

(21)申請案號：097142488

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 11 月 04 日

(51)Int. Cl. :

G01B7/305 (2006.01)

G01B11/26 (2006.01)

(71)申請人：國立虎尾科技大學 (中華民國) NATIONAL FORMOSA UNIVERSITY (TW)

雲林縣虎尾鎮文化路 64 號

(72)發明人：徐力弘 (TW)；傅毓芬 (TW)

(74)代理人：林基源

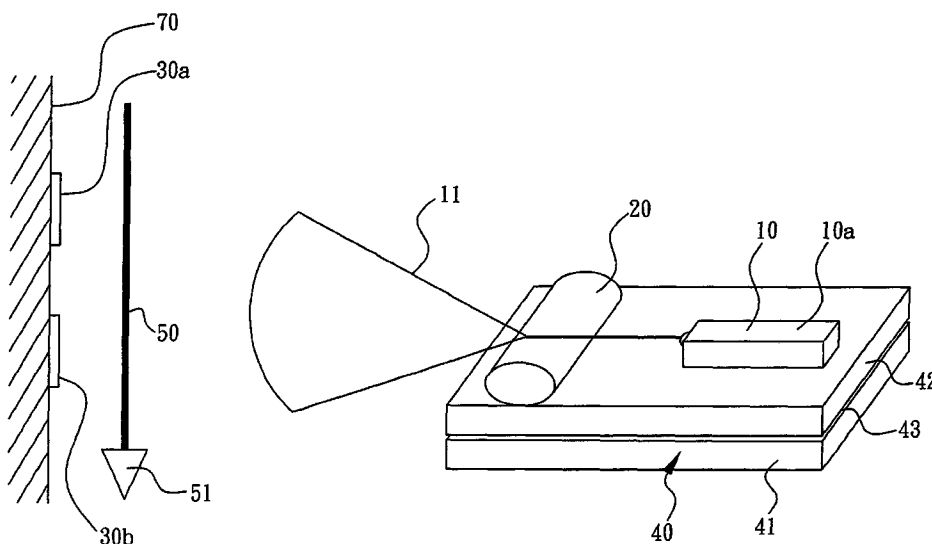
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：9 共 31 頁

(54)名稱

垂直度檢測器的校正裝置及方法

(57)摘要

本發明係有關一種垂直度檢測器的校正裝置及方法，其包括一光源、一柱狀透鏡、二光感測元件、一計算手段、一垂線、一錘重及一調整平台，該光源用以放射出光束，該柱狀透鏡用以接收入射之該光束並於內部折射出扇面光線，該二光感測元件以上下間隔距離設置於垂線後方位置，用以接收經過垂線局部遮蔽的扇面光線，並經計算而得知該扇面光線投影相對垂線所形成之基準鉛垂線之偏差角度，當其偏差角度不為零時，藉調整平台以調校其偏差角度至零為止，而使該扇面光線投影成為一標準鉛垂線者。



10：光源

10a：雷射光裝置

11：雷射光線

20：柱狀透鏡

30a：光感測元件

30b：光感測元件

40：調整平台

41：基座

42：載台

43：調整手段

50：垂線

51：錘重

70：物件

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種垂直度檢測器的校正裝置及方法，尤指一種利用一雷射光源、一柱狀透鏡、二光感測元件、計算手段、一垂線、一錘重及一調整平台，於扇面光線投影相對垂線所形成之基準鉛垂線產生偏差角度時，藉調整平台校正其偏差角度至零為止，而使該扇面光線投影成為一標準鉛垂線者。

【先前技術】

在工程領域中，對於鉛垂線的基準與檢測，一直都是很重要的工作與課題。就連門窗的安裝、鋪設磁磚等工作皆須有一條標準的垂線作為施工的依據。常用的檢測法有水準儀測量法與錘重拉垂線法等，上述方法皆具有不受環境影響及操作簡單的優點，而可供作為一般標準鉛垂線的參考之用。

由於鉛垂線之垂直度調校技術發表的文獻並不多，因而該技術領域中僅能依據有限的資料來進行回顧。先前技術在 1995 年提出一種雷射基準線的量測系統，用以檢測工具機的精度，該系統係以緊拉垂線的方法，用雷射光照射垂線後由位置檢測器接收，以電子電路的訊號處理來檢校直度，具有次微米的解析能力。到了 2000 年文獻資料提出一種利用光碟讀取頭鎖定懸吊垂線的方法，具有 0.1 微米的解析度，可進行直度的追蹤與量測。

此外，在 2002 年由行政院勞委會指出，測量電梯井的寬度與

深度之尺寸、上下高度與牆壁是否平直，是利用鋼琴線綁上錘重置於水桶中以保持鋼琴線的穩定，可作為鉛垂線的依據。行政院勞委會建議使用雷射鉛垂儀來確保各樓層與電梯井的垂直度，以達到快速施工的要求。

而先前技術更有人針對垂線的橫向振動進行研究，提出了完整的分析模式，以解決鋼絲繩橫向振動的問題。之後，更有人提出以雷射加熱基座提拉法(LHPG)生長 YIG 單晶的研究，長晶步驟需將黏有氧化鋁棒的材料棒及晶種夾持在長晶機上，並校正其垂直度。前述之習用技術則再配合二極體雷射所扇出的雷射光，經錘重校正過其垂直度後，可作為校正材料棒及晶種垂直度的工具。

然而不論是哪一種技術，都要需要一種標準的鉛垂線作為檢測基準，因此，本發明著重於產生與檢測鉛垂線的研發，藉此可運用在各領域中。本發明採用垂線懸吊錘重的方式，定義出一條可做為參考的基準鉛垂線，由於受地心引力的影響，懸吊線垂直向下，自然形成一標準的垂線，以此一直線為基準，結合光感測元件與雷射光，而可經校正後產生一條雷射的鉛垂線，並可完成鉛直基準線的校正與一鉛直線是否準確呈鉛垂的檢測之工作。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種垂直度檢測器的校正裝置及方法，係以槓桿原理配合光感測元件來測量投影雷射扇面光線的傾角，進而對垂直度檢測器做精確的校正，讓使用者得以經由簡易的操作而精確地完成校正之工作。而且將雷射光透過柱狀透鏡而

扇形射出一個雷射扇面光線，經校正後可取代傳統的實質基準線，不受空氣擾動的影響，可廣泛應用於各種產業中，實用性極佳。

達成本發明目的之技術手段，係包括一光源、一柱狀透鏡、二光感測元件、一計算手段、一垂線、一錘重及一調整平台，該光源用以放射出光束，該柱狀透鏡用以接收入射之該光束並於內部折射出扇面光線，該二光感測元件以上下間隔距離設置於垂線後方，用以接收經過垂線局部遮蔽的該扇面光線，經計算後得知該扇面光線相對基準鉛垂線的偏差角度，當扇面光線產生偏差角度時，可藉調整平台的調整以校正偏差角度至零為止，使扇面光線的投影成為一標準鉛垂線。

【實施方式】

壹·本發明基本技術特徵

1.1 本發明裝置的特徵

請參看第一、一-A 圖所示，本發明所提供之垂直度檢測器的校正裝置，係包括有一光源(10)、一柱狀透鏡(20)、二光感測元件(30a)(30b)、一計算手段(31)、一垂線(50)、一錘重(51)及一調整平台(40)。

請參看第一圖所示，上述光源(10)用以放射出光束，其中，該光源(10)之具體實施例係為一雷射光源，其包括有一用以發射出雷射光束(11)的雷射光裝置(10a)。

請參看第一圖所示，上述柱狀透鏡(20)用以接收由光源(10)

入射之光束，再於柱狀透鏡(20)內部折射出扇面光線(11)或是扇面雷射光線。而錘重(51)是固定於該垂線(50)底端，使該垂線(50)藉由該錘重(51)的重力自然下垂而形成一基準鉛垂線。

二光感測元件(30a)(30b)，其以上下間隔距離設置在垂線(50)的後方位置上，用以接收該扇面光線(11)並可藉感測而得知該光線(11)的偏差角度。本發明於一種具體實施例中，該二光感測元件(30a)(30b)係以上下間隔距離的方式固定設置於一物件(70)上，且使二光感測元件(30a)(30b)位於垂線(50)的後方位置上，該扇面光線(11)係投射在該垂線(50)上，且所投射的該扇面光線(11)會因該垂線(50)的遮蔽，而於該二光感測元件(30a)(30b)產生帶狀光束，並由二光感測元件(30a)(30b)感測該帶狀光束而產生感測訊號，再藉由計算手段(31)的運算，進而可得知該扇面光線(11)的扇面相對該垂線(50)所形成之基準鉛垂線的偏差角度。本發明於一種具實施例中，該二光感測元件(30a)(30b)係選自 PSD 以及 CCD 光耦合元件之其中一種。

請參看第一、二圖所示，上述調整平台(40)用以供該光源(10)與該柱狀透鏡(20)定位其上，當該扇面光線(11)產生偏差角度時，可藉由移動或角度調整該調整平台(40)，以校正該偏差角度。

1.2 本發明方法的特徵

請參看第一、一-A 圖所示，本發明方法的特徵包括提供一雷射光源(10)、一柱狀透鏡(20)、二光感測元件(30a)(30b)、一計算手段(31)、一垂線(50)、一錘重(51)，及一包括有一基座(41)、

一載台(42)及一調整手段(43)的調整平台(40)，其中，二個光感測元件(30a)(30b)以沿著一鉛垂線呈上下間隔距離地設置在該垂線(50)上。

操作時，係先將該光源(10)與該柱狀透鏡(20)固定於該調整平台(40)的載台(42)上，並將錘重(51)固定於垂線(50)底端，藉錘重(51)的重力而使垂線(50)自然下垂形成一條基準鉛垂線，以該雷射光源(10)放射出雷射光束，再以該柱狀透鏡(20)接收入射之該雷射光束，並經由該柱狀透鏡(20)內部折射出一扇面光線，並以該二光感測元件(30a)(30b)接收被垂線(50)遮蔽的扇面光線(11)並產生感測訊號，藉由該二光感測元件(30a)(30b)的感測及計算手段計算該感測訊號而可得知該扇面光線(11)相對該基準鉛垂線的偏差角度，當該扇面光線(11)相對基準鉛垂線之偏差角度不為零時，則以調整手段調整扇面光線角度，直至其相對基準鉛垂線之偏差角度至零為止。其中，當該扇面光線(11)相對該垂線(50)有明顯傾斜時，則先以調整手段調整使該扇面光線(11)與垂線(50)以肉眼觀察接近重合，再進行計算及微調校正的步驟。

貳·光線寬度量測機構的實施

請配合參看第一、四、五圖所示，為檢測光源(10)所射出光線的寬度，為達此目的，更包含有一光線寬度量測機構(60)，其包括：

一具平移功能的平台(61)、一設於該平台(61)上的狹縫元件(62)及一設於該平台(61)上的光功率計(63)，其狹縫元件(62)之

狹縫供光線(11)射入，而設在平台(61)上的光功率計(63)用以量測所射入之該光線(11)的功率值，該平台(61)由一馬達(64)驅動做平移，馬達(64)及該光功率計(63)透過一界面裝置(65)而與一電腦(66)連接，以控制該平台(61)之平移及擷取該光功率計(63)的該功率值，藉以檢測出該光線(11)的線寬。

參·本發明運作與原理

請參看第一圖所示，本發明於具體運作時，係以懸吊錘重的概念定義出一條做為基準鉛垂線的垂線(50)，因此，本發明係以錘重(51)(下振)及垂線(50)為工具，將垂線(50)的一端固定在天花板上或牆面上，或一物件上，另一端則懸掛錘重(51)，由於重力的影響使得錘重(51)指向地心，因此，依據該垂線(50)而可定義出一條基準鉛垂線，此一基準鉛垂線可作為標準及校正的依據。

直接利用一條實質的垂線(50)來做準檢測垂直度之用的基準鉛垂線，在操作及使用上是較為不方便且困難的。因此，本發明係利用垂直度檢測器之雷射光源所射出的扇面光線(11)，經由設置在一垂線(50)後方的二光感測元件(30a)(30b)感測出光線(11)的傾角，對該垂直度檢測器的光線傾角進行調校，使其所產生雷射光束達到鉛垂的標準以做為基準鉛垂線，而可以做垂直度檢測的依據，或可對檢測裝置進行檢測基準鉛垂線做校正的裝置，使其檢測裝置可有效廣泛地應用於各種產業中。

由於雷射光具有方便使用與準直良好的優點，因此，本發明將雷射光束透過柱狀透鏡(20)而扇出一扇面光線(11)以取代傳統

的實質基準鉛垂線，所以本發明實用性較強，且不受空氣擾動的影響。

本發明將該雷射光束所形成的扇面光線(11)投射到懸吊錘重(51)的垂線(50)上，如果扇面光線(11)與垂線(50)完全重合，則雷射扇面光線(11)的扇面與垂線(50)同處於鉛垂狀態。如雷射扇面光線(11)無與垂線(50)相重合，則本發明利用精密的調整平台(20)來調整角度，使雷射光線(11)能與垂線(50)重合。

由於傳統目測方法的精度低，無法準確判別雷射扇面光線(11)是否與準基鉛垂線重合，因此本發明提出一維光感測元件(charge coupled device, CCD)的檢測方法，如第一圖所示。由於量測時雷射扇面光線(11)的投影是一條線，因此，將該雷射扇面光線(11)投射在垂線(50)上，如第二圖所示，圖中的雷射扇面光線(11)的投影與垂線(50)相互傾斜而具一夾角度 θ 。為探討偏差角度與解析度的關係，觀測與垂線(50)的垂距 W_1 與 W_2 ，則傾角關係如公式(2)。

$$W=W_1-W_2 \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{W}{d} \quad (2)$$

其中， d 為其一光感測元件(30a)與另一光感測元件(30b)(兩觀測點)的間隔距離(類似槓桿的力臂)， θ' 為雷射扇面光線(11)投影之傾斜角度，若 $\theta=0$ 時可知雷射光線(11)與垂線(50)相互平行。在此令光感測元件(30a)(30b)的解析度 ΔW ，則由式(3)及式

(4)的關係算出解析度為 $\Delta \theta$ 。

$$\theta' = \tan^{-1} \frac{W \pm \Delta W}{d} \quad (3)$$

$$\Delta \theta = \theta' - \theta = \tan^{-1} \frac{\pm d \times \Delta W}{d^2 + W(W \pm \Delta W)} \quad (4)$$

由於雷射光線(11)並不是一條理想的線，因此，本發明又以狹縫掃描的方法，進行雷射光線(11)的寬度量測。本發明係採用自動化量測的方式，檢測架構如第四圖所示。首先將狹縫元件(62)及光功率計(63)架設在具有馬達之平台(61)上，並調整其一光感測元件(30a)與另一光感測元件(30b)的位置。本發明以懸吊錘重的概念定義出一條做為基準鉛垂線的垂線(50)，因此，在本發明系統中以錘重(51)(下振)及垂線(50)為工具，將垂線(50)的一端固定在天花板上或牆面上，另一端則懸掛錘重(51)，由於重力的影響使得錘重(51)指向地心，因此可定義出一條基準鉛垂線，此一基準鉛垂線可作為標準及校正的依據，系統架構如第一圖所示。

本發明所提出一種檢測方法，係以槓桿原理與二個光感測元件(30a)(30b)來測量投影雷射光線(11)的傾角。實際上，由於柱狀透鏡(20)所扇出雷射光線(11)寬比垂線(50)的直徑還寬，因此，投影的雷射扇面光線(11)會因垂線(5)的遮蔽在後方而產生帶狀光束，再由光感測元件(30a)(30b)接收並產生感測訊號，如第三圖所示。

在第三圖的錘線(50)後方以間隔距離設置的二光感測元件(30a)(30b)，從(4)式可知二者間隔距離越大則解析度越精準。圖

中的黑線代表的是垂線(50)，而陰影部份為雷射光裝置(10a)的投影，當 $X_1 - X_2 \neq 0$ 時，代表雷射光線(11)的中心線偏離垂線(50)，此時調整精密的調整平台(20)，可使 $X_1 - X_2 = 0$ 。因此利用此(5)(6)式可算出雷射扇面光線(11)投影的偏差角度A與B。

$$A = \frac{X_1 - X_2}{2} \quad (5)$$

$$B = \frac{X_3 - X_4}{2} \quad (6)$$

將偏差值A與B代回(7)式可算出其偏離垂線(50)的角度，其中(7)式的 Δ 是指光感測元件(30a)(30b)畫素的大小(pixel)，而d是指上下兩個光感測元件(30a)(30b)的間隔距離。如果偏差角度在可容許的範圍內，則此一雷射扇面光線(11)投影就是一條精確的鉛垂線。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(A - B) \times \Delta}{d} = \text{垂直偏差角度} \quad (7)$$

一般定義鉛垂線的方法，皆使用傳統懸吊錘重的方式，但缺點是裝設與使用不易。本發明的裝置完成後，可取代傳統目測判定“鉛垂線”的方式，而雷射光投射的垂線(50)也較為實用。

關於本發明系統精度與性能的檢測。由於雷射光並不是一條理想的線，因此本發明以狹縫掃描的方法，進行雷射光的寬度量測。系統採用自動化量測的方式，檢測架構示意圖如第四圖所示。首先將狹縫元件(62)及光功率計(63)架設在具有馬達之平台(61)上，並調整其一光感測元件(30a)與另一光感測元件(30b)的位

置，使光源(1)離功率計 60cm；檢測時由電腦端透過 RS232 來控制平移台(KOHZU)與擷取光功率計的功率值。調整平台(61)每步移動 $10\mu\text{m}$ ，總行程為 20mm，結果如圖五所示。

由第五圖可知，最大峰值為 $4.5\mu\text{W}$ ，半腰寬的功率為 $2.25\mu\text{W}$ ，兩邊以曲線擬合及二分之一逼近法的處理，找出接近半腰寬的兩個值，可得雷射光的線寬為 1.1086 mm。由於垂線(50)的直徑只有 0.3mm，因此在垂線(50)後方會產生中間被遮蔽的光帶而如第三圖。

請參看第一、一-A 及三圖所示，根據前述的理論，檢測時二光感測元件(30a)(30b)(Sony ILX526A)置於垂線(50)的後方，當雷射光線(11)與垂線(50)傾斜時，則調整精密的傾斜調整平台(40)，使雷射光線(11)與垂線(50)重合，測量結果如第六圖所示。其中縱軸對應於雷射光線(11)的強度，以其一光感測元件(30a)與另一光感測元件(30b)的電壓大小來表示，單位為電壓(V)。橫軸代表畫素，單位為 Pixel，我們以半腰寬的方式，計算出帶狀光束的寬度，可得 X1 與 X2 的座標分別為 95.4457 與 77.8425 個 Pixel；同理由第七圖可得 X3 與 X4，分別為 97.924 與 79.5035 個 Pixel。根據(5)式與(6)式計算出上下二個垂直方向偏差角度 A 與 B，分別為 9.21025 與 8.8016 個 Pixel。

檢測前需校正二光感測元件(30a)(30b)的直度，由於垂線(50)與光感測元件(30a)(30b)垂直時的投影寬度最小，因此根據此一觀念測量投影直徑的大小並調整二光感測元件(30a)(30b)的角

度，可確保光感測元件(30a)(30b)的垂直度。此外，本發明的檢測法對其一光感測元件(30a)與另一光感測元件(30b)的直度並不敏感，經過校正後即可忽略直度的影響。

由於光感測元件(30a)(30b)的每一畫素的大小為 $7\mu\text{m}$ ，而二光感測元件(30a) (30b)的上下距離為 12cm ，利用式(7)的三角函數關係可算出雷射光線(11)與此鉛垂線的夾角 θ 為 $4.9''$ 。測量精度主要受限於信號的解析度與傾斜調整平台(40)的調整能力。檢測的結果証實了此一方法可作為產生垂直基準的雷射扇面光線(11)的檢測工具。

本發明採用標準差的方式評估測量的重複率與可靠度，分析的方法如(8)式所示，

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - X)^2} \quad (8)$$

其中 X 代表所抓取的資料平均值， N 為資料筆數， X_i 為第 i 筆資料，而 S 代表標準差。

在測量可靠度方面，我們在 8 小時內陸續測量了 30 次並進行分析，結果如第八圖所示。其中縱軸代表偏差角度(arcsec)，橫軸代表抓取資料的筆數，而標準差及平均值分別為 $S=4.109''$ 與 $X=5.456''$ ，分佈的百分比如表一的第一行所示。同理，針對同一目標連續測量 100 次的結果如第九圖所示。

其中標準差及平均值分別為 $S=4.805''$ 與 $X=3.377''$ ，分佈的百分比如表一的第二行所示。根據評估結果，準確度已能滿足實

用性的要求。

表一：評估標準差值

	$\pm S$	$\pm 2S$	$\pm 3S$
長期測量($S=4.109''$)	83.33%	93.33%	100%
短期測量($S=4.805''$)	67%	94%	100%

肆·結論

本發明所提供之一種結合光感測元件量測垂線垂直度的檢測裝置，與前述引證案及其他習用技術相互比較時，更具有下列之優點：

1. 本發明提出一種產生與檢測鉛垂雷射光線的方法，透過雷射光線投射在傳統懸吊錘重的方式定義此一鉛垂線。
2. 當雷射光線投射在此鉛垂線上，利用槓桿原理及光感測元件檢測器，可精準的檢測與校正此一雷射光線的鉛直度。
3. 本發明能以一個標準差在檢測精度於 $5''$ 以內，亦在加大光感測元件的間隔距離與傾斜調整平台的精度後可進一步的提升。
4. 本發明的量測系統具有架構簡單、精度高與操作方便等優點，在工廠的環境及條件下，可進行垂直度的量測。

以上所述僅為本發明之一可行實施例之具體說明，惟該實施例並非用以限制本發明之專利範圍，凡未脫離本發明技藝精神所為之等效實施或變更，均應包含於本案之專利範圍中。

綜上所述，本發明所具體界定於請求項之技術特徵未見於同類習知技術，並能產生進步功效，且可供產業充分利用，已充分

符合新穎性、進步性、實用性及產業利用性之發明專利要件，爰依法提出申請，謹請 貴局依法核予專利，以維護本申請人合法之權益。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明基本架構示意圖；

第一-A圖係本發明光感測元件對應垂線之正面示意圖；

第二圖係本發明其雷射光線與鉛垂線幾何關係示意圖；

第三圖係本發明其雷射光線與垂線幾何關係示意圖；

第四圖係本發明量測鉛垂線寬度之示意圖；

第五圖係本發明墨線儀垂線的能量分佈示意圖；

第六圖係本發明其一光感測元件檢測上方的垂直能量分佈曲線示意圖；

第七圖係本發明另一光感測元件檢測下方的垂直能量分佈曲線示意圖；

第八圖係本發明長期測量雷射光線偏差角度關係圖；及

第九圖係本發明短期測量雷射光線偏差角度關係圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|-----------------|------------|
| (10)光源 | (10a)雷射光裝置 |
| (11)雷射光線 | (20)柱狀透鏡 |
| (30a)(30b)光感測元件 | (31)計算手段 |
| (40)調整平台 | (41)基座 |
| (42)載台 | (43)調整手段 |

(50)垂線

(51)錘重

(61)平台

(62)狹縫元件

(63)功率計

(70)物件

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97142488

※申請日：97.11.4 ※IPC分類：G01B 7/305 (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

垂直度檢測器的校正裝置及方法

二、中文發明摘要：

● 本發明係有關一種垂直度檢測器的校正裝置及方法，其包括一光源、一柱狀透鏡、二光感測元件、一計算手段、一垂線、一錘重及一調整平台，該光源用以放射出光束，該柱狀透鏡用以接收入射之該光束並於內部折射出扇面光線，該二光感測元件以上下間隔距離設置於垂線後方位置，用以接收經過垂線局部遮蔽的扇面光線，並經計算而得知該扇面光線投影相對垂線所形成之基準鉛垂線之偏差角度，當其偏差角度不為零時，藉調整平台以調

● 校其偏差角度至零為止，而使該扇面光線投影成為一標準鉛垂線者。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種垂直度檢測器的校正裝置，其可供一垂直度檢測器之光源所發出光束經一柱狀透鏡而形成之扇面光線做垂直度的校正，其包括有：

一垂線；

一錘重，其固定於該垂線底端，使該垂線藉該錘重重力而自然下垂形成一基準鉛垂線；

二光感測元件及一計算手段，該二光感測元件上下間隔距離地設置在該垂線的後方位置，用以接收經過該垂線的該扇面光線並產生感測訊號，並經由該計算手段而得知該扇面光線相對該基準鉛垂線的偏差角度；及

一調整平台，其包括一基座、一載台及一調整手段，該基座供置放於一平面上，該載台供該雷射光源與該柱狀透鏡固定其上，當該扇面光線相對該基準鉛垂線產生偏差角度時，可藉由該調整手段來調整該載台連同該雷射光源的角度以校正該扇面光線至其偏差角度為零而止。

2. 如請求項第 1 項所述之垂直度檢測器的校正裝置，其中，該光感測元件為 PSD。

3. 如請求項第 1 項所述之垂直度檢測器的校正裝置，其中，該光感測元件為 CCD 光耦合元件。

4. 如請求項第 1 項所述之垂直度檢測器的校正裝置，其更包含有一用以量測該光線寬度的量測機構，該量測機構包括：

一具平移功能的平台；

一設於該平台上的狹縫元件，以供該扇面光線由其狹縫射入；

一設於該平台上的光功率計，其用以量測所射入之該光線的功率值；

一設於該平台的馬達，其用以驅動該平台平移；及

一電腦，其透過一界面裝置與該馬達及該光功率計電連接，以控制該平台之平移及擷取該光功率計的該功率值，以求出該光線的線寬。

5. 一種垂直度檢測器的校正方法，其包括以下步驟：

(a) 提供一雷射光源、一柱狀透鏡、二光感測元件、一計算手段、一垂線、一錘重及一調整平台，該調整平台包括一基座、一載台及一調整手段，該基座供置放於一平面上；

(b) 將該錘重固定於該垂線底端，使該垂線藉由該錘重的重力自然下垂而形成一基準鉛垂線；

(c) 該二光感測元件以上下間隔距離設置在該垂線後方位置；

(d) 將該雷射光源與該柱狀透鏡固定於該調整平台之該載台上；

(e) 以該雷射光源放射出雷射光束；

(f) 以該柱狀透鏡接收入射之該雷射光束，並經該柱狀透鏡內部而折射出扇面光線而投射經過該垂線而至該二光感測元件；及

(g) 以該二光感測元件接收經過該垂線之該扇面光線並產生感測訊號，並經該計算手段計算該感測訊號而得知該扇面光線的

投影相對該基準鉛垂線是否有偏差角度，當該偏差角度不為零時，則以該調整手段調整該偏差角度至零為止。

6. 如請求項第5項所述之垂直度檢測器的校正方法，其中，該計算手段計算該偏差角度的方式係利用以下方程式：

$$W = W1 - W2$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{W}{d}$$

其中，W 為該光線的寬度，W1 與 W2 為該第一光感測元件二側的垂距， θ 為該偏差角度，d 為該第一光感測元件與該第二光感測元件的間隔距離。

7. 如請求項第6項所述之垂直度檢測器的校正方法，其更可計算出偏差角度的解析度 $\Delta\theta$ ，其計算方式是利用以下方程求得：

$$\Delta\theta = \theta' - \theta = \tan^{-1} \frac{\pm d \times \Delta W}{d^2 + W(W \pm \Delta W)}$$

其中，該二光感測元件的解析度 ΔW 。

8. 如請求項第5項所述之垂直度檢測器的校正方法，其中，該計算手段計算該偏差角度的方式係利用以下方程式：

$$A = \frac{X_1 - X_2}{2}$$

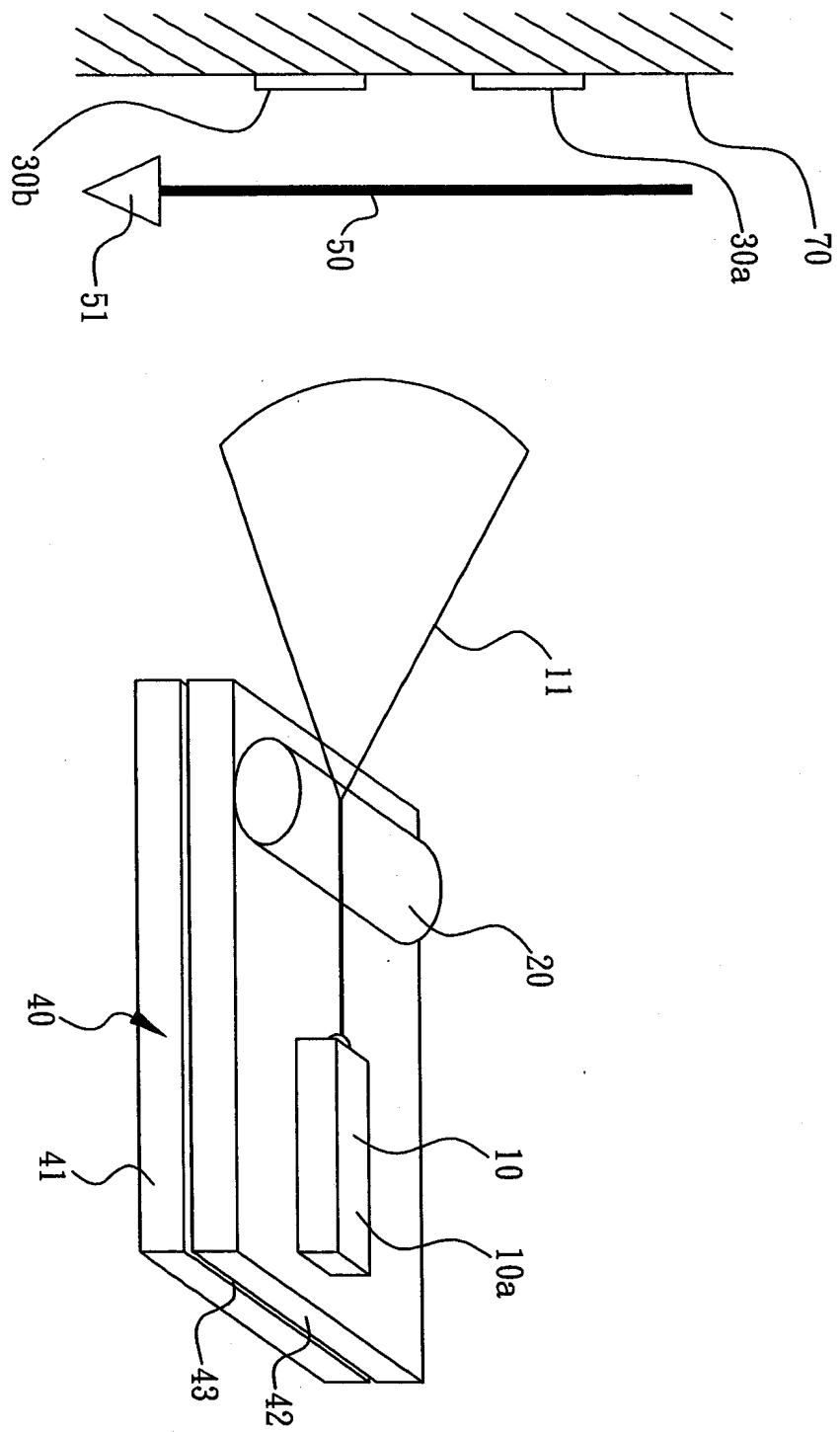
$$B = \frac{X_3 - X_4}{2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(A - B) \times \Delta}{d} = \text{垂直偏差角度}$$

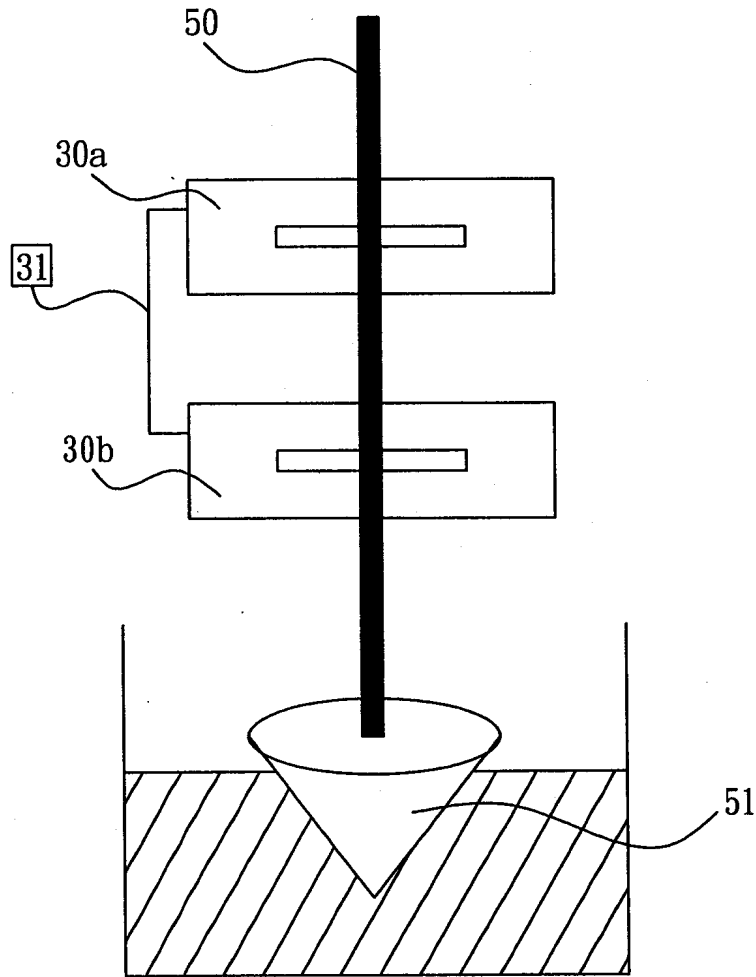
其中，A 為該光線於該第一光感測元件的偏差角度，B 為該光

線於該第二光感測元件的偏差角度， $X1$ 與 $X2$ 為該第一光感測元件二側的垂距， $X3$ 與 $X4$ 為該第二光感測元件二側的垂距， θ 為該偏差角度， Δ 為該光感測元件畫素的大小， d 為上下該二個光感測元件的間隔距離。

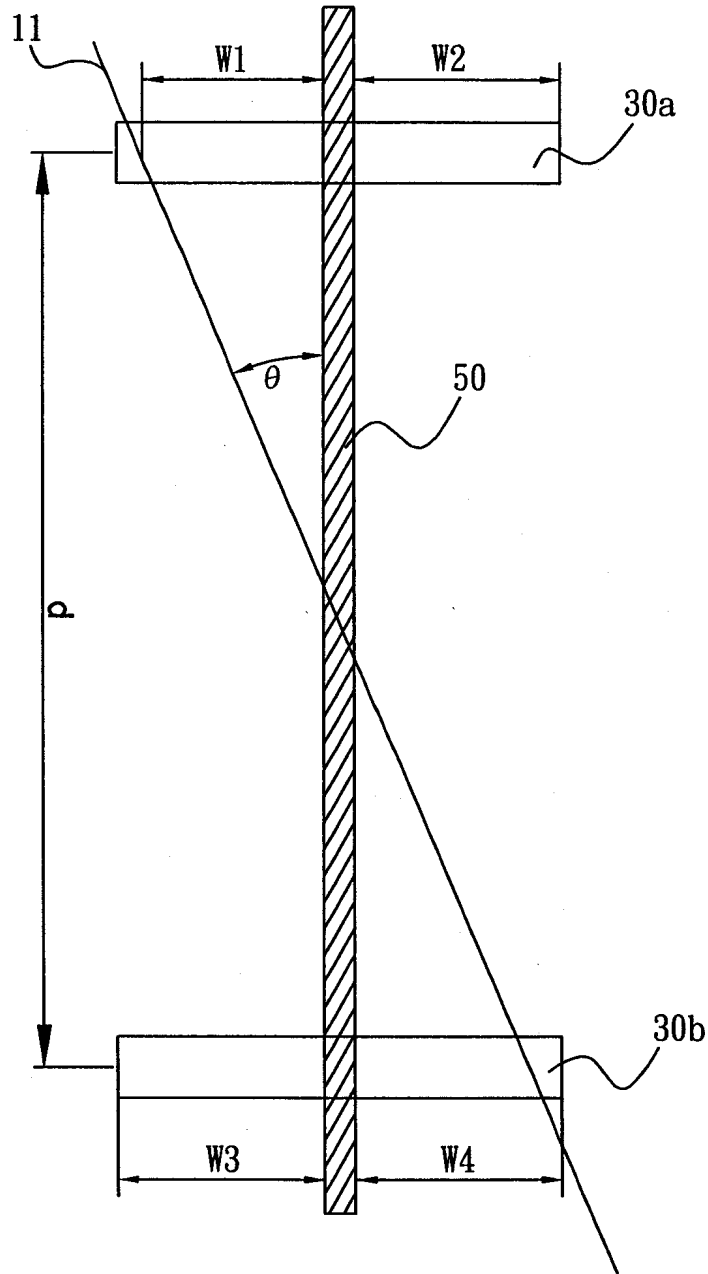
9. 如請求項第 5 項所述之垂直度檢測器的校正方法，其中，於步驟(f)與(g)之間，當該扇面光線相對該垂線有明顯傾斜時，則先以調整手段調整使該扇面光線與垂線以肉眼觀察接近重合，再進行步驟(g)。



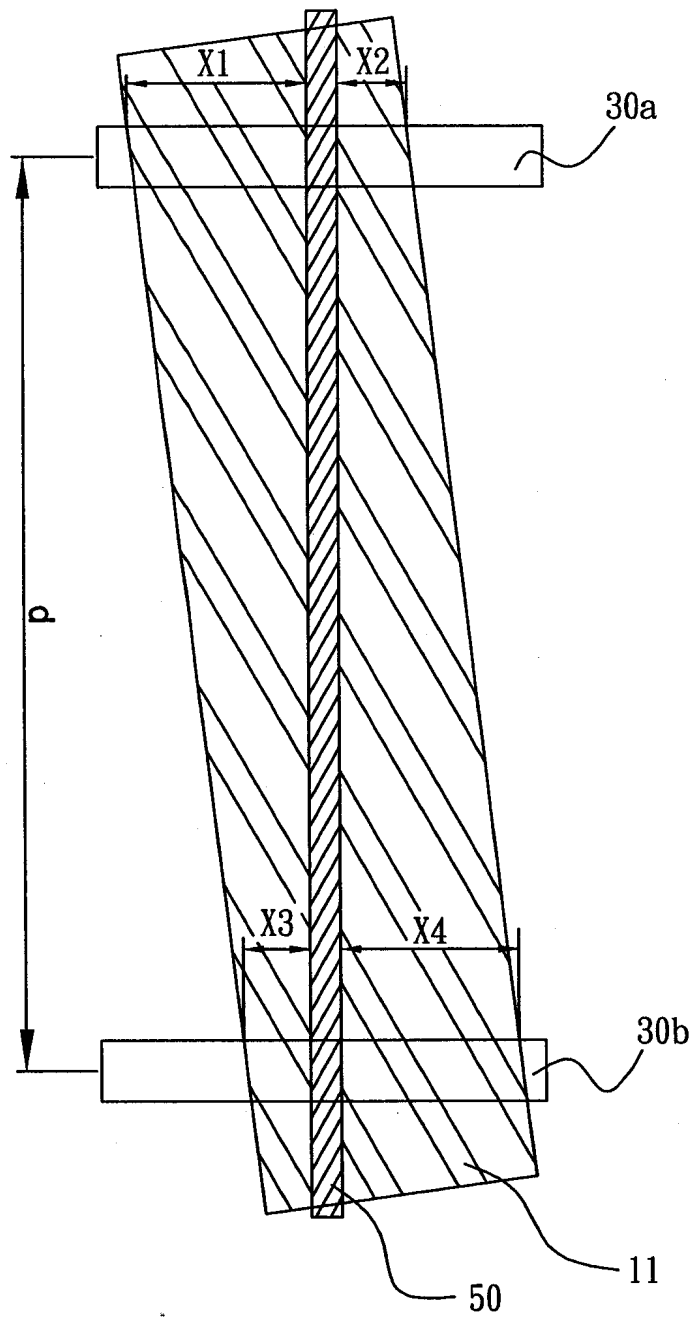
第一圖



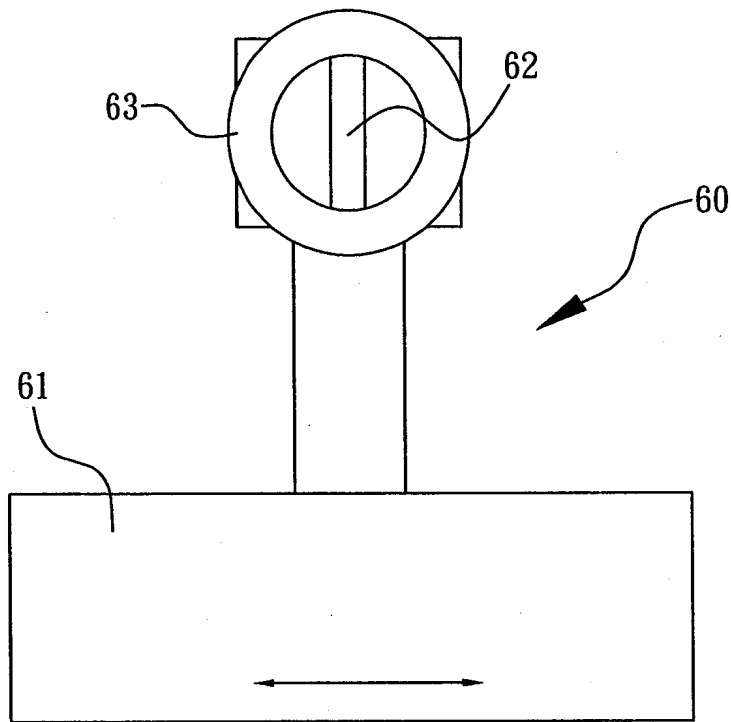
第一-A圖



第二圖

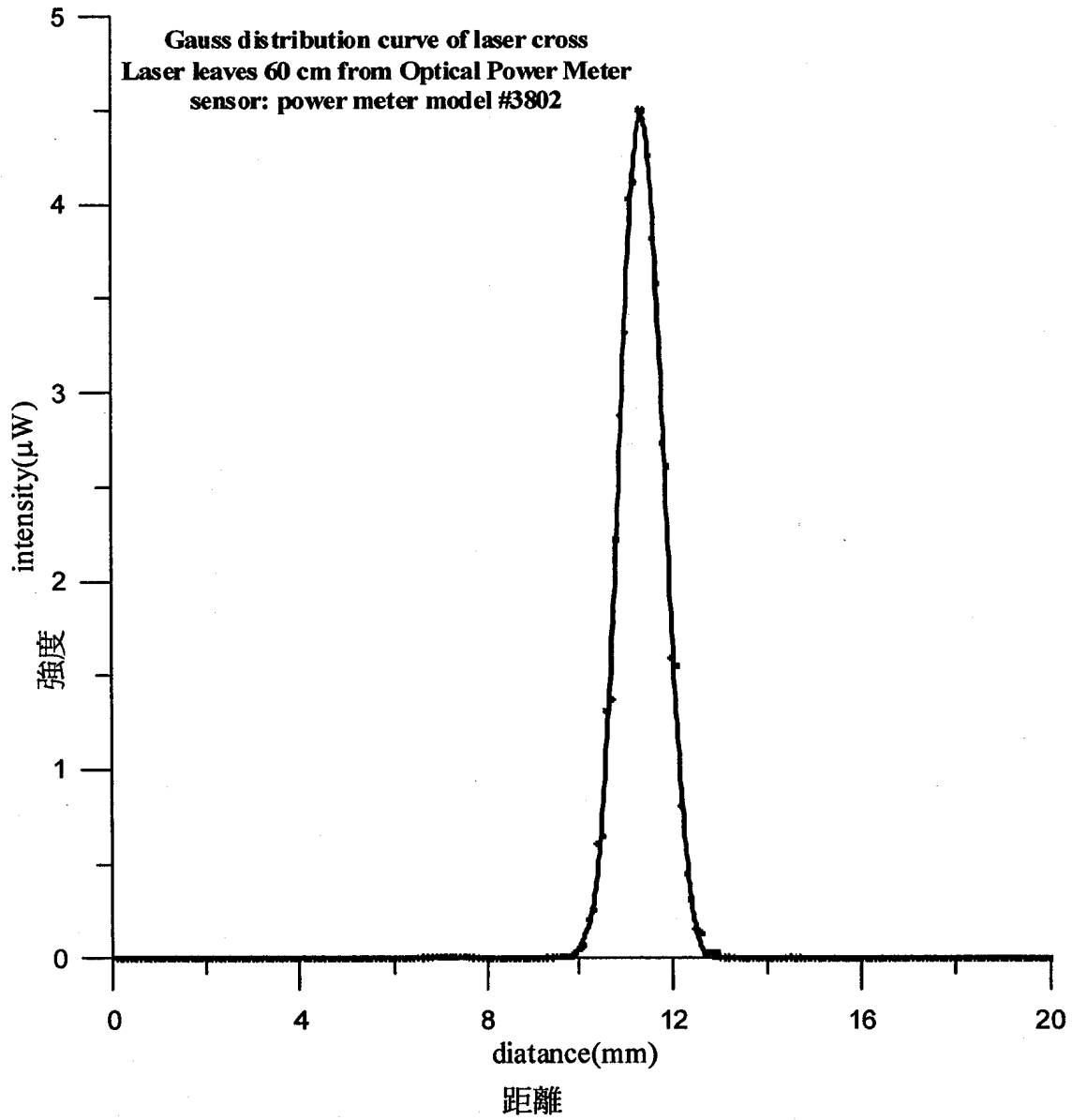


第三圖



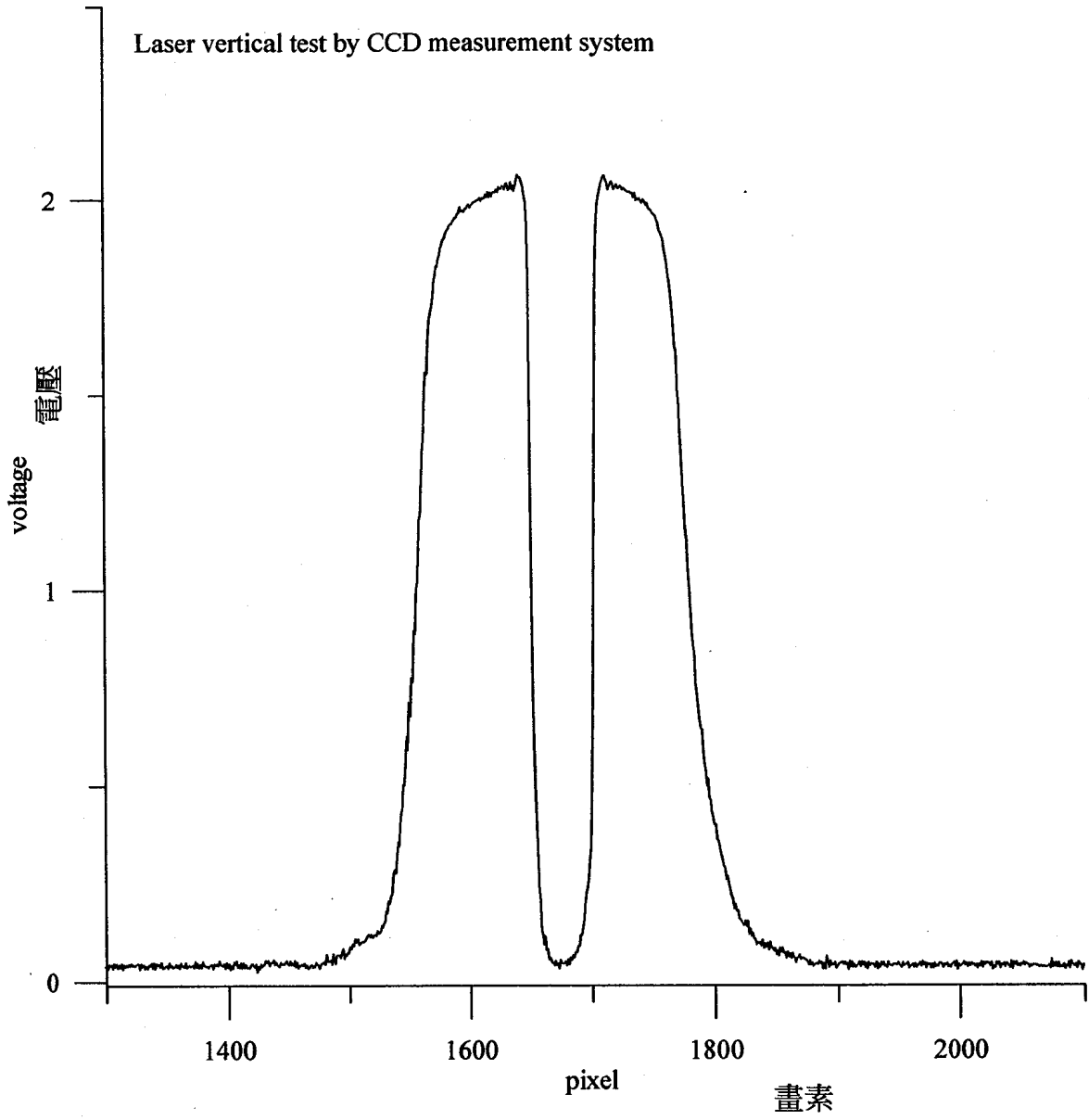
第四圖

雷射交叉的高分佈曲線
光功率計離 60cm
感測器:光功率計模型#3802

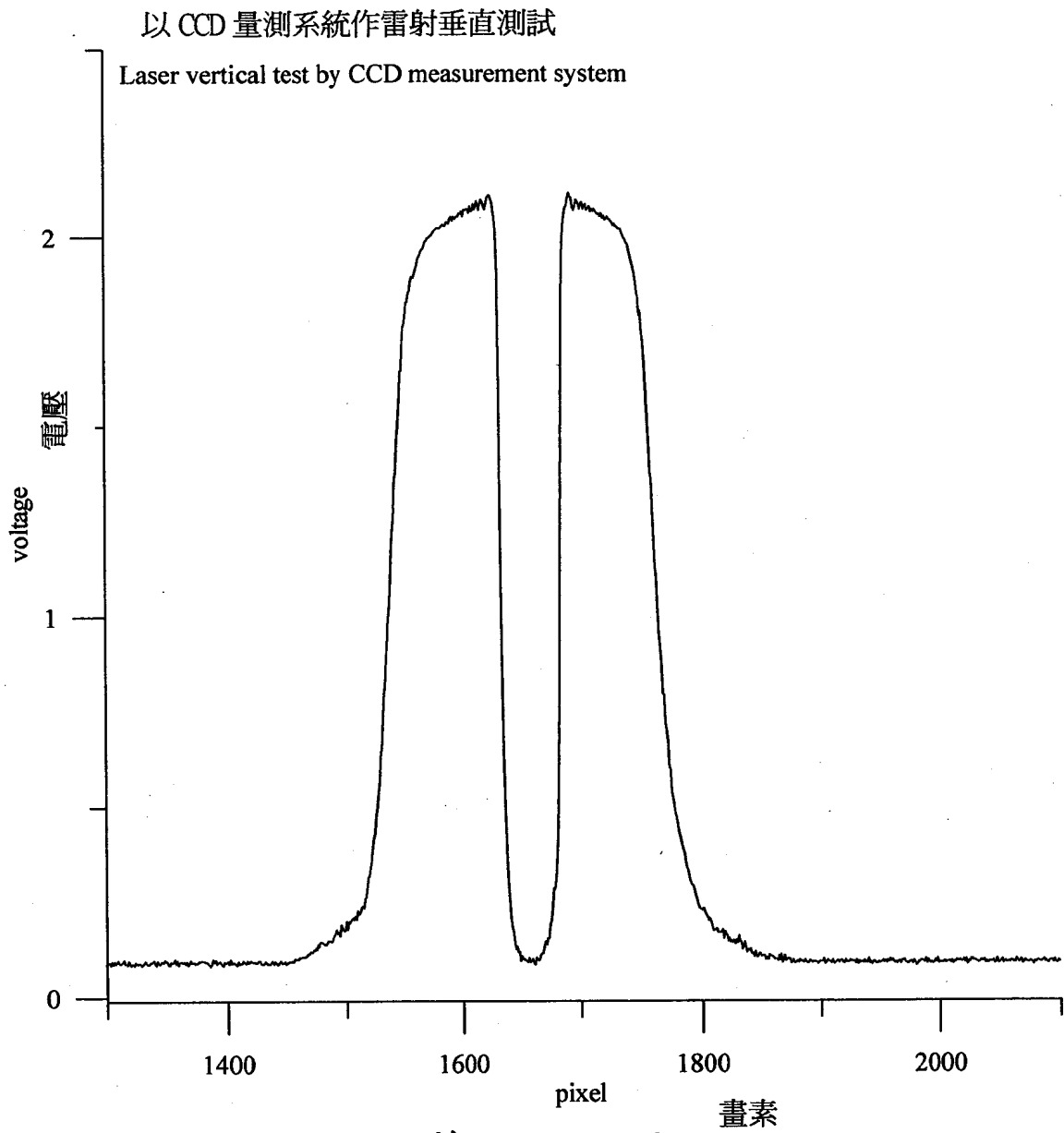


第 五 圖

以 CCD 量測系統作雷射垂直測試

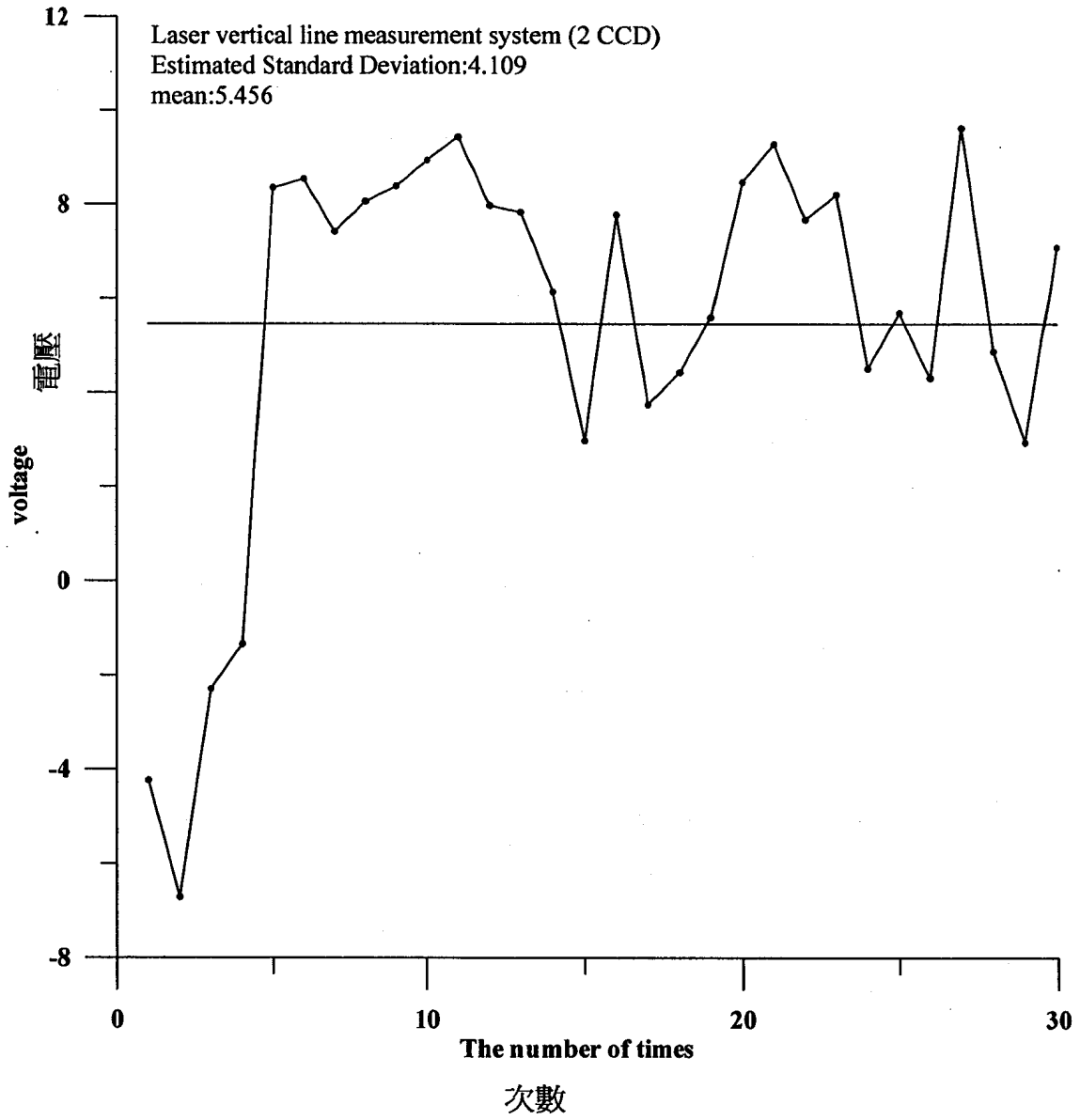


第 六 圖



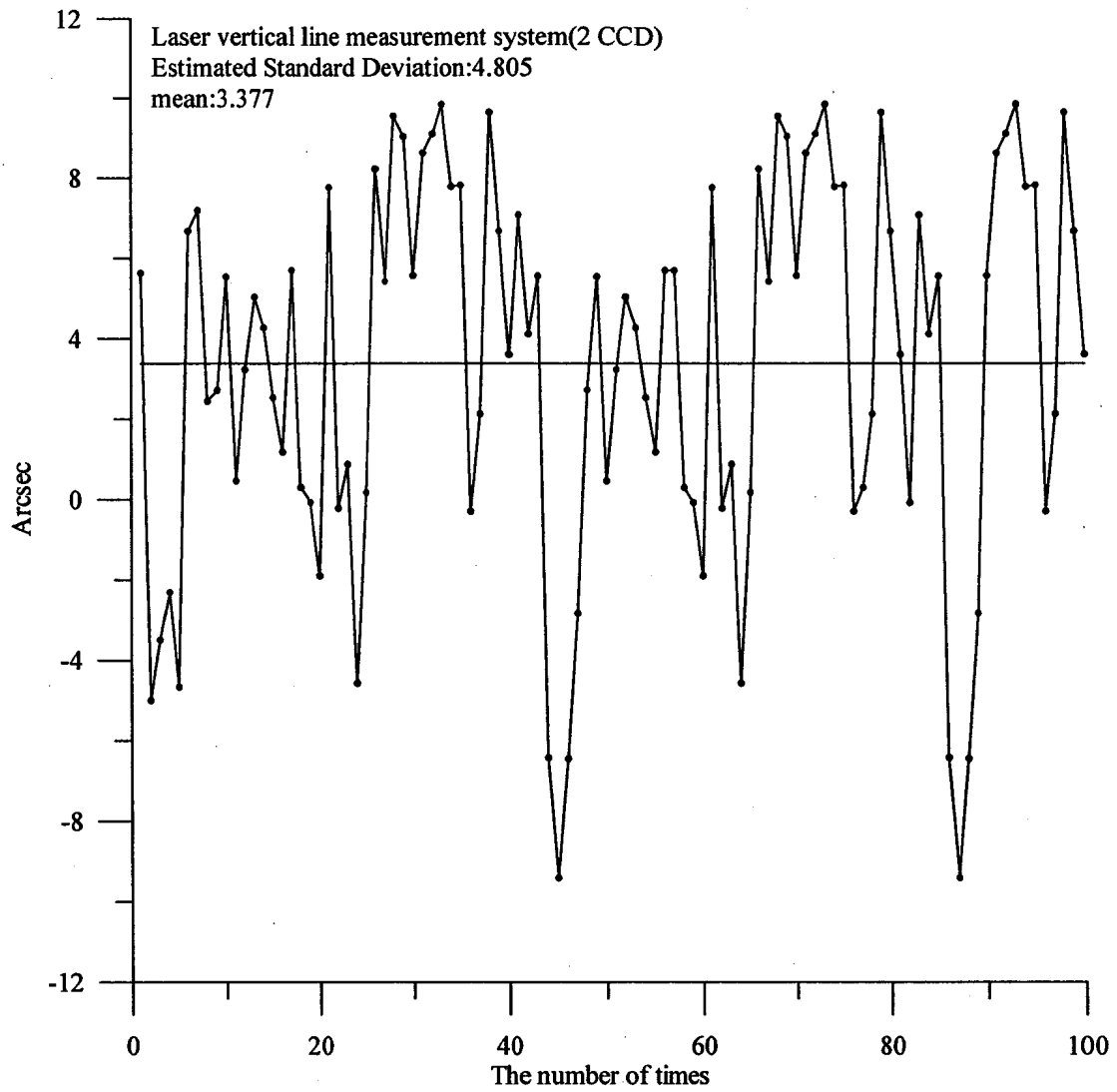
第七圖

2CCD 雷射垂直線量測系統
估計標準誤差:4.109
平常的:5.456



第八圖

2CCD 雷射垂直線量測系統
估計標準誤差:4.805
平常的:3.377



次數

第九圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|-----------------|------------|
| (10)光源 | (10a)雷射光裝置 |
| (11)雷射光線 | (20)柱狀透鏡 |
| (30a)(30b)光感測元件 | (40)調整平台 |
| (41)基座 | (42)載台 |
| (43)調整手段 | (50)垂線 |
| (51)錘重 | (70)物件 |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：