
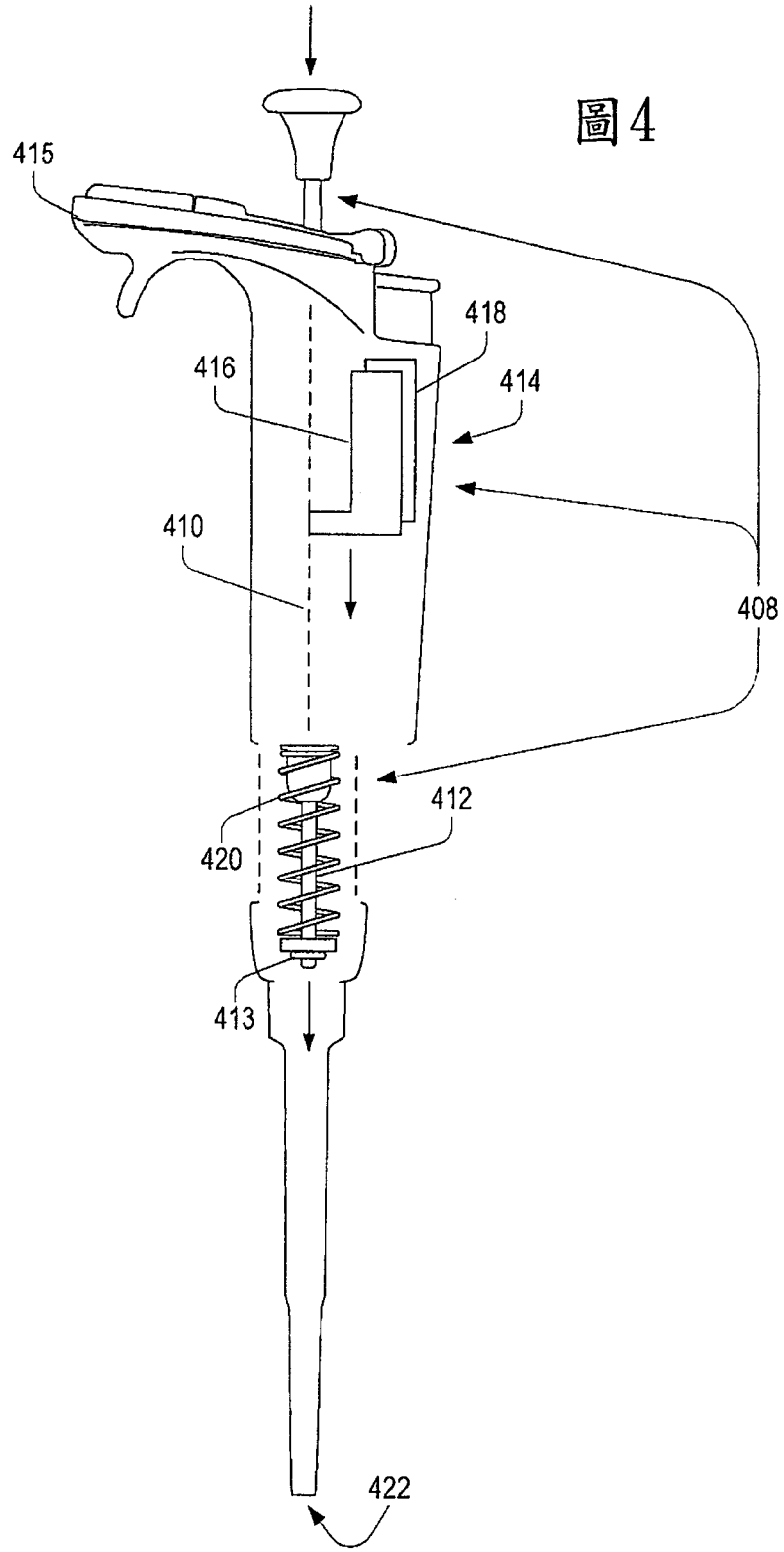


圖3



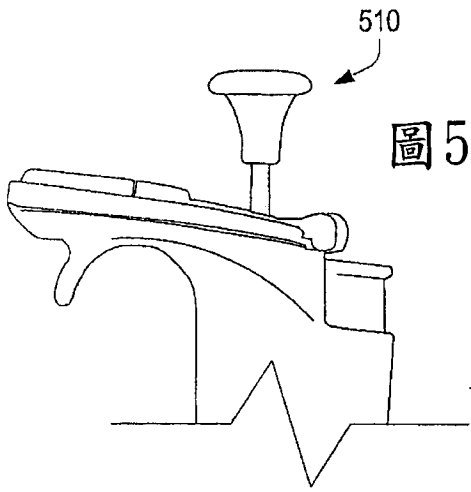


圖5

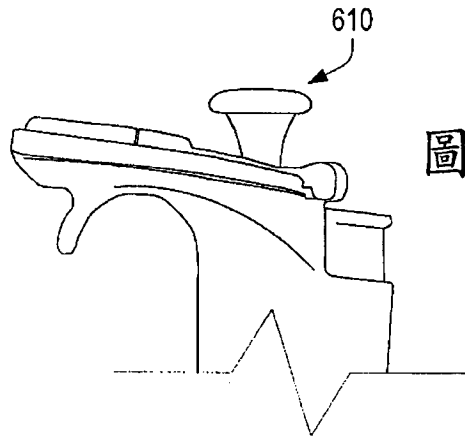


圖6

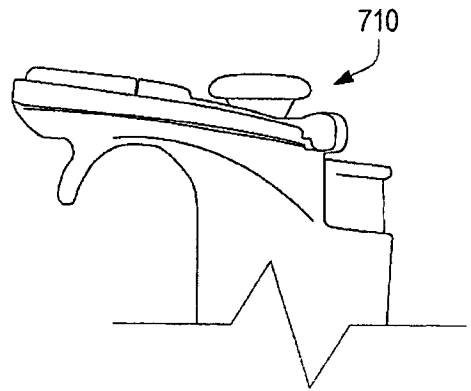


圖7

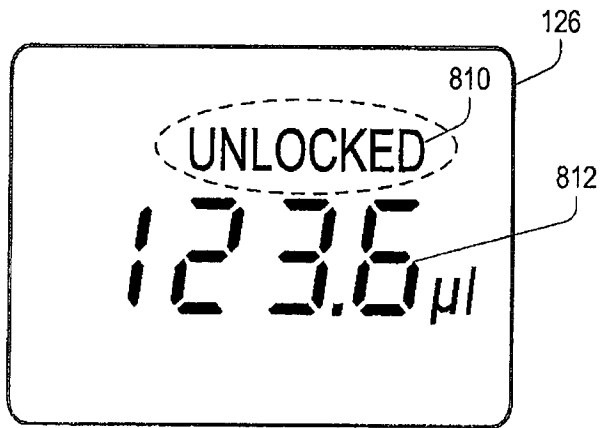


圖 8

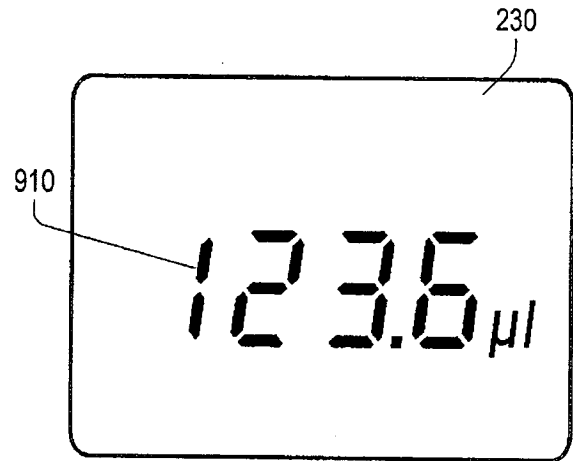


圖 9

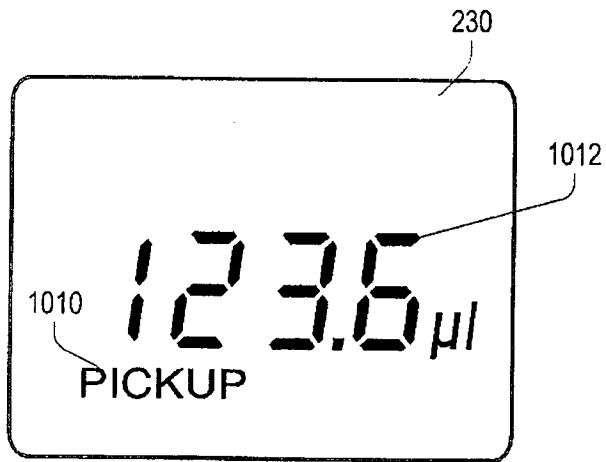
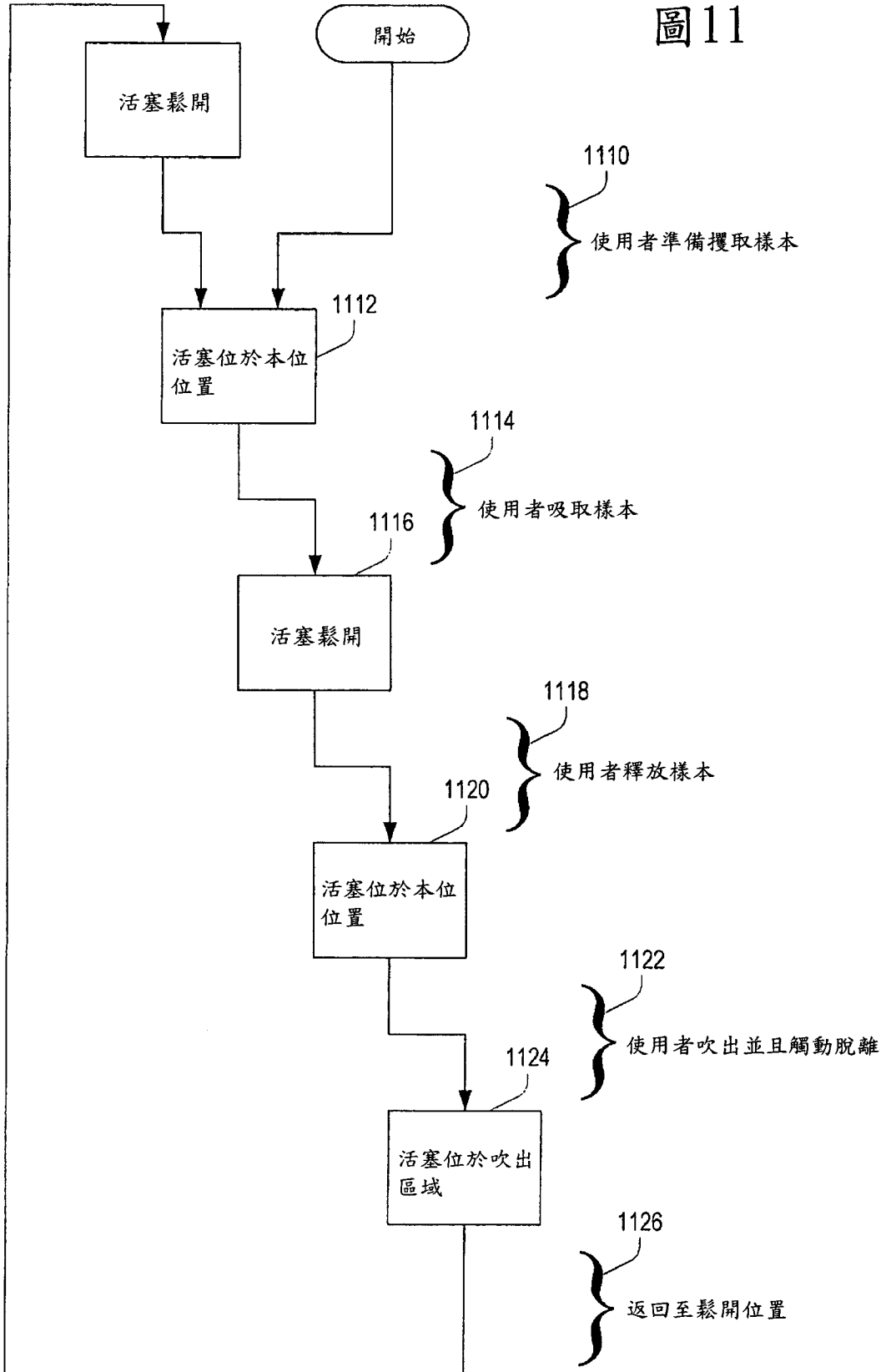


圖 10

圖11



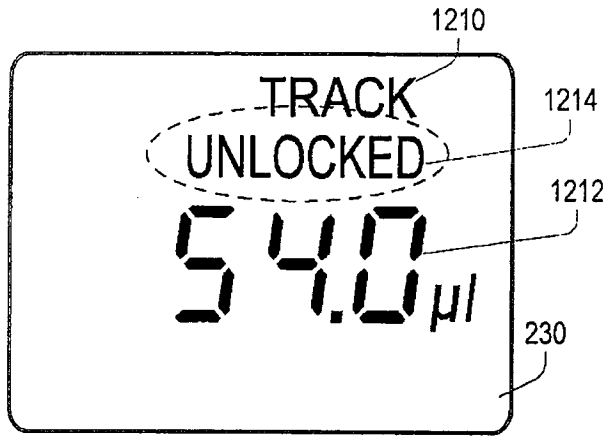


圖12

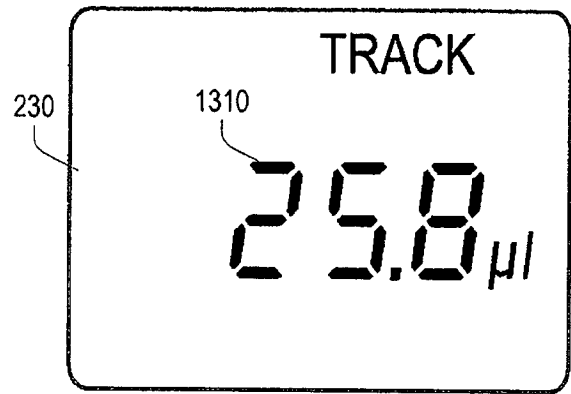


圖13

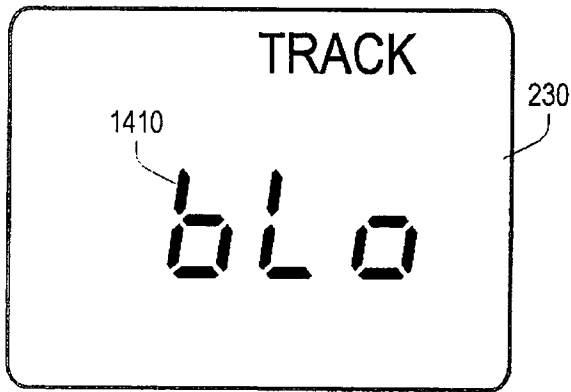


圖14

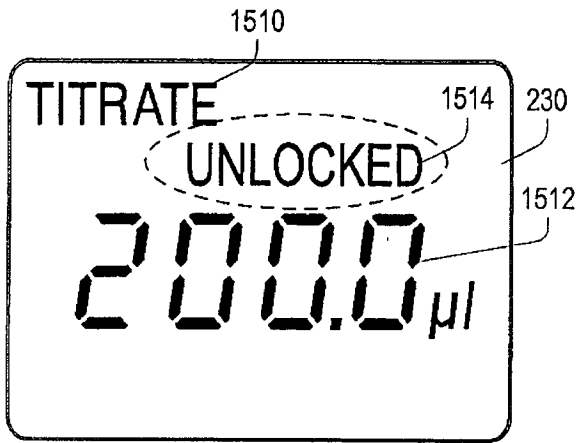


圖 15

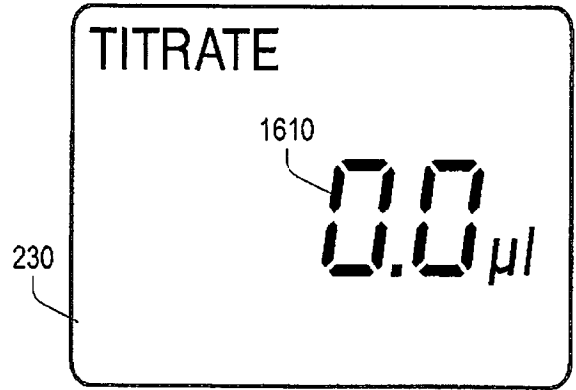


圖 16

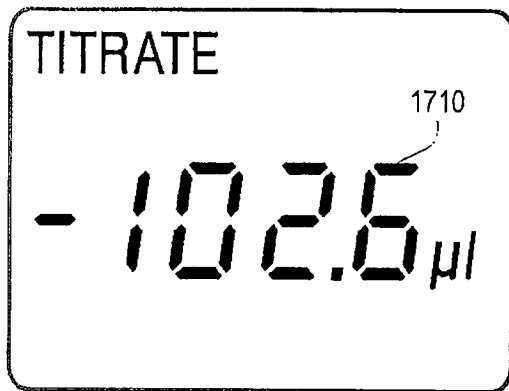


圖 17

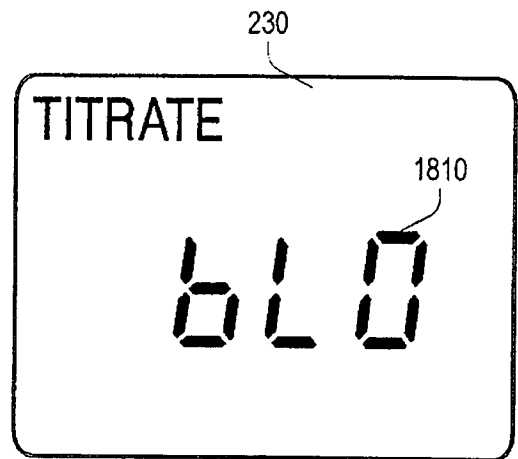


圖 18

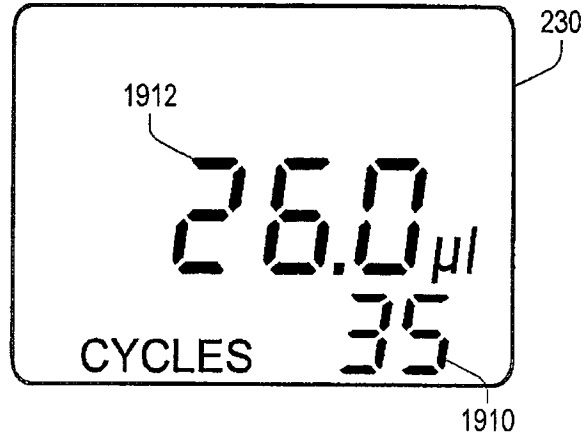


圖 19

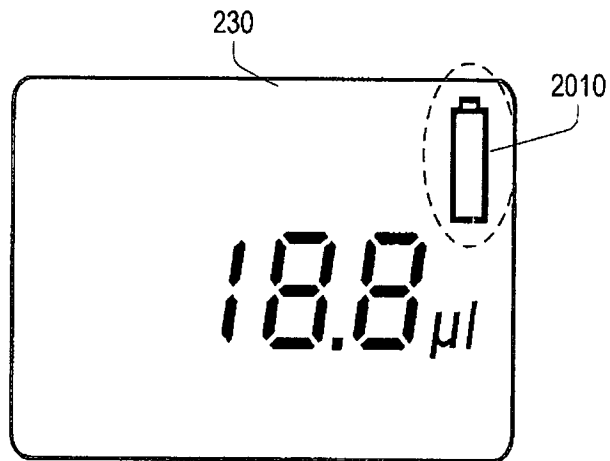


圖 20

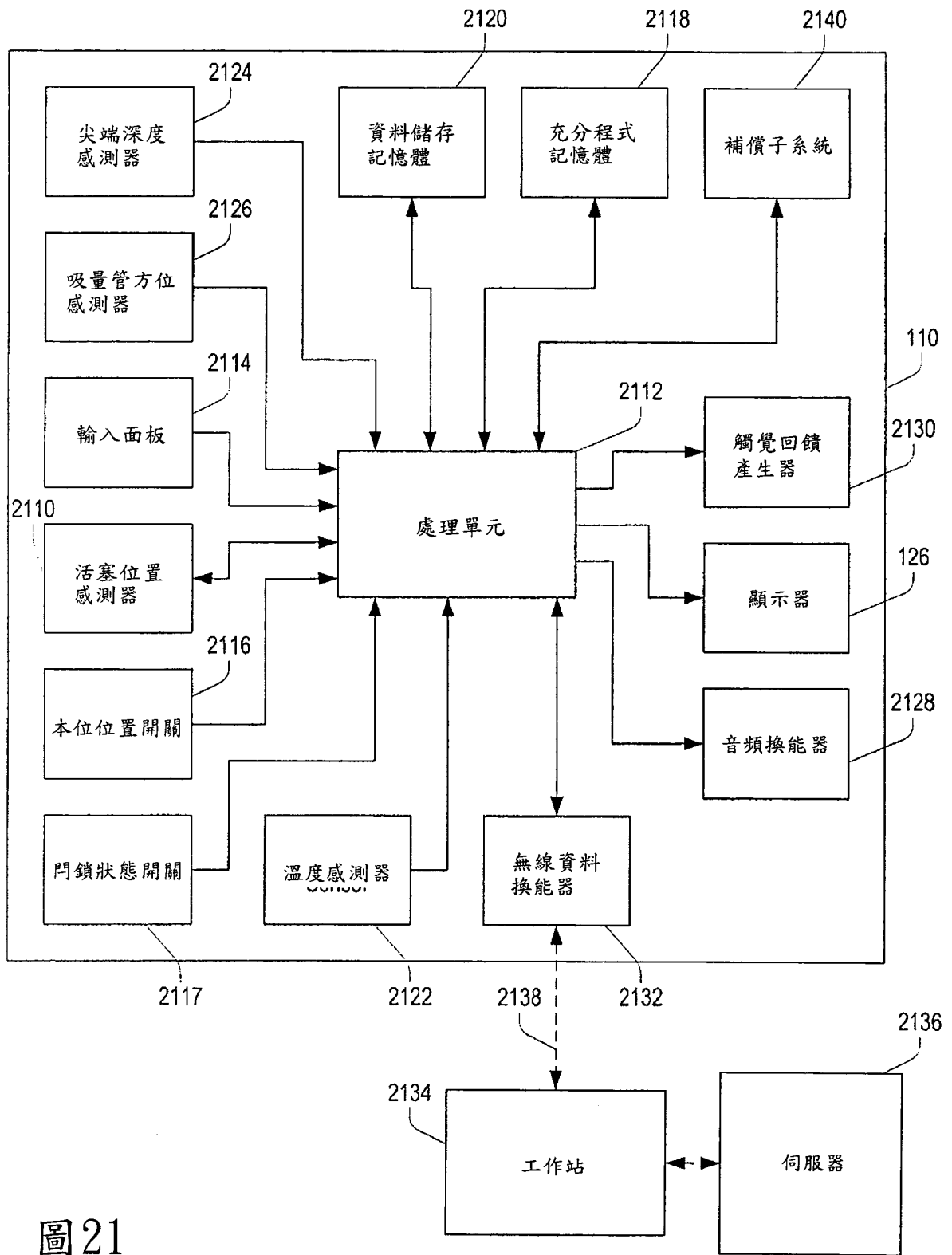
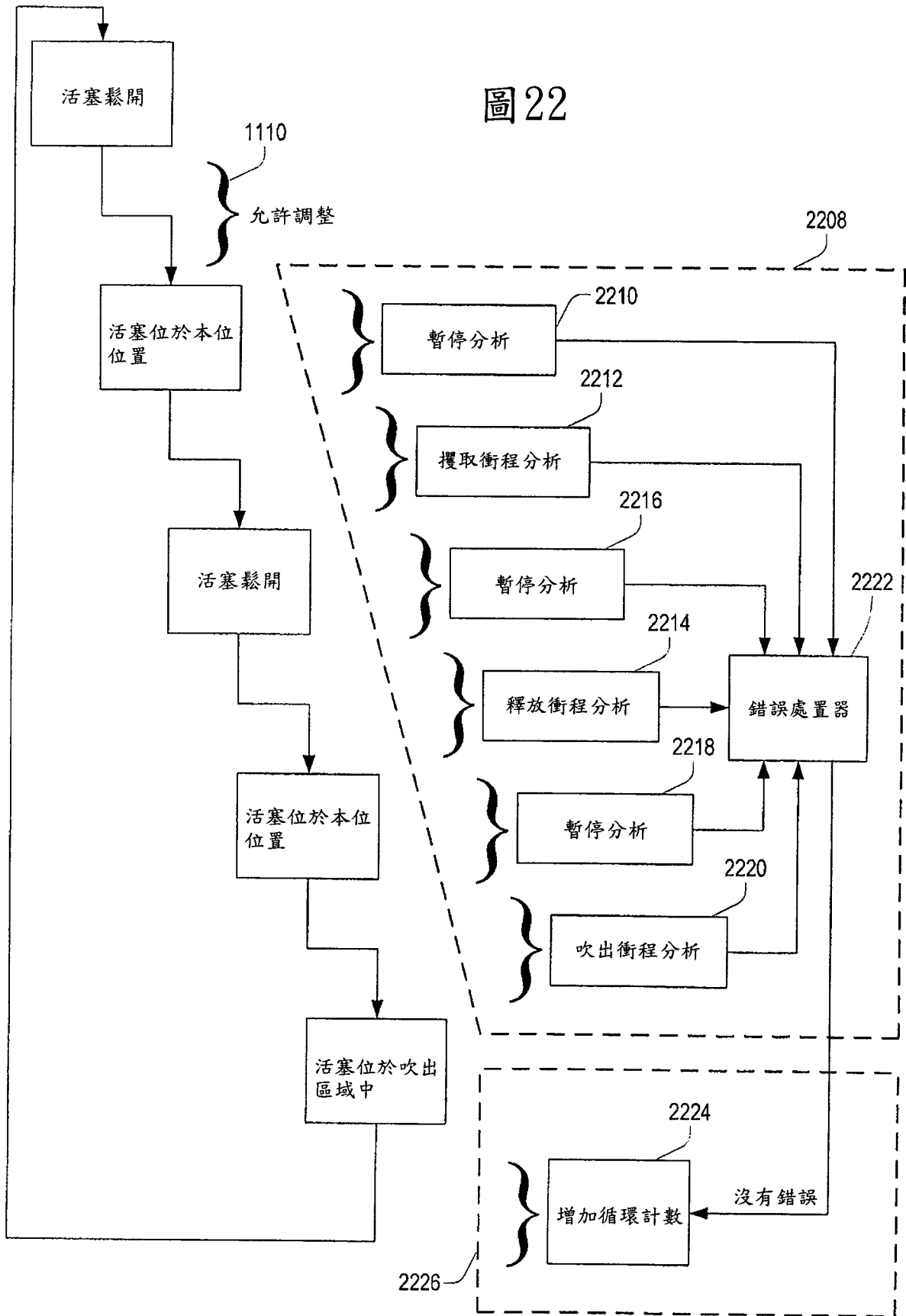


圖21

圖 22



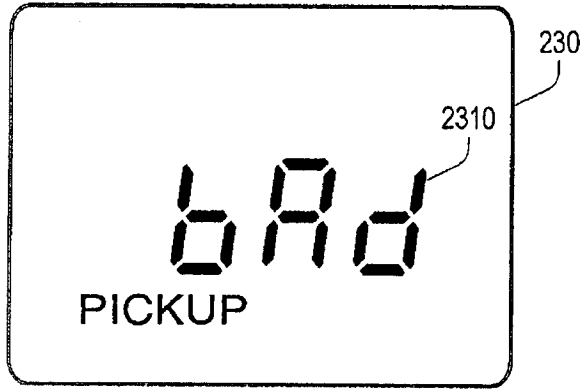


圖 23

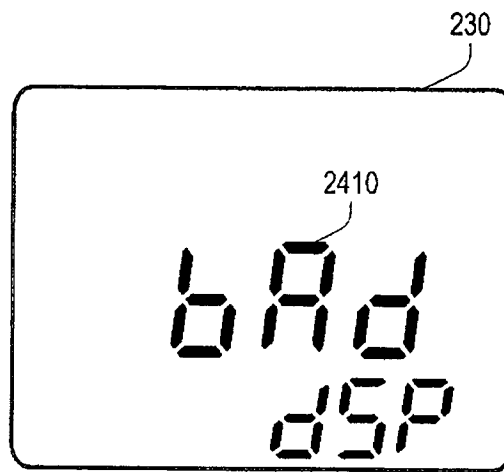


圖 24

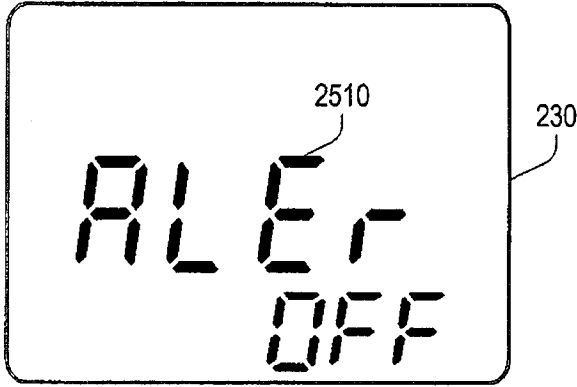


圖 25

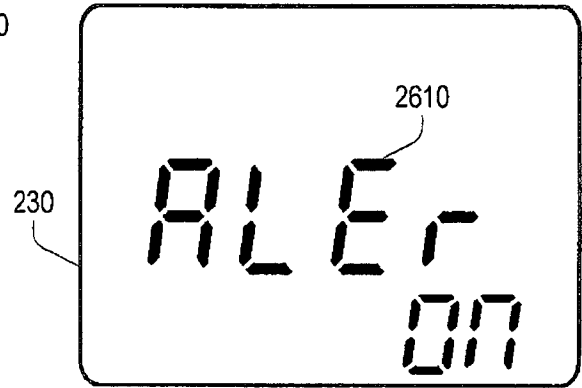


圖 26

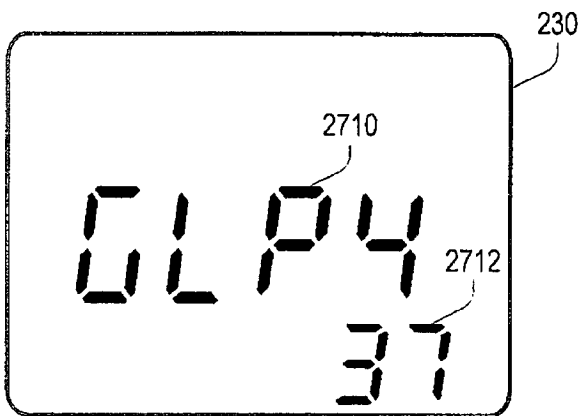


圖 27

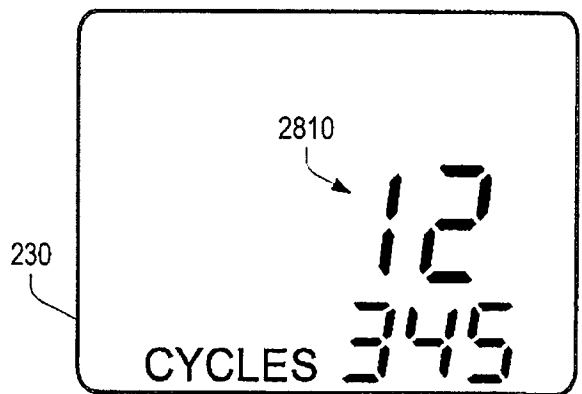


圖 28

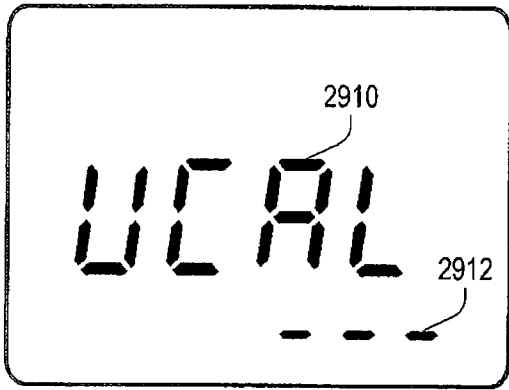


圖 29

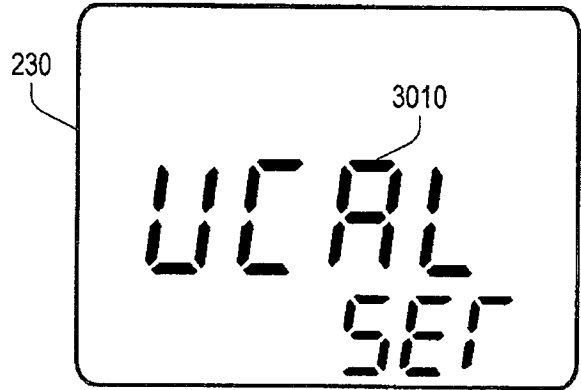


圖 30

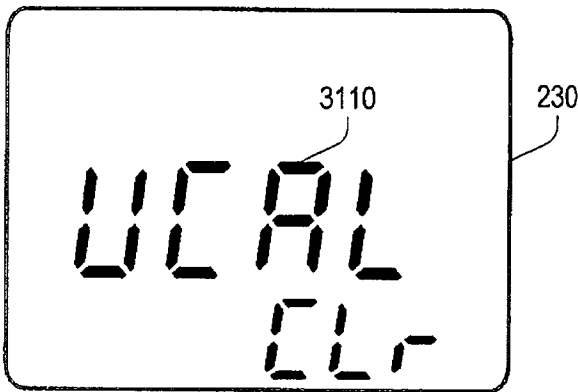


圖 31

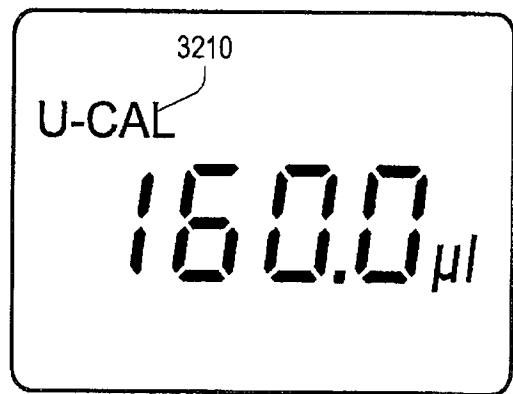


圖 32

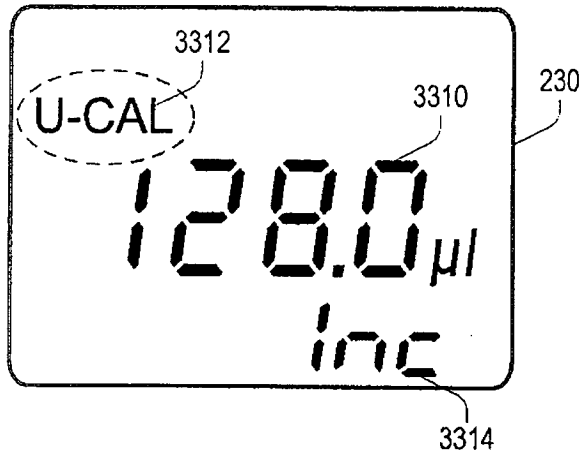


圖 33

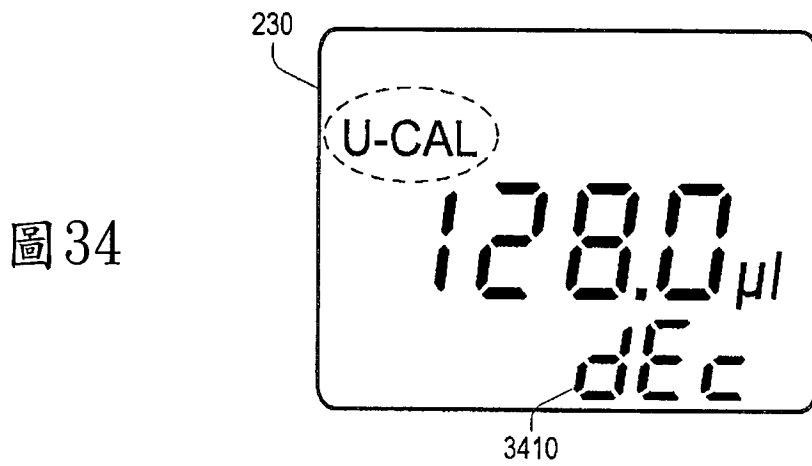


圖 34

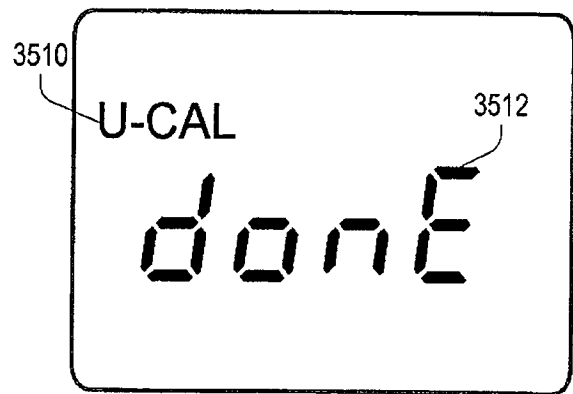


圖 35

所顯示的容積

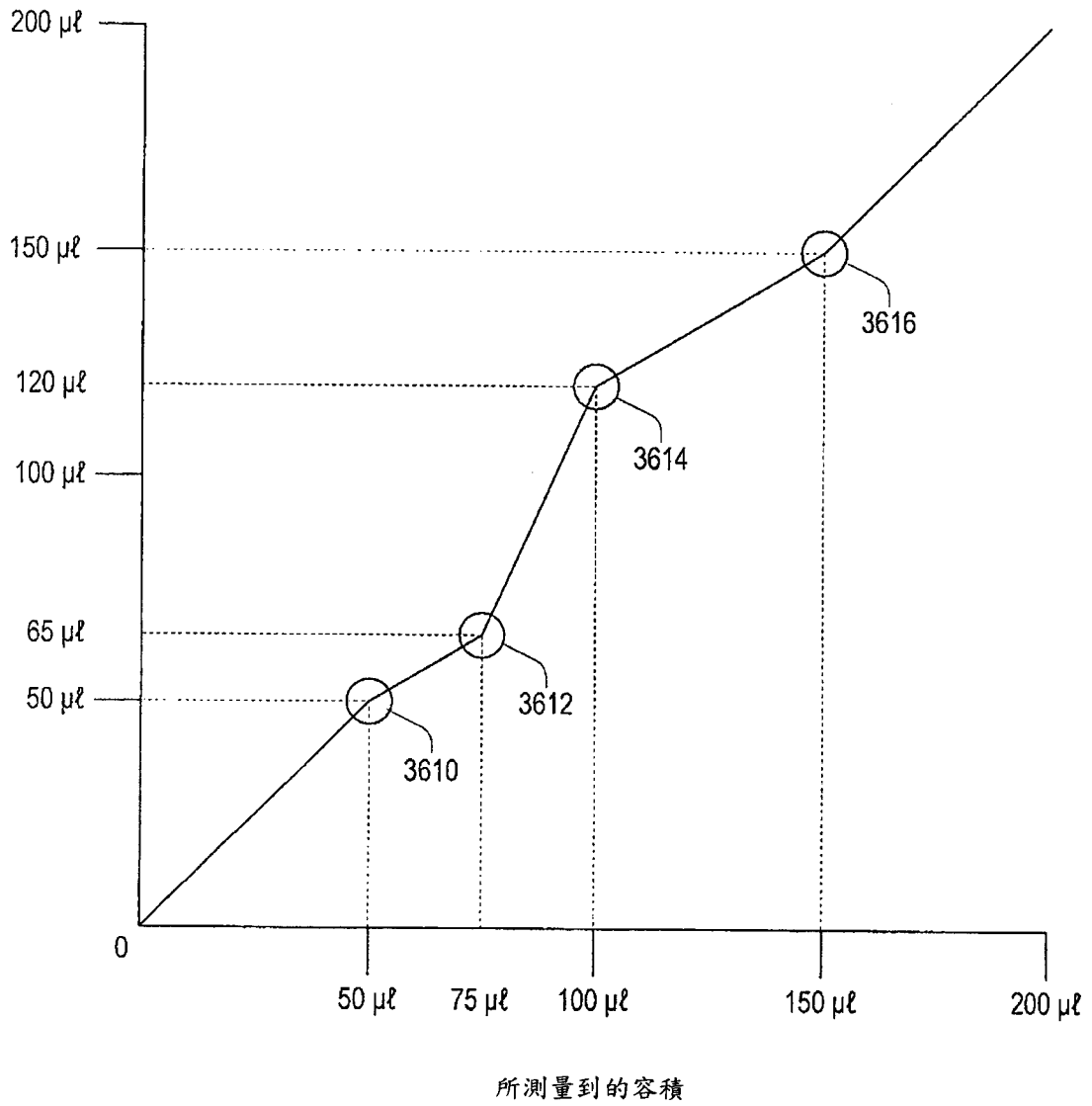


圖36

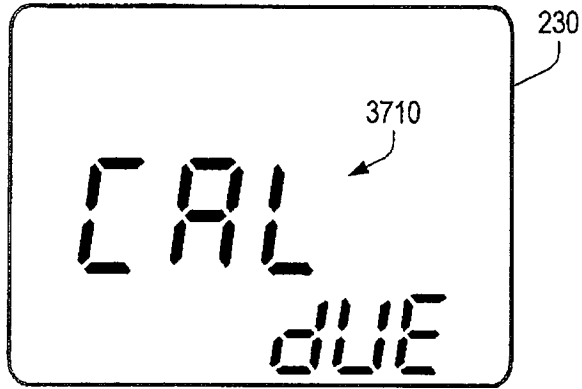


圖 37

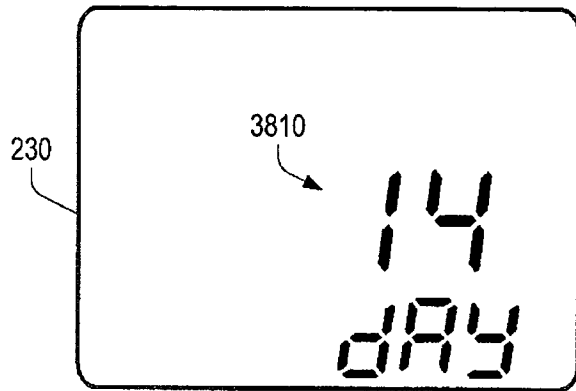


圖 38

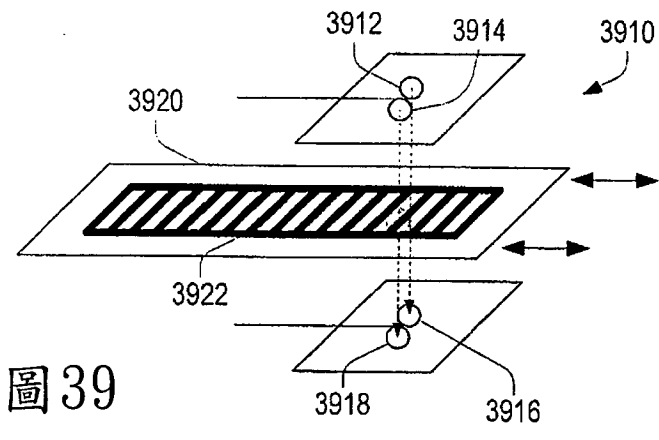


圖 39

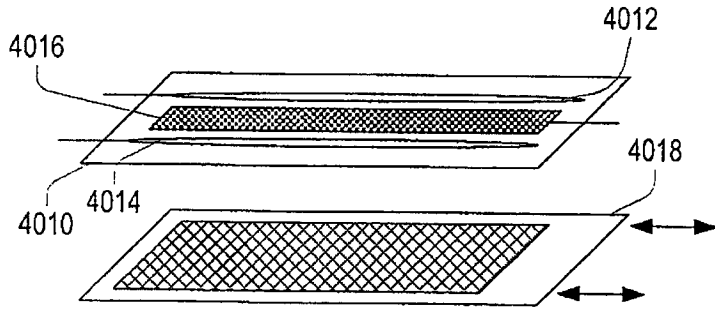


圖 40

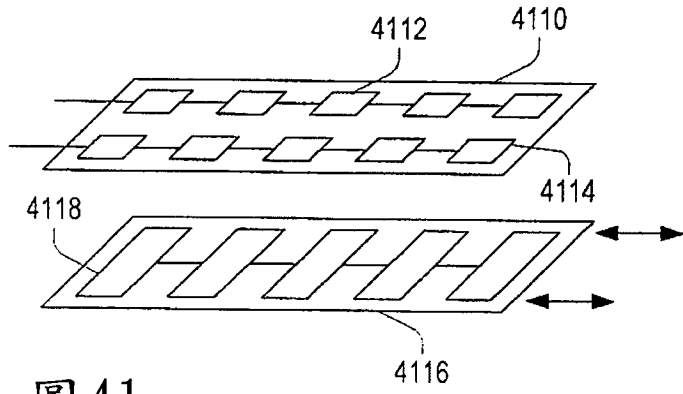


圖 41

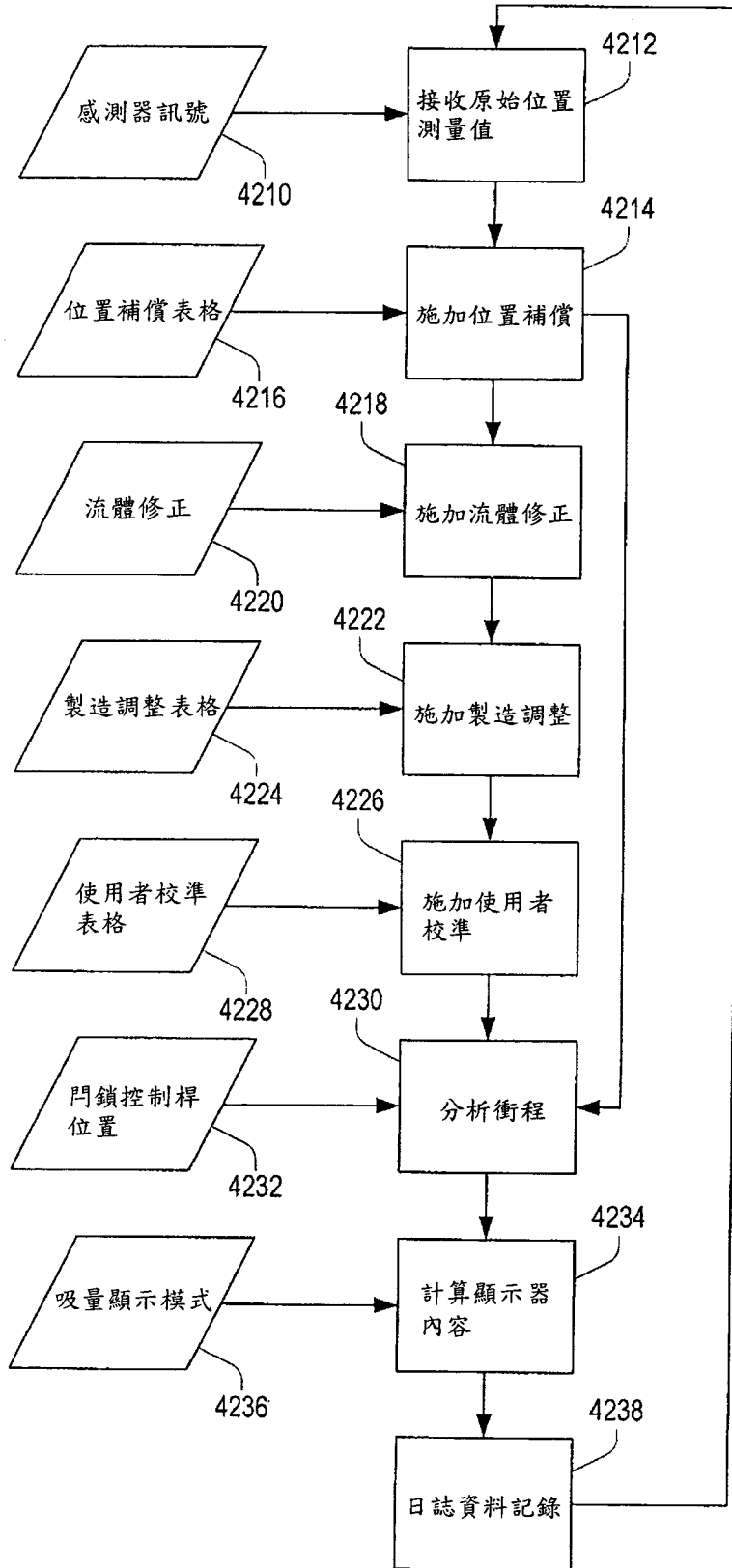
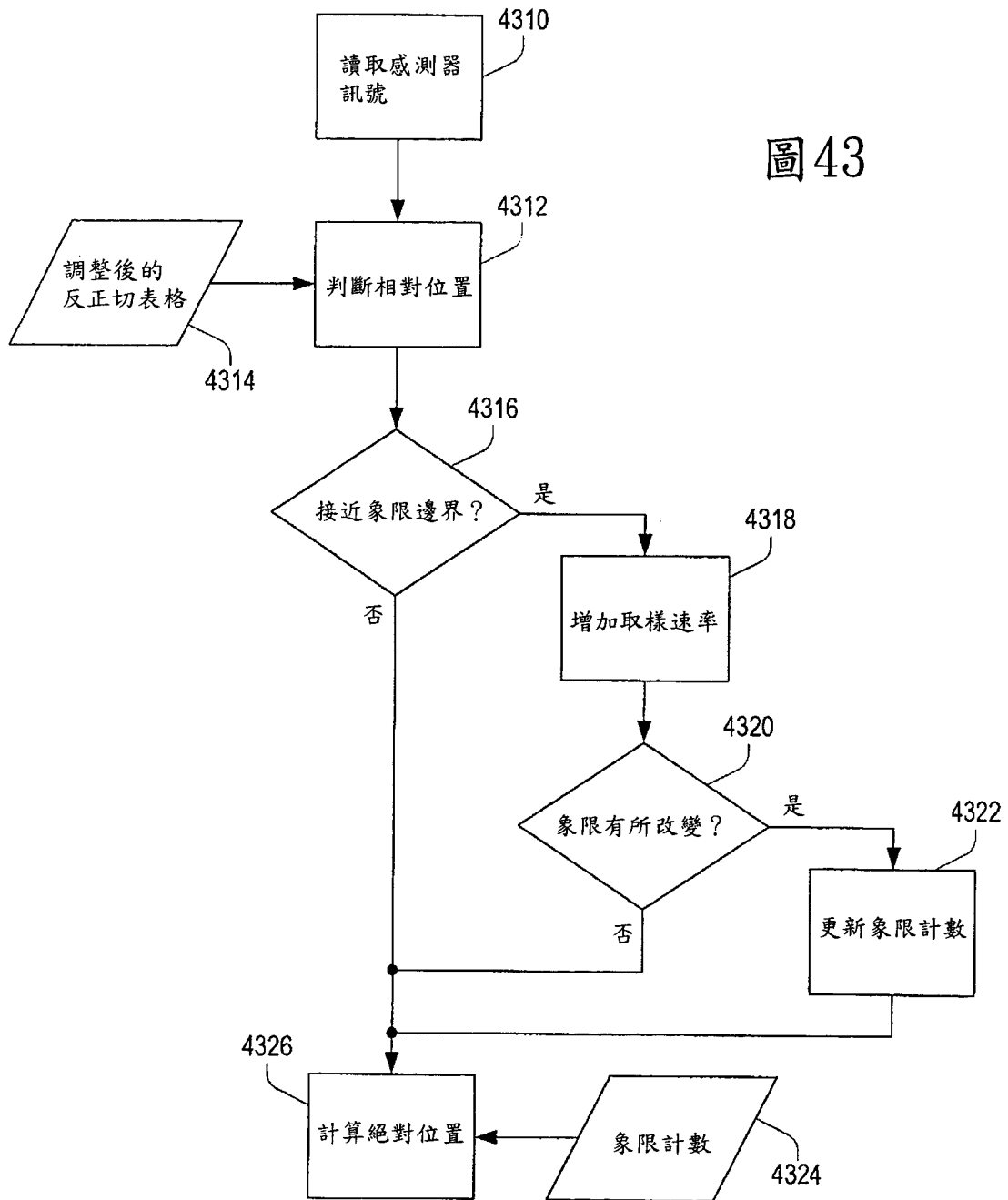


圖42

圖43



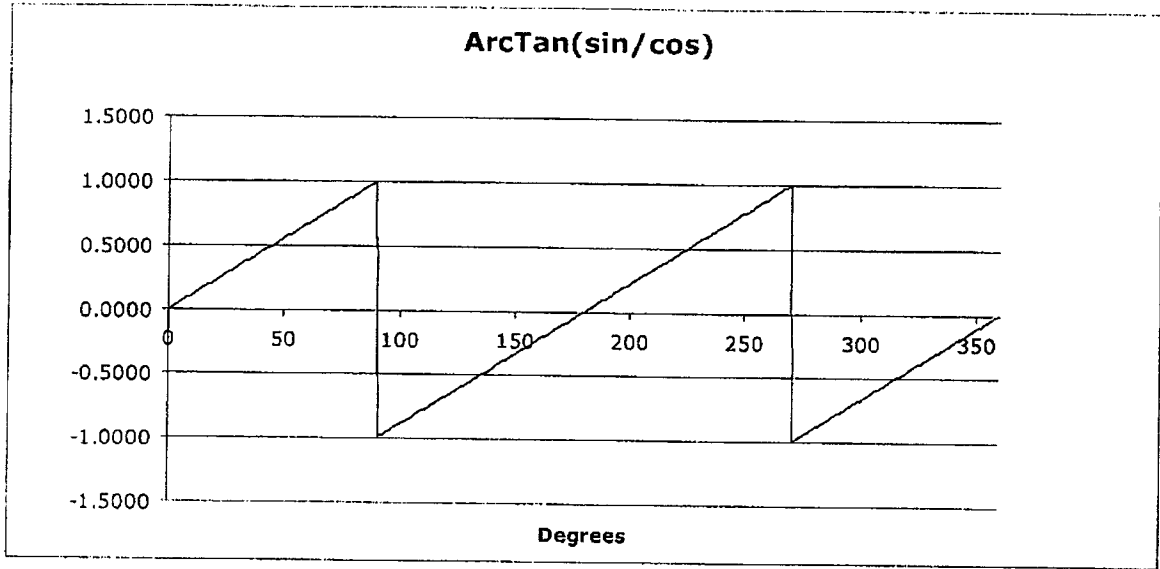


圖 44

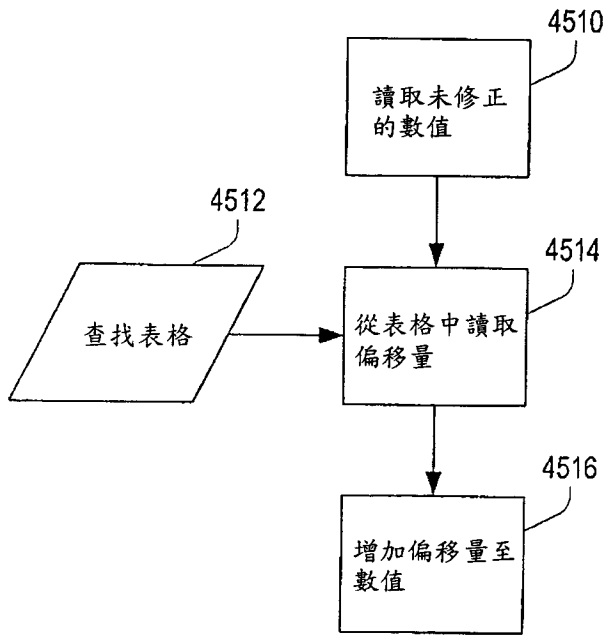
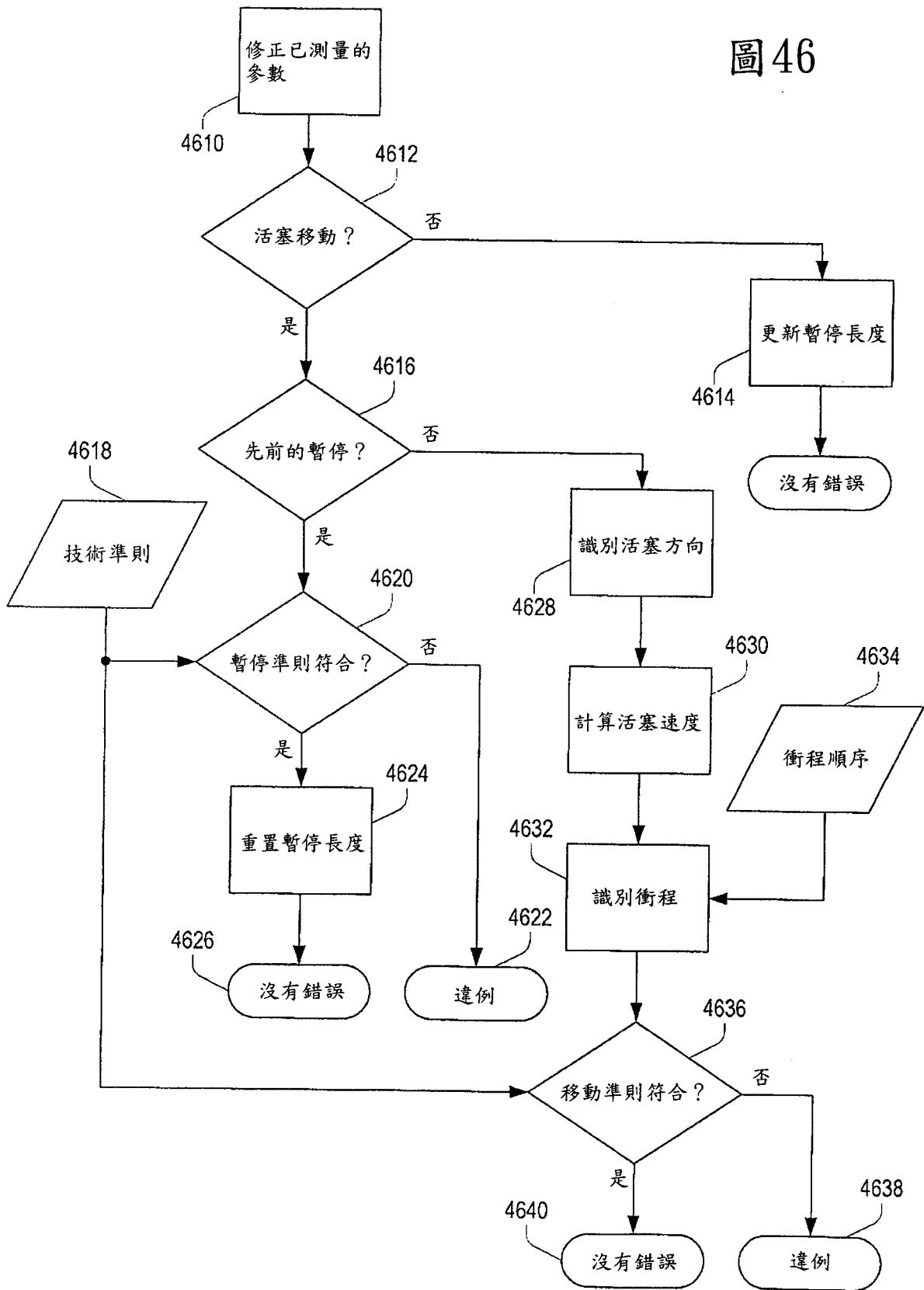


圖 45

圖 46



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110	複合式手動電子吸量
112	手握式主體
114	柱塞按鈕
116	尖端
118	流體末端
120	尖端噴射器
122	噴射器按鈕
124	使用者介面
126	顯示器
128	按鍵面板

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無