

申請日期: 93.6.14	IPC分類
申請案號: 93117054	G05B 11/42

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

200540586

一、 發明名稱	中文	具PID控制之水平調整裝置
	英文	Leveling Apparatus
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 李禕奇 2. 宋鵬飛
	姓名 (英文)	1. LI, JACKSON 2. SONG, THOMAS
	國籍 (中英文)	1. 中國大陸 CN 2. 中國大陸 CN
	住居所 (中文)	1. 中國浙江省杭州市天目山路176號17號樓3樓 2. 中國浙江省杭州市天目山路176號17號樓3樓
	住居所 (英文)	1. NO. 176, 3F, 17 BUILDING, TIAN MU SHAN ROAD, HANG-ZHOU, CHINA 2. NO. 176, 3F, 17 BUILDING, TIAN MU SHAN ROAD, HANG-ZHOU, CHINA
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 亞洲光學股份有限公司
	名稱或姓名 (英文)	1. ASIA OPTICAL CO., INC.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 台中縣427潭子鄉台中加工出口區南二路22-3號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. NO. 22-3 SOUTH 2ND ROAD, TEPZ, TAICHUNG 427, TAIWAN, R. O. C.
	代表人 (中文)	1. 賴以仁
代表人 (英文)	1. LAI, I-JEN	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



五、發明說明 (1)

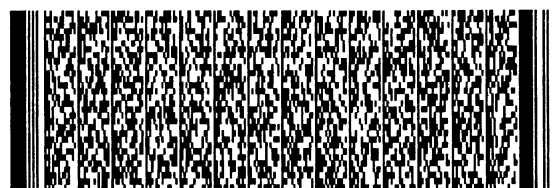
一、【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種水平調整裝置。本發明更關於一種利用PID控制方法的水平調整裝置。

二、【先前技術】

在工程應用中，比例積分微分控制(proportional-integral-derivative control，簡稱PID控制)具有廣泛的用途。PID控制器設置簡單、穩定性與可靠度佳、調整方便。尤其當無法掌握被控對象的結構和係數，或難以建構精確的數學模型時，則控制理論下的設計技術難以使用，因此系統的控制器的結構和係數必須依靠經驗和現場調試來確定，這時PID控制技術最為適用。當無法掌握了了解一個系統和被控對象，或不能通過有效的測量手段來獲得系統的係數的時候，則可運用PID控制技術。

PID控制包含比例(P)、積分(I)、微分(D)三部分，實際中也有PI和PD控制器。PID控制器係根據系統的誤差，利用比例積分微分計算出控制量，控制器輸出和控制器輸入(誤差)之間的關係在時域中表示如下式所示，其中 $u(t)$ 表示控制器的輸出、 $e(t)$ 表示控制器輸入(誤差)、 K_p 為比例係數、 K_I 為積分係數、以及 K_D 為微分係數：



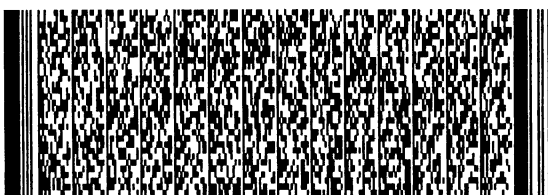
五、發明說明 (2)

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

比例控制(P控制)是一種最簡單的控制方式。表示控制器的輸出與輸入誤差訊號成比例關係。當僅有比例控制時，則系統輸出具有穩態誤差(Steady-state error)。

在積分控制中(I控制)，控制器的輸出與輸入(誤差)訊號的積分成正比關係。對一個自動控制系統，如果在進入穩態後存在穩態誤差，則控制系統係具有穩態誤差或稱為有差系統(System with Steady-state Error)。為了消除穩態誤差，在控制器中必須引入"積分項"。積分項對誤差進行關於時間的積分運算，隨著時間的增加，積分項會增大。這樣，即便誤差很小，積分項也會隨著時間的增加而加大，它推動控制器的輸出增大使穩態誤差進一步減小，直到等於零。因此，比例積分(PI)控制器，可以使系統在進入穩態後無穩態誤差。

在微分控制中，控制器的輸出與輸入(誤差)訊號的微分(即誤差的變化率)成正比關係。自動控制系統在克服誤差的調節過程中可能會出現振盪甚至失穩。其原因是由於存在有較大慣性的元件和有滯後(delay)的元件，使得欲克服誤差的作用，其變化總是落後於誤差的變化。解決的辦法是使克服誤差的作用的變化需"超前"，即在誤差接近零時，克服誤差的作用就應該是零。也就是說，在控制

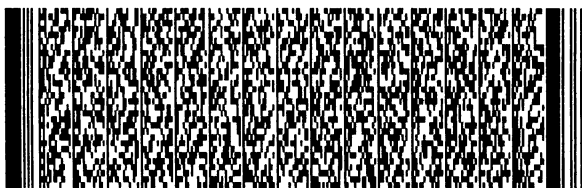


五、發明說明 (3)

器中僅引入"比例"項往往是不夠的，比例項的作用僅是放大誤差的幅值，而目前需要增加的是"微分項"，"微分項"能預測誤差變化的趨勢，這樣，具有比例微分的控制器，就能夠提前使克服誤差的控制作用等於零，甚至為負值，從而避免了被控量的過調。所以對有較大慣性和滯後的被控對象，比例與微分(PD)的控制器能改善系統在調節過程中的動態特性。

PID控制器中係數調整的方法很多，概括起來有兩大類：一是理論計算調整法。它主要是依據系統的數學模型，採用控制理論中的一些方法，經過理論計算確定控制器係數。這種方法不僅計算繁瑣，而且過分依賴系統的數學模型，所得到的計算數據未必能直接使用，還必須通過工程上實際地進行調整和修改。另外是工程調整方法，它主要依賴工程經驗，直接在控制系統的實驗中進行，且方法簡單、易於掌握，相當實用，從而在工程實際中被廣泛採用。

PID控制器的係數的工程調整方法，主要有臨界比例度法、反應曲線法、和衰減法。三種方法各有其特點，其共同點都是通過試驗，然後按照工程經驗公式對控制器的係數進行調整。但無論採用哪一種方法所得到的控制器係數，都需要在實際運行中進行最後的調整與完善。



五、發明說明 (4)

在目前的雷射水平調整裝置中，達到快速、精確的水平調整通常為進行水平調整之最終目標，但隨著機構設計之極限、水平感測裝置之反應速度與水平信號之處理等等因素，欲達成快速、精確之目標仍有其不足之處。

PID控制方法具有上述之特性，因此，若能具有一運用PID控制的水平調整裝置，不僅能克服上述之缺點，在工程應用上將具有更佳的優勢。

三、【發明內容】

本發明之主要目的在於提供一種運用PID控制方法的水平調整裝置。

本發明之另一目的在於提供一種水平調整裝置，係運用一數位PID控制單元提供脈衝電流，以精準地控制一直流馬達。

本發明之又一目的在於提供一種運用PID控制方法的水平調整裝置，其中可輕易調整PID運算中之係數。

本發明提供一種水平調整裝置，包含一傾角感測器、一處理單元、與一致動器。此傾角感測器供感測一傾角以輸出一感測訊號至此處理單元。此處理單元更包含一參考單元與一PID控制單元。此參考單元供提供一參考訊號；



五、發明說明 (5)

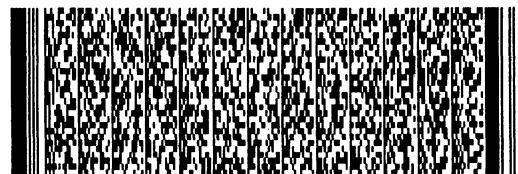
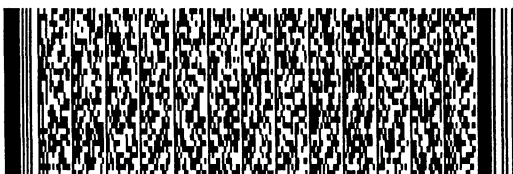
此PID控制單元，根據此感測訊號與此參考訊號之差值進行一PID運算，以輸出一控制訊號。此致動器根據此控制訊號供調整此傾角。

本發明另提供一種用於水平調整裝置之控制模組，設置於一水平調整裝置中，此水平調整裝置包含一傾角感測器與一直流馬達。此傾角感測器供感測一傾角以輸出一感測訊號至此控制模組。此控制模組更包含一水平參考單元與一數位PID控制單元。此水平參考單元供提供一水平參考訊號；此數位PID控制單元，根據此感測訊號與此水平參考訊號之差值進行一PID運算，以輸出一控制訊號。此致動器根據此控制訊號供調整此傾角。

本發明提供一改良之水平調整裝置以及一用於水平調整裝置之控制模組，可減少達成平衡狀態所需之時間。此外，藉由數位PID控制單元，以脈衝電流控制一直流馬達，可增加控制精準度，亦可避免步進馬達所需之昂貴成本。

四、【實施方式】

圖1為根據本發明之一實施例所示之水平調整裝置10，包含傾角感測器12、處理單元14、與致動器16。傾角感測器12供感測一傾角，以輸出至少一感測訊號。此外，本發明可結合一雷射光源18，供發射一雷射光束，利用此

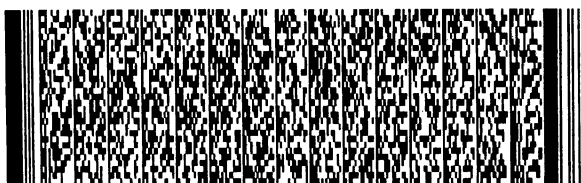


五、發明說明 (6)

雷射光束可掃描出一平面。結合本發明而利用其他光源(例如一紅外線光束)掃描或其他定義一平面的方式,亦在本發明所欲涵蓋的範圍之內。

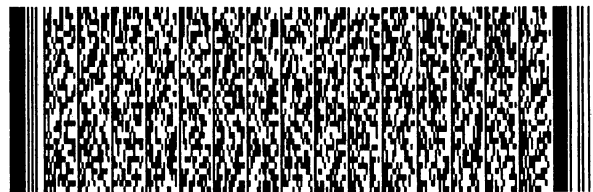
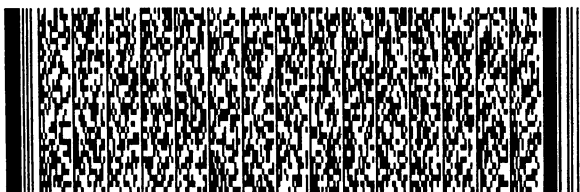
圖2a為根據本發明之一實施例所示之水平調整裝置10之功能方塊圖。處理單元14包含一參考單元142與一PID控制(proportional-integral-derivative control)單元144,根據感測訊號141與參考訊號143之差值進行一PID運算,以輸出一控制訊號145。此致動器16根據此控制訊號145供調整傾角13。傾角感測器12為一雙向傾角感測器,可分別在X方向與Y方向偵測一傾角。在另一實施例中,此傾角感測器為一單向傾角感測器,可在一預定方向偵測一傾角。本發明較佳地係利用一雙向傾角感測器而實施,然為了簡化,以下將利用傾角感測器12在X方向所偵測之傾角來說明。傾角感測器12將在X方向所偵測到之傾角13轉換為一感測訊號141,並輸出至處理單元14。感測訊號141之電壓值係對應於此傾角13,意即當所偵測到之傾角13愈大,則此感測訊號141之電壓值也愈大。在此實施例中,此電壓的範圍為0至2.5V。此外,為了輸出感測訊號141,傾角感測器12中亦可包含放大器、濾波器等訊號處理裝置(未圖示)。

參考單元142係根據使用者之預先設定,而輸出一參考訊號143至PID控制單元144。在此實施例中,此參考訊



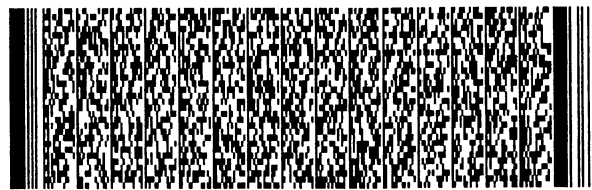
五、發明說明 (7)

號143為一水平的參考訊號，意即此參考訊號中之電壓值，係相當於當此水平調整裝置達到一水平時，傾角感測器12所輸出感測訊號141中之電壓值。值得一提的是，本發明所謂之『水平』，係使用者主觀認定，因此可根據使用目的之不同，而設定不同之參考訊號143。PID控制單元144偵測此感測訊號141電壓與此參考訊號143電壓之差值，此差值即對應於此傾角13的大小。PID控制單元144並根據此差值進行一PID運算，以輸出一控制信號147至致動器16。傾角感測器12設置於一平板或是一基座上(如圖1所示)，而致動器16根據控制信號147移動此平板/基座，而調整傾角13。換句話說，在致動器16移動此平板/基座之後，傾角13係小於此致動器16移動此平板/基座之前之傾角13。在一實施例中，水平調整裝置10係重覆地調整傾角13，直到達到一水平。在此實施例中，「水平」係為在一平衡狀態時，傾角13之值小於或等於一第一值(例如0.1度)。在另一實施例中，「水平」係在一平衡狀態時，感測訊號141與參考訊號143之差值小於或等於一第二值(例如0.01V)。另外，致動器16為一直流馬達，控制信號145提供此直流馬達16一控制電流，藉此控制此直流馬達16之運作。致動器16亦可為一步進馬達，係較精密地進行控制其運作，然相對地製造成本亦高於直流馬達。其他常見之致動器，包含運用電性、磁性、機械裝置、熱性、光學等手段以達成制動之裝置，皆在本發明所欲涵蓋之範圍內。



五、發明說明 (8)

在一實施例中，PID控制單元144係包含一類比PID控制電路。在另一實施例中，PID控制單元144包含一數位PID控制電路。參考圖2b，傾角感測器12具有一類比/數位轉換器(A/D converter)(未圖示)，供將所偵測之傾角13轉換並輸出一數位感測訊號141至處理單元14。此類比/數位轉換器具有12位元的精度，意即此數位感測訊號141所對應之值可為1至4096(2的12次方)。參考單元142亦提供一數位參考訊號143(例如設定水平的參考訊號143之值為2000)。PID控制單元144根據此數位感測訊號141與此數位參考訊號143之差值，以輸出一數位控制信號145。處理單元14更包含一脈衝產生器146。脈衝產生器146係根據此數位控制訊號145，產生一脈衝訊號147。此脈衝信號147提供致動器16一脈衝電流，藉此控制致動器16之運作。舉例來說，當致動器16為一直流馬達時，在正負端分別輸入0與1的信號，則此直流馬達正轉；在正負端分別輸入1與0的信號，則此直流馬達反轉；在正負端分別輸入1與1的信號，則制動此直流馬達，使不會因慣性而過度調整，進而提高精度。當在正負端分別輸入0與1的信號後，再分別輸入1與1的信號，則此直流馬達完成一個脈衝運動，而一脈衝訊號可使此直流馬達完成複數個脈衝運動。習此技藝者應知，以此脈衝電流進行控制之手段，亦可達到相當於步進馬達之效能。其他實施例中，處理單元14可為一通用型處理器，或是一特用型處理器，其中參考單元142、PID控制單元144、與脈衝產生器146可藉由軟體、硬體、或是軟

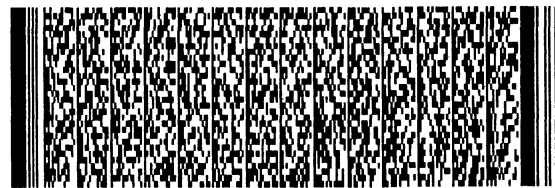
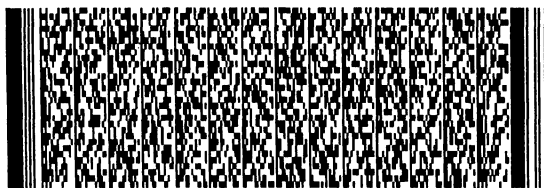


五、發明說明 (9)

體與硬體的組合而實施。

圖3與圖4皆顯示此水平調整裝置10重覆地調整傾角13直到一水平狀態之過程中感測訊號141之變化。圖3中，PID控制單元144選用較大之一積分係數(integral-term coefficient) K_I ，因而加快致動器16的回應，但因此也造成之震盪也較大。圖4中，PID控制單元144選用較小之一積分係數 K_I ，因此造成之震盪較小。

在圖3與圖4中，PID控制單元144係根據預設係數，執行一PID運算。然而如圖2c或圖2d所示，此處理單元14可更包含一調整單元148，供輸出一調整訊號149至PID控制單元144，以選擇性地調整此PID運算中至少一係數，例如一積分係數 K_I 。當此調整訊號149使此積分係數 K_I 增加，則使得致動器16調整傾角13的回應加快。另外，輸出調整訊號149以調整一比例係數(proportion-term coefficient) K_p 及/或一微分係數(differential-term coefficient) K_d 之手段，甚者，以電腦硬體/軟體以實施此輸出調整訊號149以改變PID運算中之係數的手段，亦在本發明所欲涵蓋範圍之內。而選定適當之PID運算係數之方法，應為熟此技藝者所習知，在此不予贅述。而此調整單元148可由硬體、軟體、或是軟體與硬體的組合而實施。

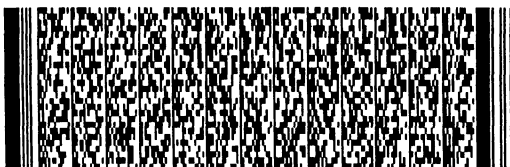


五、發明說明 (10)

如圖2c所示，其中調整單元148係根據傾角13之值，以輸出調整訊號149。舉例來說，在第一階段，當傾角13之值大於10度時，則輸出一調整訊號149以增加此積分係數 K_I ，使得致動器16調整傾角13的回應加快。而在第二階段，當此傾角13之值小於10度卻大於3度時，則停止輸出調整訊號149至此PID控制單元144，使此PID控制單元144採用預設之積分係數 K_I 。在第三階段，當傾角13小於3度時，則輸出調整訊號149以減小此積分係數 K_I ，避免致動器16產生過度震盪。

在另一實施例中，此調整單元148係根據感測訊號141與參考訊號143之差值，以輸出調整訊號149。舉例來說，在第一階段，當此差值大於0.1V時，則輸出調整訊號149以增加此積分係數 K_I ，使得致動器16調整傾角13的回應加快。而在第二階段，當此差值小於0.1V卻大於0.05V時，則輸出調整訊號149以回復預設之積分係數 K_I 與增加一比例係數 K_p 。在第三階段，當此差值小於0.01V時，則輸出調整訊號149回復預設之比例係數 K_p 及增加一微分係數 K_D 。

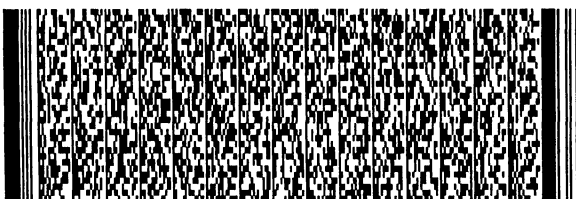
如圖2d所示，調整單元148亦係根據感測訊號141與參考訊號143之差值，以輸出調整訊號149，然此感測訊號141為一數位訊號，其所對應之值可為1至4096(2的12次方)。參考訊號143亦為一數位訊號，其所對應之值為



五、發明說明 (11)

2000。舉例來說，在第一階段，當此差值大於500時，則輸出調整訊號149以增加積分係數 K_I ，配合脈衝產生器146使得致動器16調整傾角13的回應加快。而在第二階段，當此差值小於100卻大於10時，則輸出調整訊號149以回復預設之積分係數 K_I 與增加一比例係數 K_P 。在第三階段，當此差值小於10時，則輸出調整訊號149回復預設之比例係數及增加一微分係數 K_D 。

雖然本發明以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此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

五、【圖式簡單說明】

所附圖式係為配合說明書解釋本發明。

圖1係一實施例中水平調整裝置之示意圖；

圖2a係一實施例中水平調整裝置之功能方塊圖；

圖2b係另一實施例中水平調整裝置之功能方塊圖；

圖2c係一實施例中一具有調整單元之水平調整裝置功能方塊圖；

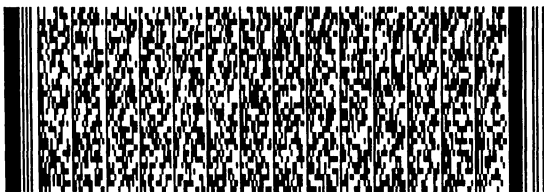
圖2d係另一實施例中一具有調整單元之水平調整裝置功能方塊圖；

圖3係顯示一實施例中調整傾角的過程，其積分係數較大；

圖4係顯示一實施例中調整傾角的過程，其積分係數較小。

※元件符號說明

10 水平調整裝置	12 傾角感測器
13 傾角	14 處理單元
141 感測訊號	142 參考單元
143 參考訊號	144PID控制單元
145 控制訊號	146 脈衝產生器
147 脈衝訊號	148 調整單元
149 調整訊號	16 致動器
18 雷射光源	

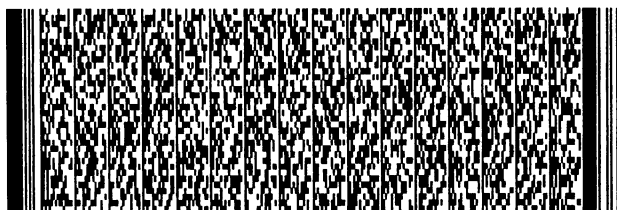


四、中文發明摘要 (發明名稱：具PID控制之水平調整裝置)

本發明提出一種水平調整裝置，包含一傾角感測器、一處理單元、與一致動器。此傾角感測器供感測一傾角以輸出一感測訊號至此處理單元。此處理單元更包含一參考單元與一PID控制單元。此參考單元供提供一參考訊號；此PID控制單元，根據此感測訊號與此參考訊號之差值進行一PID運算，以輸出一控制訊號。此致動器根據此控制訊號供調整此傾角。

五、英文發明摘要 (發明名稱：Leveling Apparatus)

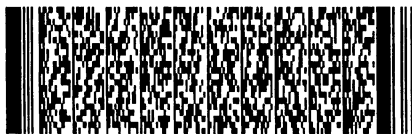
A leveling apparatus having a tilt sensor, a processor, and an actuator is provided. The tilt sensor detects a tilt angle and accordingly outputs a sensor signal to the processor. The processor further includes a reference unit providing a reference signal and a PID control unit performing a PID operation to output a control signal based on the difference between the



四、中文發明摘要 (發明名稱：具PID控制之水平調整裝置)

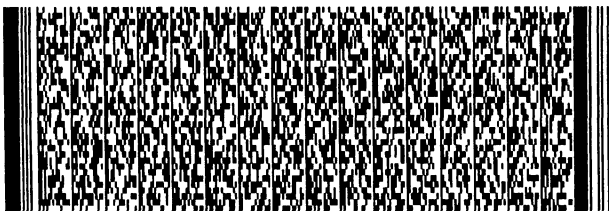
五、英文發明摘要 (發明名稱：Leveling Apparatus)

sensor signal and the reference signal. The actuator adjusts the tilt angle based on the control signal.



六、申請專利範圍

1. 一種水平調整裝置(leveling apparatus)，包含：
 - 一傾角感測器(tilt sensor)，供感測一傾角以輸出一感測訊號；
 - 一處理單元，供接收該感測訊號，該處理單元包含：
 - 一參考(reference)單元，供提供一參考訊號；以及
 - 一PID控制(proportional-integral-derivative control)單元，根據該感測訊號與該參考訊號之差值進行一PID運算，以輸出一控制訊號；以及
 - 一致動器(actuator)，根據該控制訊號供調整該傾角。
2. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，其中該水平調整裝置係重覆地調整該傾角，直到該傾角之值小於或等於一第一值。
3. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，其中該水平調整裝置係重覆地調整該傾角，直到該感測訊號與該參考訊號之差值小於或等於一第二值。
4. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，其中該處理單元更包含一調整單元，供輸出一調整訊號至該PID控制單元，以調整該PID運算中至少一係數。



六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第4項所述之水平調整裝置，其中該調整單元係根據該傾角之值，以輸出該調整訊號。
6. 如申請專利範圍第4項所述之水平調整裝置，其中該調整單元係根據該感測訊號與該參考訊號之差值，以輸出該調整訊號。
7. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，其中該PID控制單元包含一類比PID控制電路。
8. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，其中該PID控制單元包含一數位PID控制電路。
9. 如申請專利範圍第8項所述之水平調整裝置，其中該處理單元更包含一脈衝產生器，根據該控制訊號，供產生一脈衝訊號；其中該致動器更根據該脈衝訊號，調整該傾角。
10. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，該致動器為一步進馬達。
11. 如申請專利範圍第1項所述之水平調整裝置，該致動器為一直流馬達。



六、申請專利範圍

12. 一種水平調整裝置，包含：

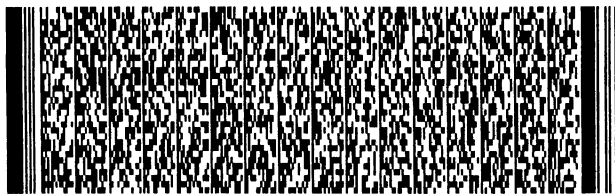
- 一傾角感測器，供感測一傾角，以輸出一感測訊號；
- 一處理單元，供接收該感測訊號，該處理單元包含：
 - 一水平參考單元，提供一水平參考訊號；
 - 一數位PID控制單元，供根據該感測訊號與該水平參考訊號之差值，進行一PID運算，以輸出一控制訊號；以及
 - 一脈衝產生器，根據該控制訊號供產生一脈衝訊號；以及
 - 一直流馬達，供根據該脈衝訊號調整該傾角。

13. 如申請專利範圍第12項所述之水平調整裝置，其中該水平調整裝置係重覆地調整該傾角，直到該傾角之值小於或等於一第一值。

14. 如申請專利範圍第12項所述之水平調整裝置，該水平調整裝置係重覆地調整該傾角，直到該感測訊號與該水平參考訊號之差值小於或等於一第二值。

15. 如申請專利範圍第12項所述之水平調整裝置，其中該處理單元更包含一調整單元，供輸出一調整訊號至該PID控制單元，以調整該PID運算中至少一係數。

16. 如申請專利範圍第15項所述之水平調整裝置，其中該



六、申請專利範圍

調整單元係根據該傾角之值，以輸出該調整訊號。

17. 如申請專利範圍第15項所述之水平調整裝置，其中該調整單元係根據該感測訊號與該水平參考訊號之差值，以輸出該調整訊號。

18. 一種用於水平調整裝置之控制模組，設置於一水平調整裝置中，該水平調整裝置具有一傾角感測器與一直流馬達，該傾角感測器供感測一傾角以輸出一感測訊號至該控制模組，該控制模組包含：

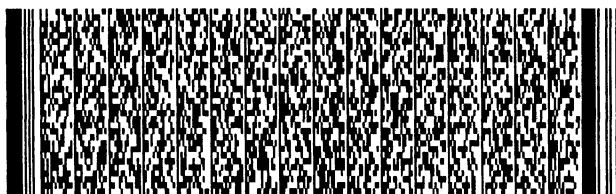
一水平參考單元，供提供一水平參考訊號；

一數位PID控制單元，供根據該感測訊號與該水平參考訊號之差值，進行一PID運算，以輸出一控制訊號；以及

一脈衝產生器，供根據該控制訊號產生一脈衝訊號；其中，該直流馬達根據該脈衝訊號，供調整該傾角。

19. 如申請專利範圍第18項所述之控制模組，該控制模組係供該水平調整裝置重覆地調整該傾角，直到該傾角之值小於或等於一第一值。

20. 如申請專利範圍第18項所述之控制模組，該控制模組係供該水平調整裝置重覆地調整該傾角直到該感測訊號與該水平參考訊號之差值小於或等於一第二值。



六、申請專利範圍

21. 如申請專利範圍第18項所述之控制模組，該控制模組更包含一調整單元，供輸出一調整訊號至該PID控制單元，以調整該PID運算中至少一係數。

22. 如申請專利範圍第18項所述之控制模組，其中該調整單元係根據該傾角之值，以輸出該調整訊號。

23. 如申請專利範圍第18項所述之控制模組，其中該調整單元係根據該感測訊號與該水平參考訊號之差值，以輸出該調整訊號。



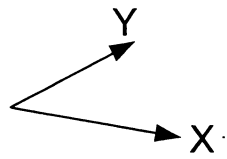
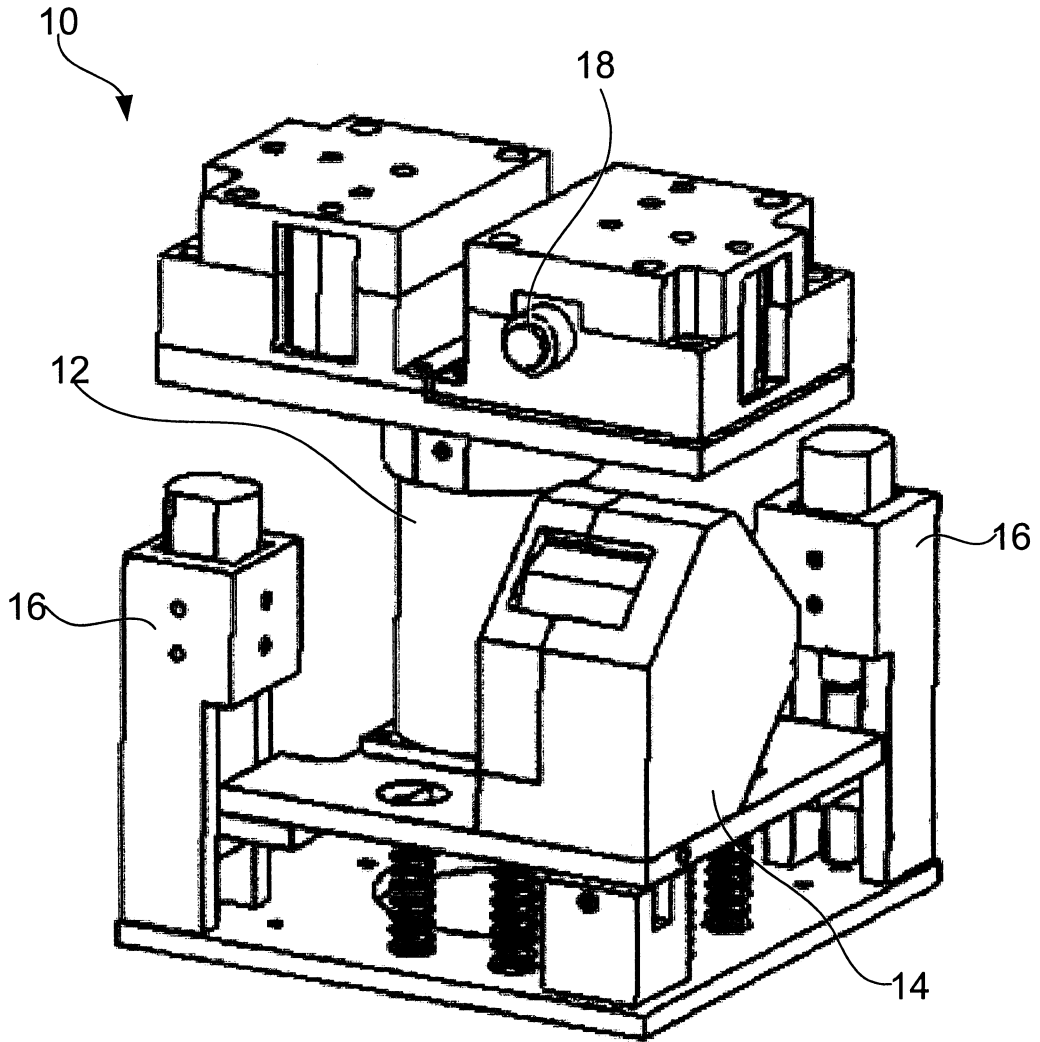


圖 1

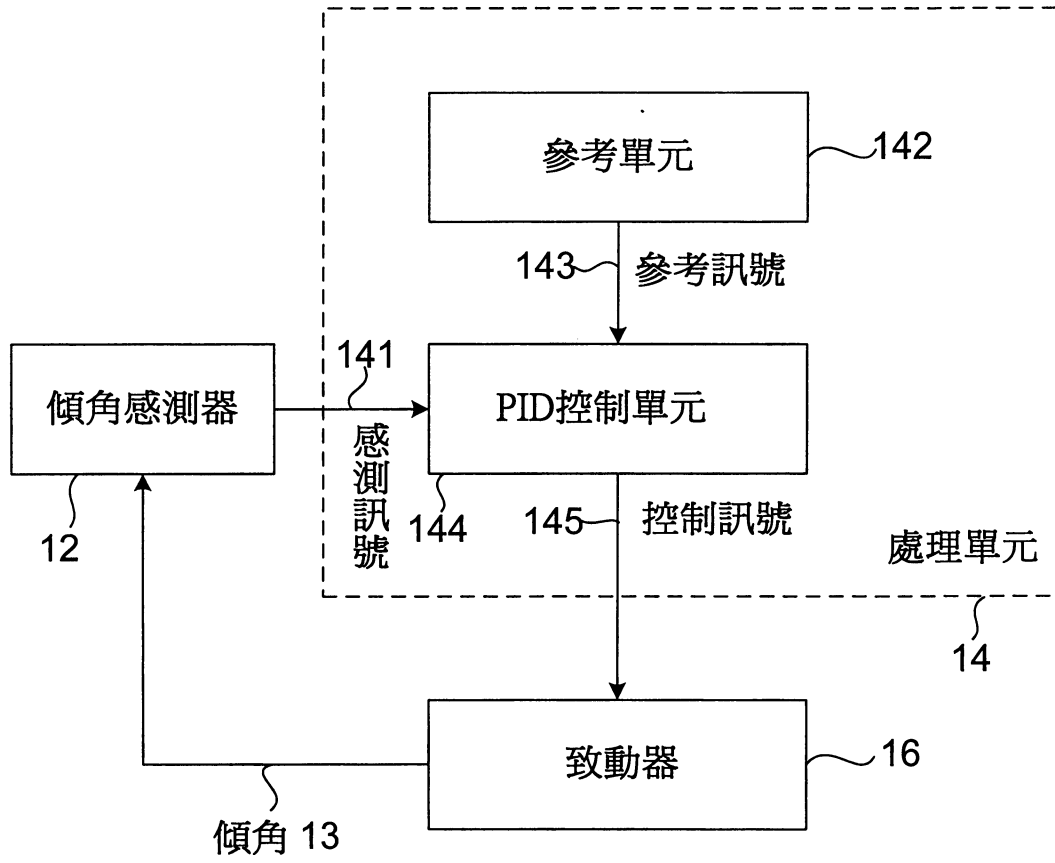


圖 2a

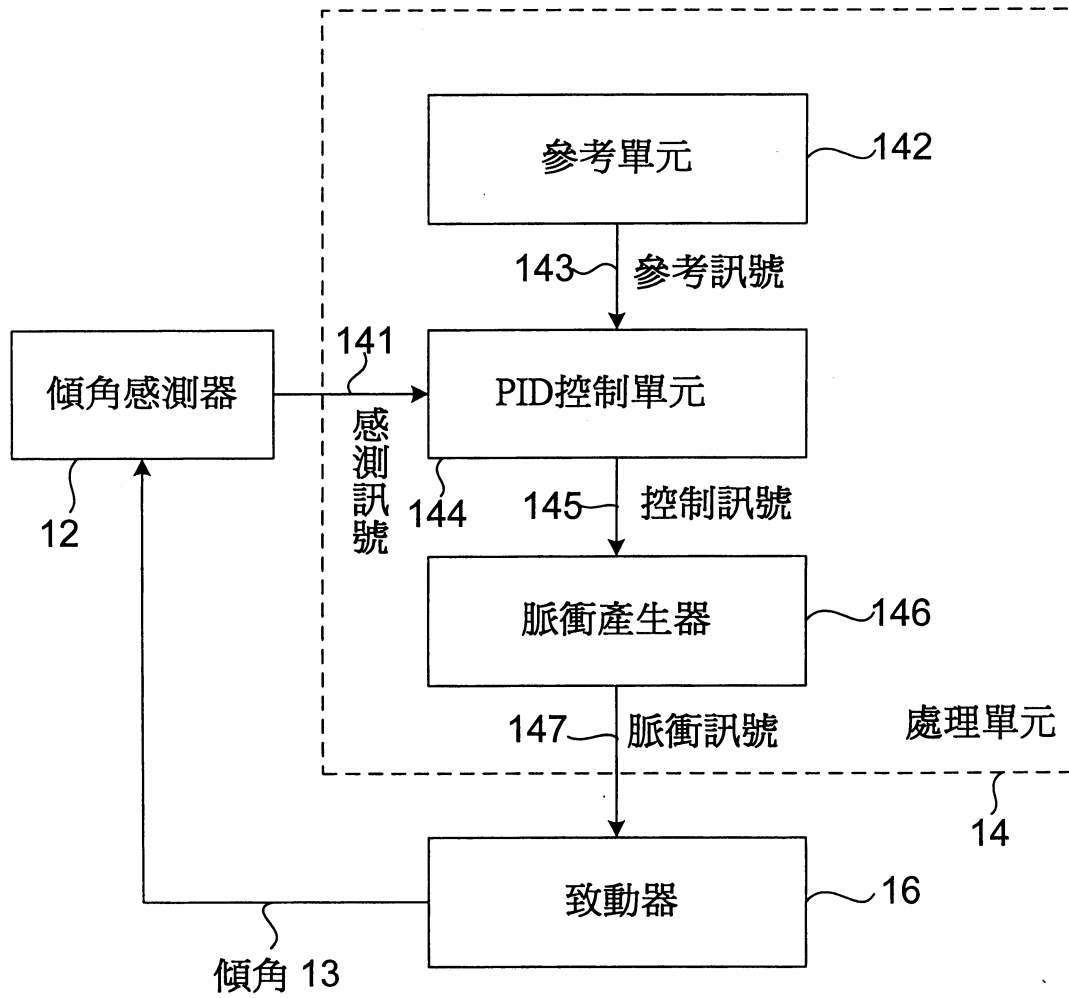


圖 2b

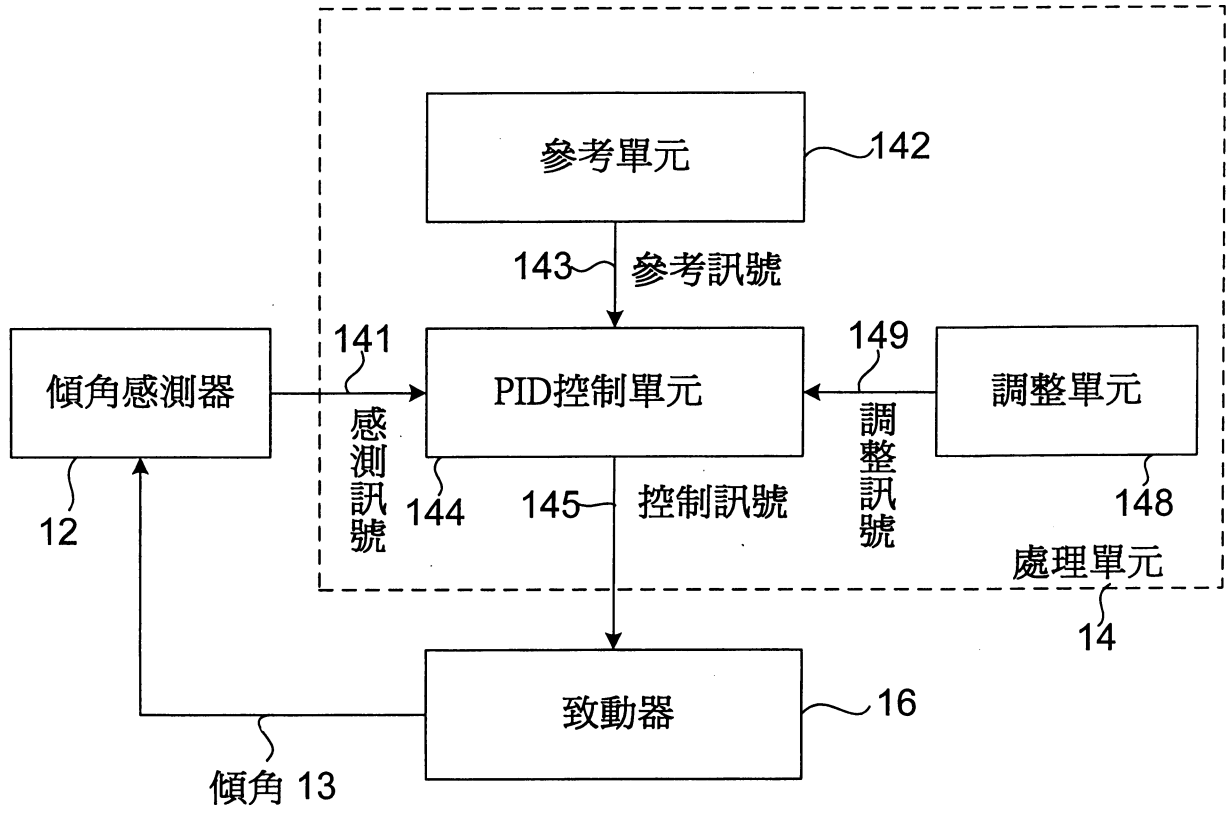


圖 2c

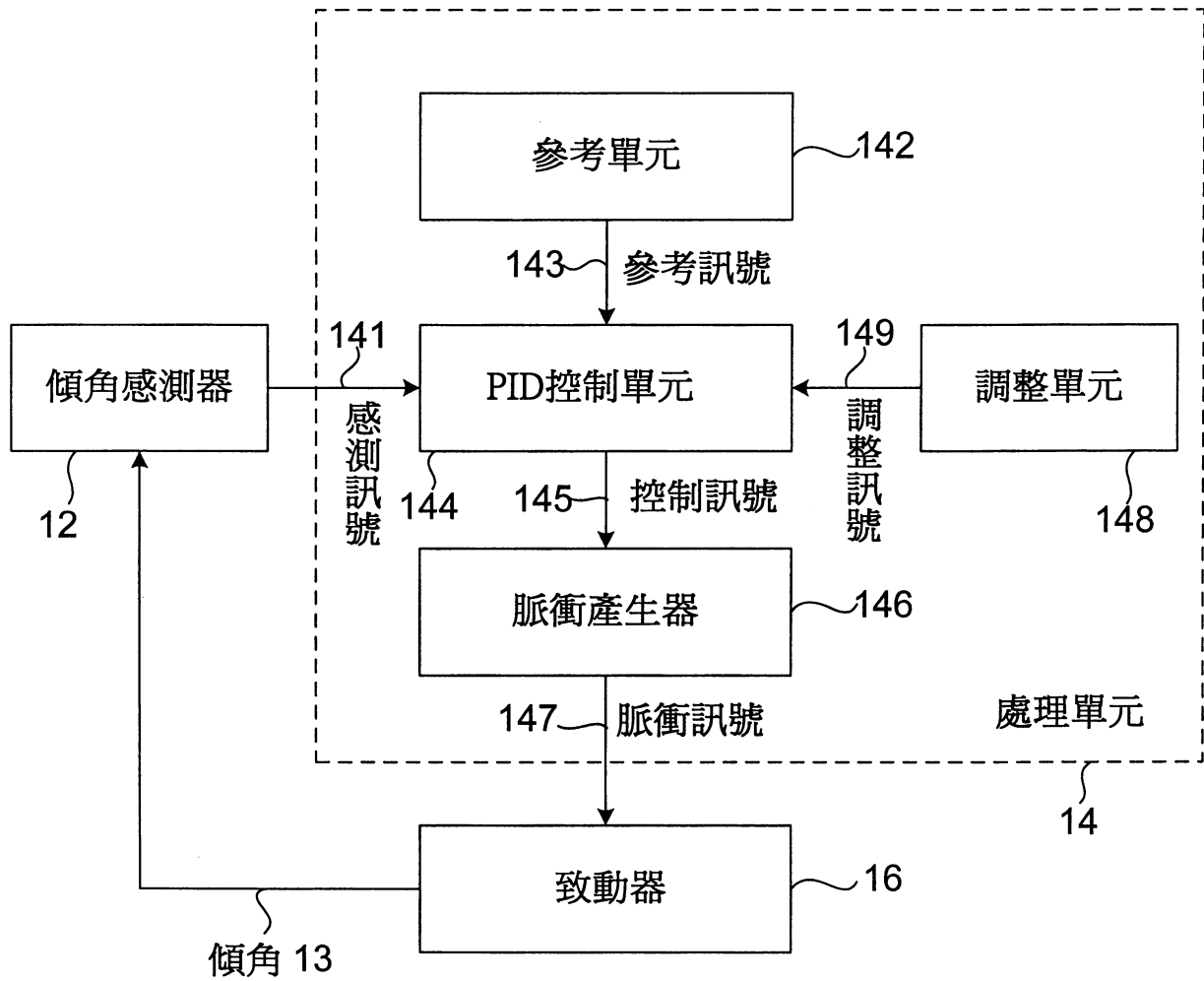


圖 2d

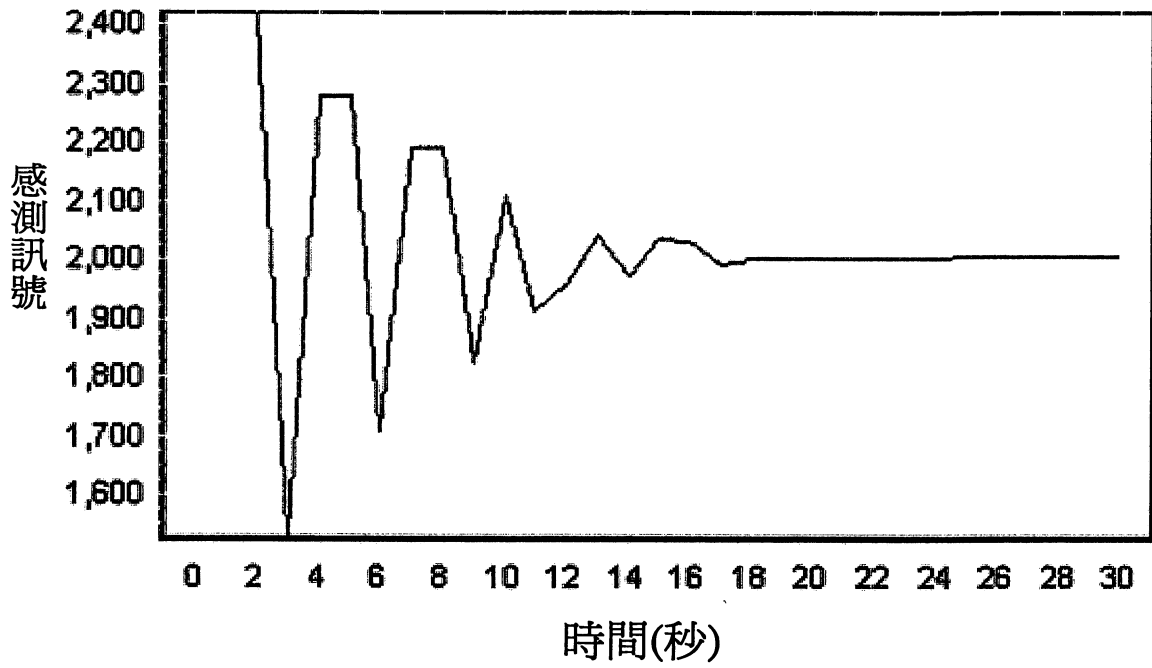


圖 3

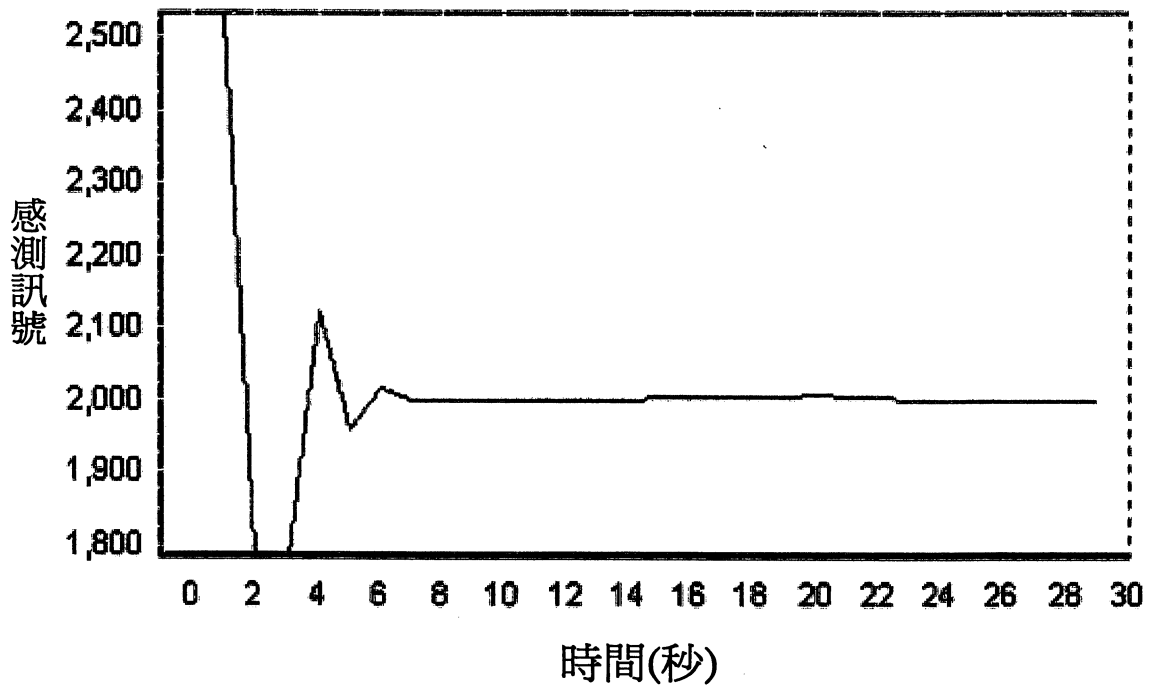


圖 4

六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：圖2a

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

12 傾角感測器

13 傾角

14 處理單元

141 感測訊號

142 參考單元

143 參考訊號

144 PID 控制單元

145 控制訊號

16 致動器

