

22. 多功能醫護輔助套件(磅秤套件、非接觸式液位感測器)

魏慶華 教授、蕭世杰、黃聖間、吳涵玉
陳思懿、張素禎、蔡雅雯、蔡宇浩
南台科技大學 機械工程系

摘要

全球人口趨於老化以及肢體障礙患者逐年攀升，在未來兩大族群需要醫護人員給予專業的醫療照護，提升生活品質與預防疾病等要求，但照護這兩大族群必須要大量的醫護人力，目前全球也趨於少子化，在未來將面臨醫護人員人力不足的危機，所以醫療照護設備的功能與方便性，應更貼近使用者的需求，也要能有效取代人力，降低人力成本，以及降低工作疲勞度、職業傷害的產生，延長醫護人員的工作年限，使整體醫療品質提升。

本研究團隊，擁有多多年開發醫療輔具的深厚經驗，積極研發醫療照護相關的『安全標準作業平台』，主要是為了『有效的提升醫療品質』，讓高齡族群及肢體障礙者得到高品質的照護，曾研發多款多功能醫護病床，在許多學術研討與競賽中大獲好評，但因病床生命週期過長，在推廣上受阻，而研發團隊為突破此瓶頸，改變設計模式，改以套件模式導入，此模式是針對不同需求的病患，以樣式多選擇性高的套件式產品，組合出不同病患所需求的配備，也使醫護設備之功能和方便性更貼近使用者需求，過去發展的套件式之核心功能有側向翻身、移床功能、遠端監控、臥姿變坐姿輪椅等功能，此次設計項目為：(I)設計讓病患能在病床上直接量測體重、(II)設計解決臨床注射點滴藥水與呼吸治療潮濕器之液位下降控制器。

關鍵詞：病床、磅秤、秤重、非接觸式液位感測器、點滴注射、呼吸治療。

一、前言

全球已開發及部分國家人口趨於老年化[1] (圖一)，老化產生之疾病經常導致行動不便，如中風、半身不遂及植物人，不過，年輕人也可能因為交通事故或運動傷害導致中樞神經受傷所產生之肢體障礙者比例也逐年增加，此外，這些國家同時也有出生率下降，而導致醫護人員短缺的問題，所以需要引進大量的外籍看護，來照護肢體障礙病患與高齡族群，以解決醫護人員短缺的問題，但因外籍看護人員良莠不齊，加上語言溝通

等問題，使得整體醫護品質下降。所以為提高肢體行動不便患者之基本生活品質，及解決護理人力之短缺等問題，醫療護理設備的功能與方便性亦應隨之提高，否則會因看護人力不足，導致併發症，要花費更多時間、人力、金錢來治療病患。

本研究團隊在定期訪查奇美醫院、成大醫院、台南市立醫院等機構中調查發現，醫護人員在照顧病患較費時，且危險性較高的有兩項，分別為秤重問題、點滴與呼吸器液位問題。

秤重問題：

體重數據是病患營養狀況非常重要的依據，然而長期臥床、肢障、洗腎等患者在測量體重是非常麻煩且困難的，目前醫院使用的測量儀器是必須把病患從病床移到測量載具上，在搬運的過程常造成病患二次傷害與醫護人員的職業傷害，且量測精準度誤差大。

點滴與呼吸器液位問題：

醫院常見的住院患者大多需接受點滴的注射，然而一位護士平均要照顧三~四間病房，每個病房內最少都有三位病患(約9~12位病人)，所以常需要家屬在旁協助照料，以防止點滴瓶中之藥水完全流乾時空氣流入病人體中或血液從病人體中倒流之危險情況發生；另外於呼吸治療時，治療師經常需注意潮濕器之水位保持於設定位置，慎防水進入呼吸器管路，對病人造成危害。

二、文獻探討

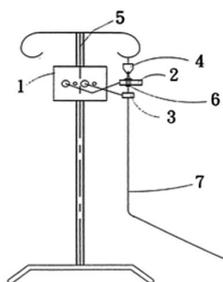
目前專利公報與網站檢索之「點滴偵測」功能介紹如下

1. 專利公告編號567857號[2]之『醫療點滴偵查器』(圖二)：

此發明內部設有兩道偵測點，當點滴注射完畢時，第一階段偵測點偵測不到水滴滴落約10秒，會發出警報通知病人，同時連線緊急醫療鈴，告知護理站人員。當第一偵測點在預定時間間隔偵測不出點滴發出警報後，點滴視窗內藥水高度開始下降至某一程度，第二階段偵測點之偵測器偵測到水位已降至臨界點，會指示藥水切斷裝置將藥水供應切斷(抵緊或放鬆)；不過此偵測感應電路較繁瑣也只能用於點滴或液位下降之警示，未說明具有液位上升之警示功能。



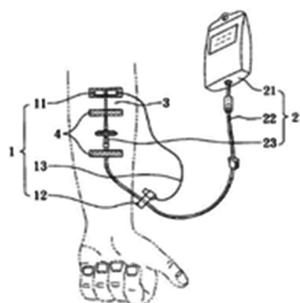
圖一、全球65歲以上高齡人口比例



圖二、點滴偵查器之整體裝置示意圖[2]

2. 專利公告編號M337385號[3]之『點滴注射偵測裝置』(圖三)：

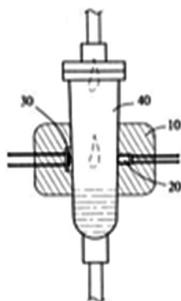
此偵測器裝置於點滴注射針插入病人注射部前方用以感應注射部是否膨脹，若感應到膨脹情形可透過電路控制夾止器阻斷藥液之輸送。不過，因為是將感測器貼附在病人的肌膚，與本計劃目標感測液位之變化有所不同。



圖三、點滴注射偵測裝置施例圖[3]

3. 專利公告編號M308078號[4]之『點滴偵測器之光電感應元件』(圖四)：

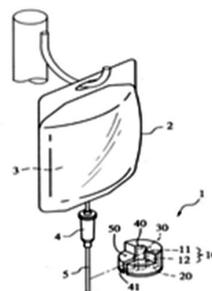
本創作主要是在一端安裝有光源的U型支持件相應通孔內組裝光共振箱，它的一端所開設之光接收孔需恆小於待測物(液滴)，且其感測物為液滴並非液位，且不具有液位上升之警示功能，與本計畫之目標不同。



圖四、點滴示瓶之光感應設置示意圖[4]

4. 專利公告編號M289651號[5]之『點滴自動偵測裝置』(圖五)：

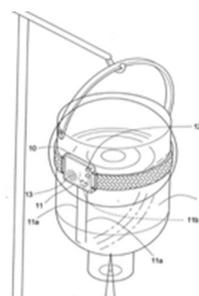
本創作主要是藉由簡易的定位套合方式將點滴自動偵測裝置套設於點滴藥劑袋下方之流量顯示筒，感測物為液滴亦非液位，且不具有液位上升之警示功能，與本計畫之目標不同。



圖五、點滴自動偵測裝置之立體分解圖[5]

5. 專利公告編號M266060號[6]之『測量點滴液面高度之感測器』(圖六)：

將設有一電磁感應線路、警示燈及蜂鳴器所組合成的感應模組，固定於注射容器外部，由於該電磁感應片係以感應該容器內液體流動時，所產生波頻之電壓差作為信號，當獲得電磁感應片之信號，輸入電磁感應線路中，經由一信號放大器將信號放大後，直接驅動本體內部的警示燈及蜂鳴器發出聲光效果。本作品之感測原理為電磁感應與本計劃使用光感測之方式不同，且不具有液位上升之警示功能，與本計畫之目標不同。



圖六、測量點滴液面高度之感測器之使用示意圖[6]

三、本作品功能

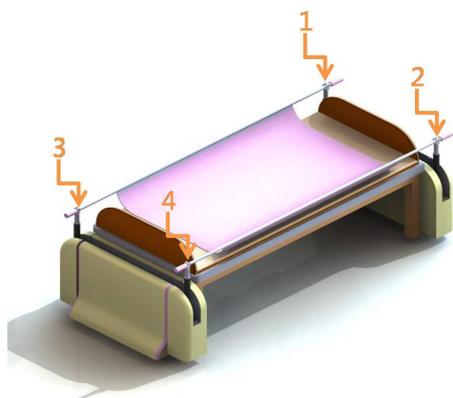
磅秤套件

對於行動不便的患者、洗腎病患而言，量測體重也是一大難處，為了讓醫護人員能輕鬆的量測到患者的體重變化，因此在套件設計重量量測的功能，藉此觀察患者的生理狀況，來做進一步的營養調適。

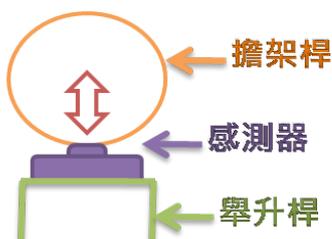


圖七、磅秤系統架構圖

本設計把四個感應器(荷重元)分別裝置，在翻身移床套件(圖八)的四組舉升桿中，以舉升桿做為基座，量測端與擔架桿接觸，四組舉升桿同動，抬舉病患離床，就能測得體重。



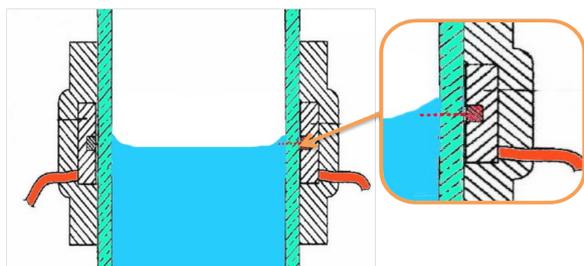
圖八、翻身移床套件



圖九、感測器安裝示意圖

非接觸式液位感測器

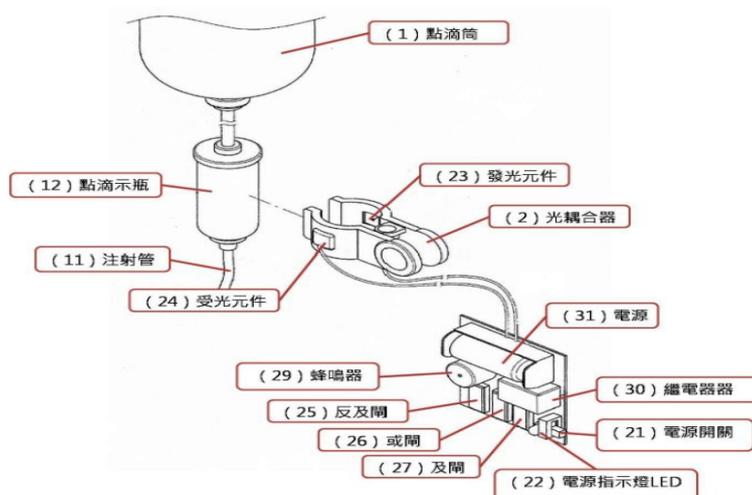
由於液位與點滴示瓶內管壁接觸處會有毛細力作用（圖十），使得液面四周稍比中央高出一些，因這樣的物理現象，液面呈現變化，所以輸入的紅外線會瞬間偏折，使光線無法直射於接收端的光電晶體，導致接收端無法接收到光線，則產生一個低態電壓（“0”訊號），給邏輯電路運算，所以輸出變為高態電壓（“1”訊號），則使蜂鳴器產生警示鳴叫。



圖十、液位與點滴示瓶內管壁接觸處毛細力作用示意圖

本設計主要是利用光耦合器作液位感測元件，再配合數位運算IC電路設計，辨識點滴指示瓶中藥水降至設定水位，及呼吸治療中潮濕器之水位升至設定水位，使蜂鳴器鳴叫以達到監控和警示的目標。為令本創作所運用之技術內容、創作目的及其達成之功效有更完整且清楚的揭露，茲於下詳細說明之，並請一併參閱所揭之圖式及圖號：

第（十一）圖示，係本設計點滴液位偵測結構其一較佳實施例之示意圖，其係包括一點滴筒（1）及一光耦合器〔Optical Coupler, OC〕（2）其中：

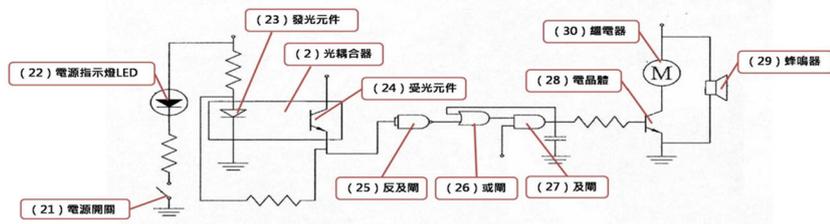


圖十一、本設計其一實施例之立體分解圖

該點滴筒(1)係一罐狀容器，下端接設一點滴示瓶(12)，而點滴示瓶(12)底部接連一注射管(11)，藉由重力的方式，讓倒置的點滴筒藥劑，依序緩慢的滴落於點滴示瓶(12)裡，經有點滴示瓶(12)底部接連的注射管(11)，將液體藥劑緩慢的流入病患體內；

該光耦合器(2)是利用光，來作為媒介傳輸電信號的一種裝置，請一併參照第（十二）圖所示，其係包含有相連接之開關(21)、電源指示燈(22)、發光元件(23)「例如一紅色線發光二極體（IR-LED）」、受光元件(24)「例如光電晶體」、反及閘〔NAND Gate〕(25)、或閘〔OR Gate〕(26)、及閘〔AND gate〕(27)、電晶體(28)、蜂鳴器(29)、繼電器(30)及提供各元件所需之電源(31)，其係將光耦合器(2)安裝固定於夾具上，以便固定於點滴筒(1)或點滴示瓶(12)做液位升降之感測；然而發光元件(23)與受光元件(24)間的信號是利用光來傳達，比起現在醫院使用的微量點滴輸液控制儀更為便宜簡單，也可以不碰觸容器內的藥水，直接指示液位變化非常便利；而且是利用光來傳達信號，故輸出入間對電氣信號不會互相干擾，避免影響醫院其它的醫療電子器材運作，與數位IC元件之連接也相當方便，響應速度快，因為無接點，所以耐振動性很好，不怕有搖晃或碰撞造成損害的問題，可以大幅增加感測的可靠性，而受光件(24)之另一端依序連接有反及閘〔NAND Gate〕(25)、或閘〔OR Gate〕(26)、及閘〔AND gate〕(27)之基本邏輯閘和電晶體(28)與蜂鳴器(29)，其中反及閘(25)是專負責運算光耦合器輸入之訊號，它有兩個輸入端和一個輸出端，當任何一個或兩個輸入端為低態電壓“0”，輸出端必為高態電壓“1”，僅在輸入端全部為高態電壓“1”時，輸出端才會為低態電壓“0”，或閘(26)則是專門負責電路自保運算的邏輯閘，它有兩個輸入端和一個輸出端，當任何一個或兩個輸入端皆為高態電壓“1”，則輸出端必同為高態電壓“1”，若兩輸入端全部為低態電壓“0”時，則輸出端皆為低態電壓“0”，而及閘(27)則是負責電路自保和訊號輸出的邏輯運算，它有兩個輸入端和一個輸出端，當任何一個或兩個輸入端皆為低態電壓“0”時，輸出端必為低態電壓“1”，僅在兩輸入端皆為高態電壓“1”時，輸出端才會為高態電壓“1”，並於及閘(27)之另一端接連一電晶體(28)，用來將電路輸出的訊號放大，讓訊號有

足夠的電量推動繼電器 (30)，當液位瞬間低於或高於指定感測液位時，使蜂鳴器 (29) 可以持續發出警示聲響。



圖十二、本創作之光耦合器電路圖

於實施組裝時，請參閱第 (十三) 圖及第 (十四) 圖，其係將固定於夾具上之光耦器(2)，夾於點滴示瓶 (12) 上之指定液位，做升降之感測，當電源開關(21) 打開時，電源指示燈LED (22) 會亮，便可在不碰觸藥水的情況下，直接經由點滴示瓶(12)之表面量測液位，當點滴示瓶(12)的藥水，在指定液位的高度下，受光元件(24)將同時給予反及閘(25)之二輸入端一個高態電壓“1”之信號，使得反及閘(25)之輸出端為低態電壓“0”，則或閘(26)之二輸入端階為低態電壓“0”，使得或閘(26)之輸出端也在低態電壓“0”，因此及閘(27)之輸入端為低態電壓“0”，最後及閘(27)之輸出端也為低態電壓“0”，如此電晶體(28)與蜂鳴器(29)皆不導通。

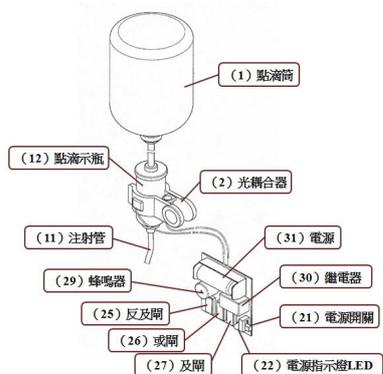
電壓“1”，所及閘(27)之輸出端轉為高態電壓“1”，故其輸出轉為高態電壓“1”，電晶體導通，繼電器激勵，同時或閘(26)另一輸入與及閘(27)輸出電壓一樣，即能自保持作用，讓警報器的蜂鳴器一直發出聲響，直到關閉電池開關為止 (紅色LED滅)，以提醒醫療人員更換或是移除點滴筒 (1)內的藥水，以防止點滴瓶中之藥水完全流乾時空氣流入病人體中或血液從病人體中倒流之危險情況發生，適時減少護理人員的勞務負擔，增加病人治療的安全性。

四、結論

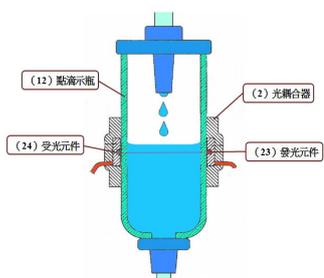
本設計磅秤套件、非接觸式液位感測器，是運用創新簡約的概念設計出的感測器，讓整個感測器的運用更為便利簡約，價位低，體積更小，提高醫護人員工作效率，減少病人家屬及看護人員的勞務負擔與心理壓力，此外亦構思將輸出信號與Wi-Fi、藍芽 (Blue Tooth) 技術作結合，傳送給行動護理車、護理站，讓醫護人員能輕鬆的掌握各個病患的點滴劑量，提高整體的醫療品質，為此設計的最大價值。

參考文獻

- [1] 行政院衛生署，健保總額對居家照護利用的影響結案報告，http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/SEARCH_RESULT.aspx
- [2] <http://www.libertytimes.com.tw/2008/new/nov/28/today-north8.htm>
- [3] <http://udn.com/NEWS/HEALTH/HEA1/4789753.shtml>
- [4] http://www.chimei.org.tw/main/right/right01/cmh_department/52800/M34/bme/education/education2.htm#8
- [5] <http://web.my8d.net/hornming/hosequ.htm>
- [6] 焦仁和，(2003)，「醫療點滴偵查器」，專利公告編號567857，2003年12月21日，pp.7349-7355。
- [7] 邱金合，(2008)，「點滴注射偵測裝置」，專利公告編號M337385，2008年8月1日，pp.4317-4319。
- [8] 邱金合，(2008)，「點滴注射偵測裝置」，專利公告編號M347191，2008年12月21日，pp.4147-4149。
- [9] 陳太平，(2007)，「點滴偵測器之光電感應元件」，專利公告編號M308078，2007年3月21日，pp.9839-9842。
- [10] 陳太平，(2006)，「點滴自動偵測裝置」，專利公告編號M289651，2006年4月21日，pp.5835-5838。
- [11] 唐明彪，(2005)，「測量點滴液面高度之感應器」，專利公告編號M266060，2005年6月01日，pp.4941-4947。
- [12] 陳太平，(2006)，「測量偵測裝置」，專利公告編號M319049，2006年12月21日，pp.5131-5134。



圖十三、本創作其一實施例之立體組合圖



圖十四、本創作其一實施例之組合剖視圖

當點滴示瓶(12)內的藥水瞬間低於感測液位時，請參照第 (十五) 圖及第 (十六) 圖所示，受光元件(24)將給予反及閘(25)二輸入端之信號，同時轉為低態電壓“0”，使得反及閘(25)之輸出端為高態電壓“1”，則或閘(26)之輸入端為高態電壓“1”，輸出端也為高態電壓“1”，此時因及閘(27)之一輸入端一直保持接高態