





## 【發明說明書】

【中文發明名稱】液面高度檢測系統及液面高度檢測方法

【英文發明名稱】SYSTEM FOR MEASURING A SURFACE HEIGHT OF A LIQUID AND METHOD FOR MEASURING A SURFACE HEIGHT OF A LIQUID

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種液面高度檢測系統及液面高度檢測方法，且尤其是有關一種應用於長晶裝置的液面高度檢測系統及液面高度檢測方法。

### 【先前技術】

【0002】 柴可拉斯基法(Czochralski process)是業界普遍用來生產晶錠的方式，其是先將矽材料放入坩堝中，再加熱矽材料至熔融狀態以形成一熔湯，並讓末端具有晶種的定位棒浸入熔湯內，透過緩慢拉起及旋轉定位棒，可於定位棒的末端得到柱體狀的單晶晶錠。

【0003】 在此種晶錠的生成方法中，通常會於坩堝的上方(也就是單晶晶錠的周圍)設置熱遮罩，以隔絕熱的幅射避免其影響到單晶晶錠的生成。

【0004】 再者，為了要使得晶錠的品質提升，需控制熱遮罩與坩堝中熔湯液面的間隔，因此需要在晶錠生成的過程中，不斷的量測液面的高度。

**【0005】** 有業者使用雷射紅光測距裝置以非接觸液面的方式來量測液面位置，然而，由於長晶裝置中溫度高，使得長晶裝置中存在有大量紅外線而會影響到雷射紅光測距裝置的量測效果，而使得量測結果失準。

**【0006】** 有鑑於此，如何有效的量測長晶裝置中熔湯液面的高度，遂成相關業者努力的目標。

### **【發明內容】**

**【0007】** 本發明提供一種液面高度檢測系統及液面高度檢測方法，透過空心柱體、導光棒、影像擷取單元、影像分析單元分可計算出準確的液面高度。

**【0008】** 依據本發明之一態樣提供一種液面高度檢測系統，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面的一高度，長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，熔湯容置於坩堝，且熱遮罩位於坩堝上方，液面高度檢測系統包含一空心柱體、一光源、一導光棒、一影像擷取單元及一影像分析單元，空心柱體設置於熱遮罩內，光源用以投射出一光束，導光棒設置於空心柱體內且用以導引光束，以使光束投射於熔湯以形成一液面光影或一液面下光影虛像，影像擷取單元用以拍攝液面光影或一液面下光影虛像以取得一待分析影像，影像分析單元訊號連接影像擷取單元且用以分析待分析影像以得到高度。

**【0009】** 藉此，利用空心柱體包圍導光棒，使導光棒導引光線後，能形成面積較小之液面光影或液面下光影虛像，

進而避免其因為受液面坡度影響而產生扭曲，更有助於液面高度判斷的精準度提升。

**【0010】** 依據前述之液面高度檢測系統，其中空心柱體及導光棒可傾斜於液面，或空心柱體及導光棒可垂直於液面。或導光棒可包含一第一段及一第二段，第一段供光束入射，第二段導引光束出射，且第一段突出空心柱體。或導光棒的第一段可為球形結構且突出空心柱體。或第一段與第二段可夾一角度，且第一段與光束的一入射方向平行。或導光棒的直徑可大於等於2公釐且小於等於8公釐。或前述之液面高度檢測系統可更包含一固定件固定空心柱體於熱遮罩上。或空心柱體的材質可以是鉬、鎢、鈿、鈮、釩、鉻、鈦、鋳的其中之一或是上述材質的合金。

**【0011】** 依據本發明之另一態樣提供一種液面高度檢測方法，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面之一高度，長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，熔湯容置於坩堝，且熱遮罩位於坩堝上方，液面高度檢測方法包含以下：提供一空心柱體設置於熱遮罩內；提供一光源投射一光束；提供一導光棒導引光束，以使光束投射於熔湯以形成一液面光影或使導光棒發光並形成一液面下光影虛像；提供一影像擷取作業，利用一影像擷取單元拍攝液面光影與液面下光影虛像的至少其中之一以取得一待分析影像；以及提供一影像分析作業，利用一影像分析單元分析待分析影像以得到高度。

**【0012】** 依據前述之液面高度檢測方法，其中空心柱體一端面投影於熔湯以形成一液面下柱體虛像，待分析影像上

可包含代表液面下柱體虛像之一第一圓及代表液面光影之一第二圓，而於影像分析作業中，影像分析單元找出第一圓之圓心及第二圓之圓心以計算高度。或待分析影像可具有一x軸方向及一y軸方向，影像分析單元根據第一圓之圓心與第二圓之圓心沿x軸方向與y軸方向的至少其中之一的距離來計算高度。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0013】

第 1A 圖繪示依照本發明一實施方式之一種液面高度檢測系統用以量測液面高度的一示意圖；

第 1B 圖繪示第 1A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 2A 圖繪示第 1A 圖之液面高度檢測系統用以量測液面高度的另一示意圖；

第 2B 圖繪示第 2A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 3A 圖繪示依照本發明另一實施方式之一種液面高度檢測系統用以量測液面高度的一示意圖；

第 3B 圖繪示第 3A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 4A 圖繪示第 3A 圖之液面高度檢測系統用以量測液面高度的另一示意圖；

第 4B 圖繪示第 4A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析

影像示意圖；

第 5A 圖繪示依照本發明再一實施方式之一種液面高度檢測系統用以量測液面高度的一示意圖；

第 5B 圖繪示第 5A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 6A 圖繪示第 5A 圖之液面高度檢測系統用以量測液面高度的另一示意圖；

第 6B 圖繪示第 6A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 7A 圖繪示依照本發明更一實施方式之一種液面高度檢測系統用以量測液面高度的一示意圖；

第 7B 圖繪示第 7A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 8A 圖繪示第 7A 圖之液面高度檢測系統用以量測液面高度的另一示意圖；

第 8B 圖繪示第 8A 圖之影像擷取單元所擷取到的待分析影像示意圖；

第 9 圖繪示依照本發明再一實施方式之一種液面高度檢測系統的一固定件及一空心柱體設置於熱遮罩的示意圖；以及

第 10 圖繪示依照本發明另一實施方式之一種液面高度檢測方法的一步驟流程圖。

## 【實施方式】

【0014】 以下將參照圖式說明本發明之實施方式。為明確說明起見，許多實務上的細節將在以下敘述中一併說明。然而，閱讀者應瞭解到，這些實務上的細節不應用以限制本發明。也就是說，在本發明部分實施方式中，這些實務上的細節是非必要的。此外，為簡化圖式起見，一些習知慣用的結構與元件在圖式中將以簡單示意的方式繪示；並且重複之元件將可能使用相同的編號表示。

【0015】 請參閱第1A圖及第1B圖，其中第1A圖繪示依照本發明一實施方式之一種液面高度檢測系統100用以量測液面S高度的一示意圖，第1B圖繪示第1A圖之影像擷取單元160所擷取到的待分析影像P1示意圖。液面高度檢測系統100用於量測一長晶裝置200中一熔湯W之一液面S的一高度，長晶裝置200包含一熱遮罩220及一坩堝210，熔湯W容置於坩堝210，且熱遮罩220位於坩堝210上方。

【0016】 液面高度檢測系統100包含一空心柱體110、一光源130、一導光棒120、一影像擷取單元160及一影像分析單元140，空心柱體110用以設置於熱遮罩220內，且空心柱體110的一端面投影於熔湯W以形成一液面下柱體虛像M1，光源130用以投射出一光束L1，導光棒120用以導引光束L1以使光束L1投射於熔湯W以形成一液面光影N1，影像擷取單元160用以拍攝液面S，以使液面下柱體虛像M1及液面光影N1成像為一待分析影像P1，影像分析單元140訊號連接影像擷取單元160且用以分析待分析影像P1以得到高度。

【0026】 由第2B圖可知，液面S下降會使得第一圓C1及第二圓C2之圓心距離改變，所以透過圓心距離的計算，即可偵測液面S的高度。

【0027】 在此要特別說明的是，光束L1所形成的液面光影N1是光束L1於液面S上的反射光點，所以不管液面高度如何變化，液面光影N1皆會位於液面S上，而空心柱體110的液面下柱體虛像M1則是由平面鏡成像原理形成，因此液面下柱體虛像M1與液面S的距離等於空心柱體110與液面S的距離(像距等於物距)，所以可以將液面下柱體虛像M1看成是位於液面S下方，而其與液面S的距離會隨著液面S與空心柱體110的距離而改變。因此，當液面S下降時，液面下柱體虛像M1會變得較小，且和液面光影N1的距離關係會改變。而第一圓C1及第二圓C2不一定是正圓，其會因為影像擷取單元160的拍攝角度而略呈橢圓，且拍射角度會使得待分析影像P1中還包含空心柱體110以外的部分，但此些部分都可以經由影像分析單元140去除，而不影響圓心的取得。

【0028】 所謂預先建立之表格與資料是指，在將液面高度檢測系統100安裝於長晶裝置200後，即先取得液面S最高時的待分析影像，並計算得到對應的圓心距離，之後並開始讓液面S的高度下降，再次計算對應的圓心距離，如此持續讓液面S的高度下降並計算圓心距離，最後可製成圓心距離與液面S高度的對照表。

【0029】 請參閱第3A圖、第3B圖、第4A圖及第4B圖，其中第3A圖繪示依照本發明另一實施方式之一種液面高度

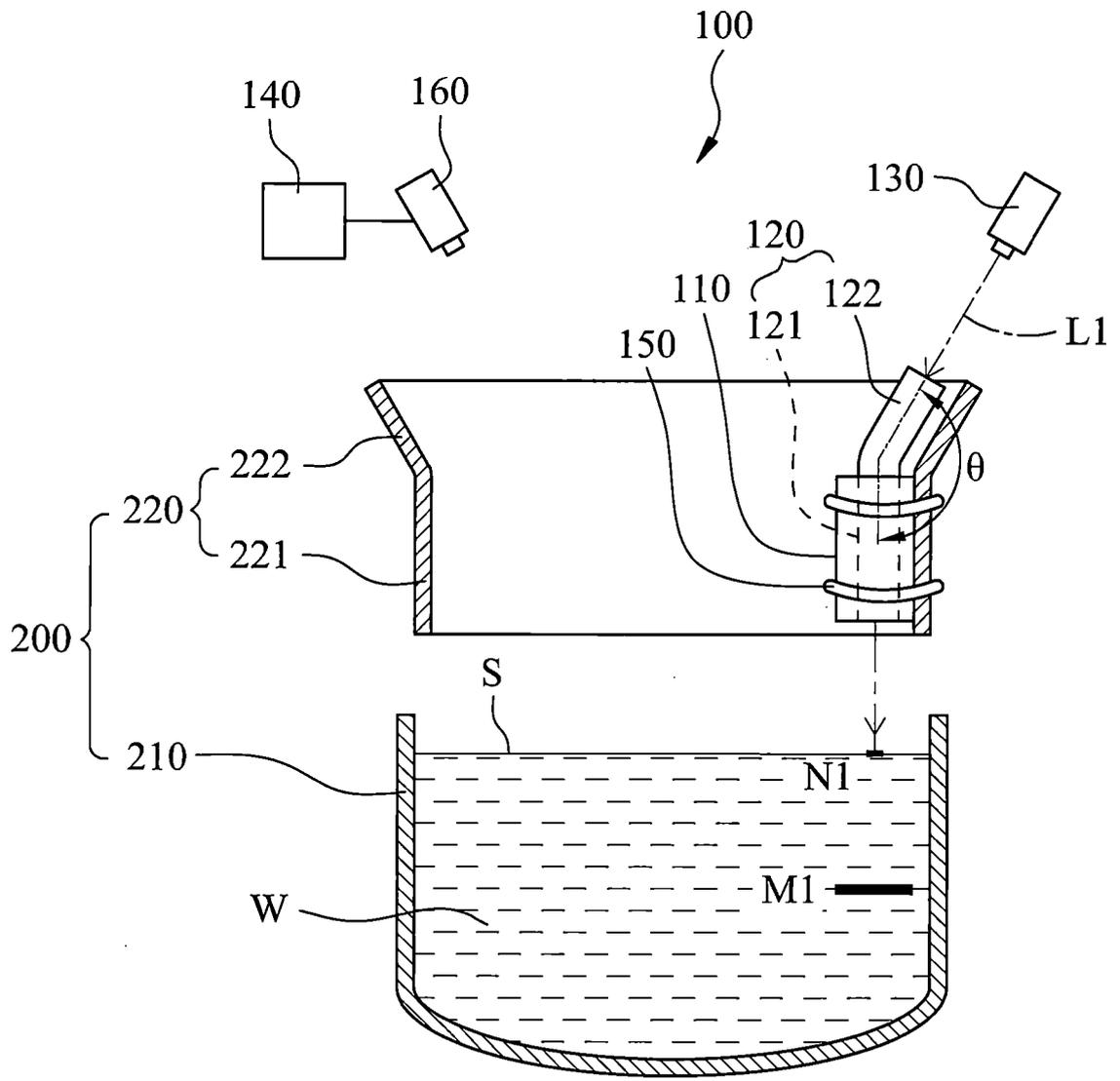
以形成一液面下柱體虛像M1。於步驟320中，可以讓待分析影像P1、P2、P3、P4上可包含代表液面下柱體虛像M1之一第一圓C1、C3及代表液面光影N1之一第二圓C2、C4，且待分析影像P1、P2、P3、P4具有一x軸方向及一y軸方向。而於步驟330中，影像分析單元140可找出第一圓C1之圓心及第二圓C2之圓心以計算高度，其中影像分析單元140可根據第一圓C1之圓心與第二圓C2之圓心沿x軸方向及y軸方向的至少其中一的距離來計算高度。

**【0049】** 藉此，透過第一圓C1及第二圓C2之間沿y軸方向的距離可計算出液面S的高度，而可以隨時監控液面S的狀況。當然，也可以如第3A圖、第3B圖、第4A圖及第4B圖所示，以第一圓C3及第二圓C4之間沿x軸方向的距離來計算出液面S的高度。

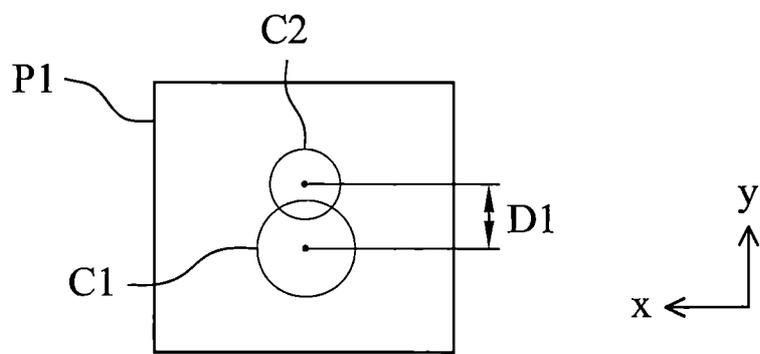
**【0050】** 在其他實施例中(圖未示)，空心柱體110b與導光棒120b不一定是圓柱狀，可以是任意的柱體形狀或是其他形狀，此時可以計算液面光影、液面下柱體虛像或是液面下光影虛像這三者至少其中之一的幾何形狀的質心或重心，作為比對位置的基準。再者，前述實施例所提到的第一圓至第三圓可以是正圓或是橢圓的形狀。另外，前述實施例所提到的空心柱體的材質是可以耐高溫的鋁、鎢、鈹、鈮、鈳、鉻、鈦、鋳等材質的其中之一或是上述材質的合金。

**【0051】** 由上述的實施例可知，液面高度檢測系統具有下列優點。

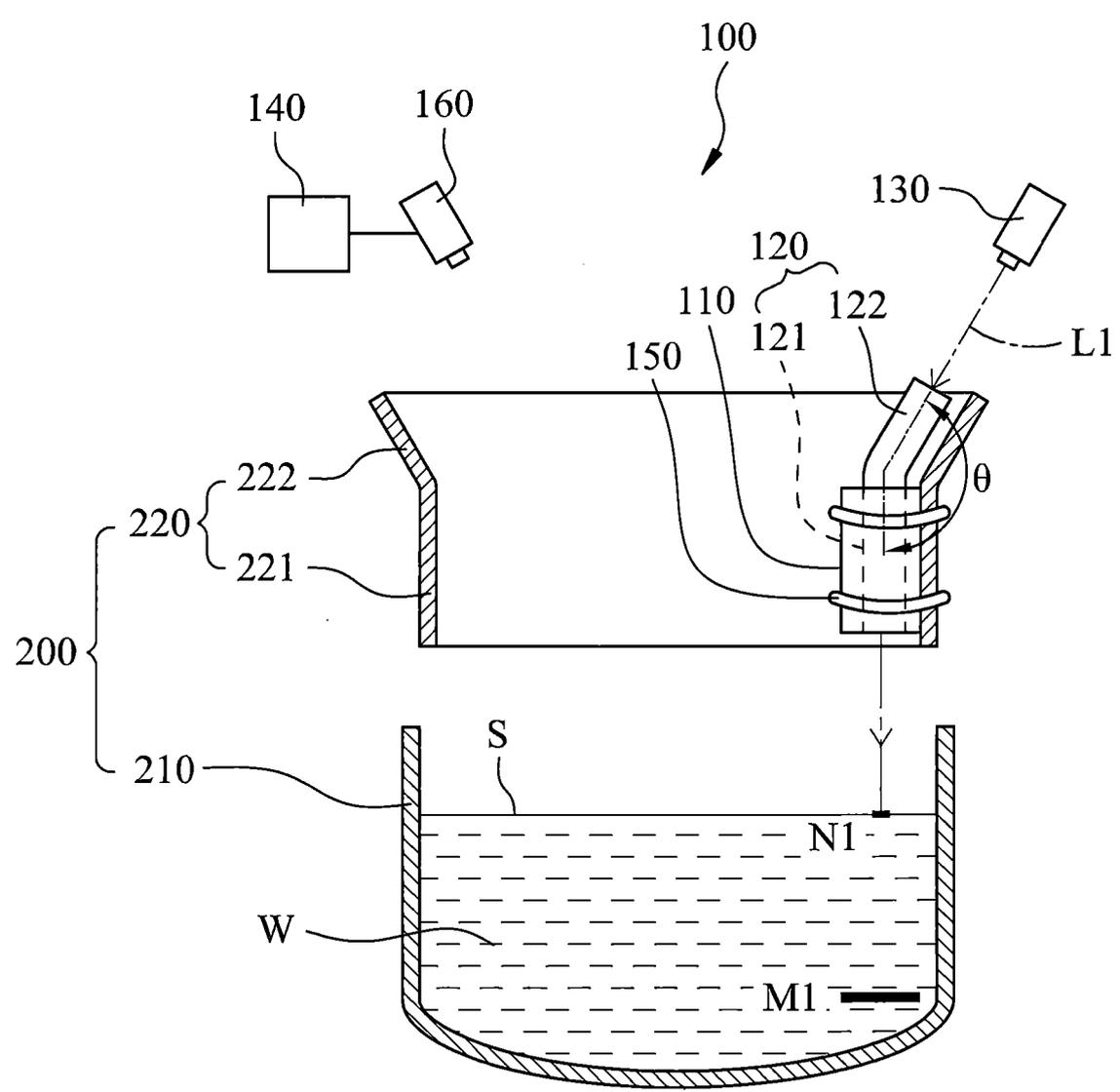
圖式



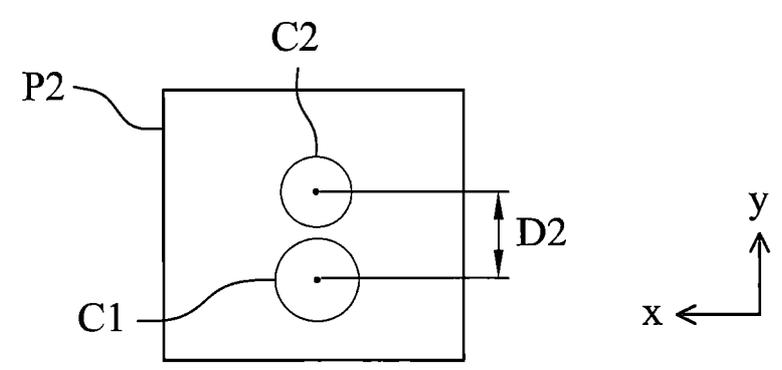
第 1A 圖



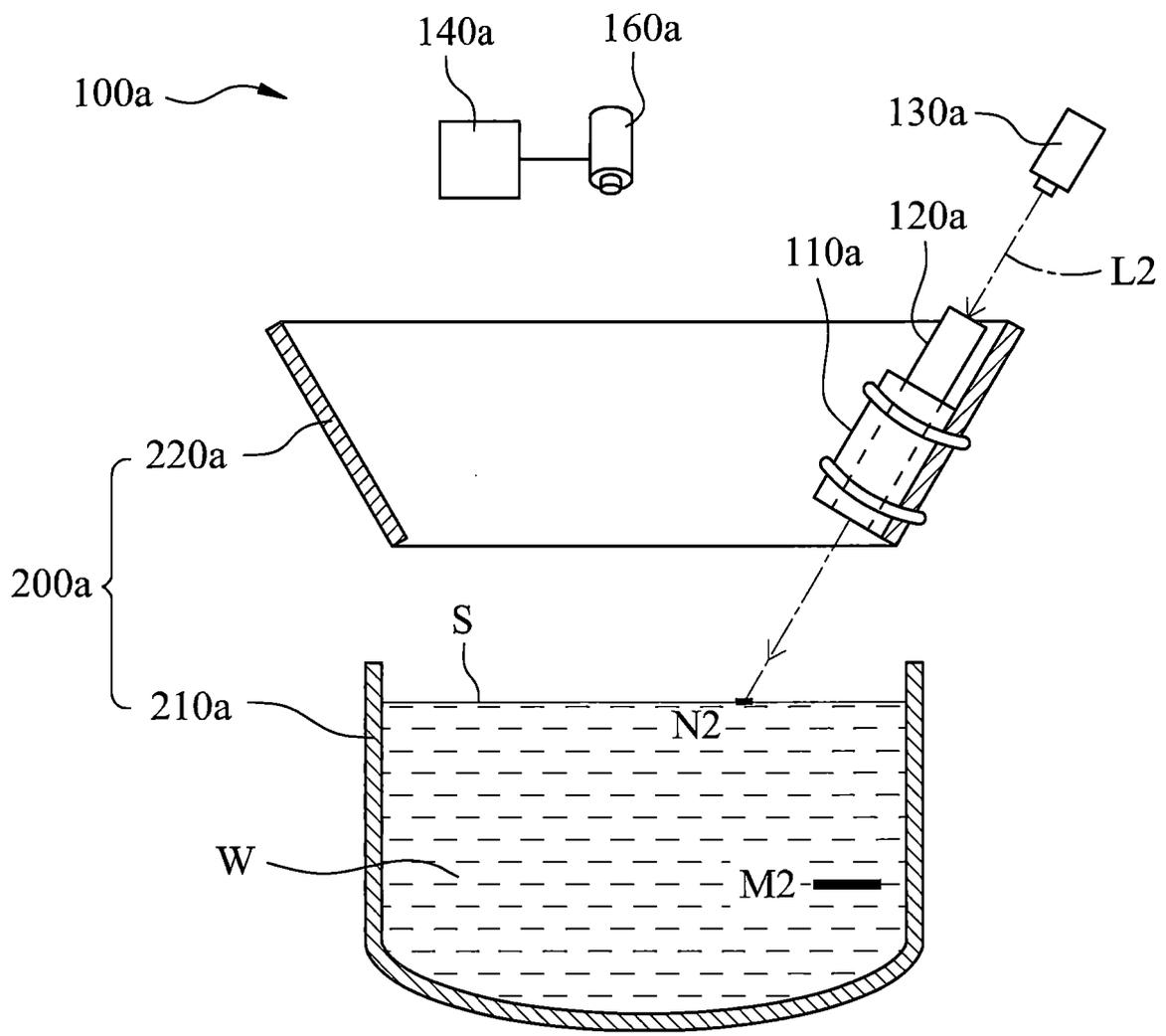
第 1B 圖



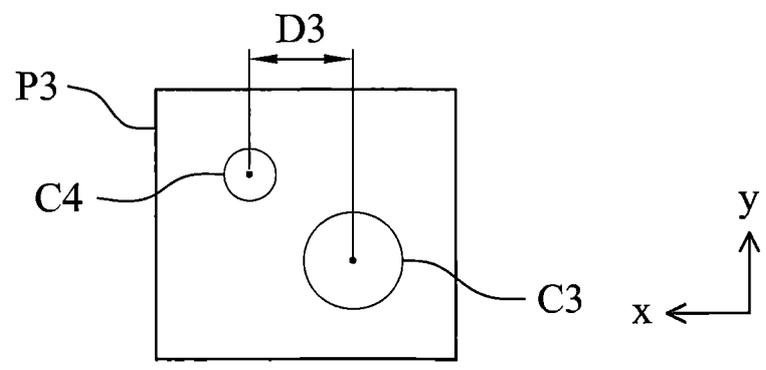
第 2A 圖



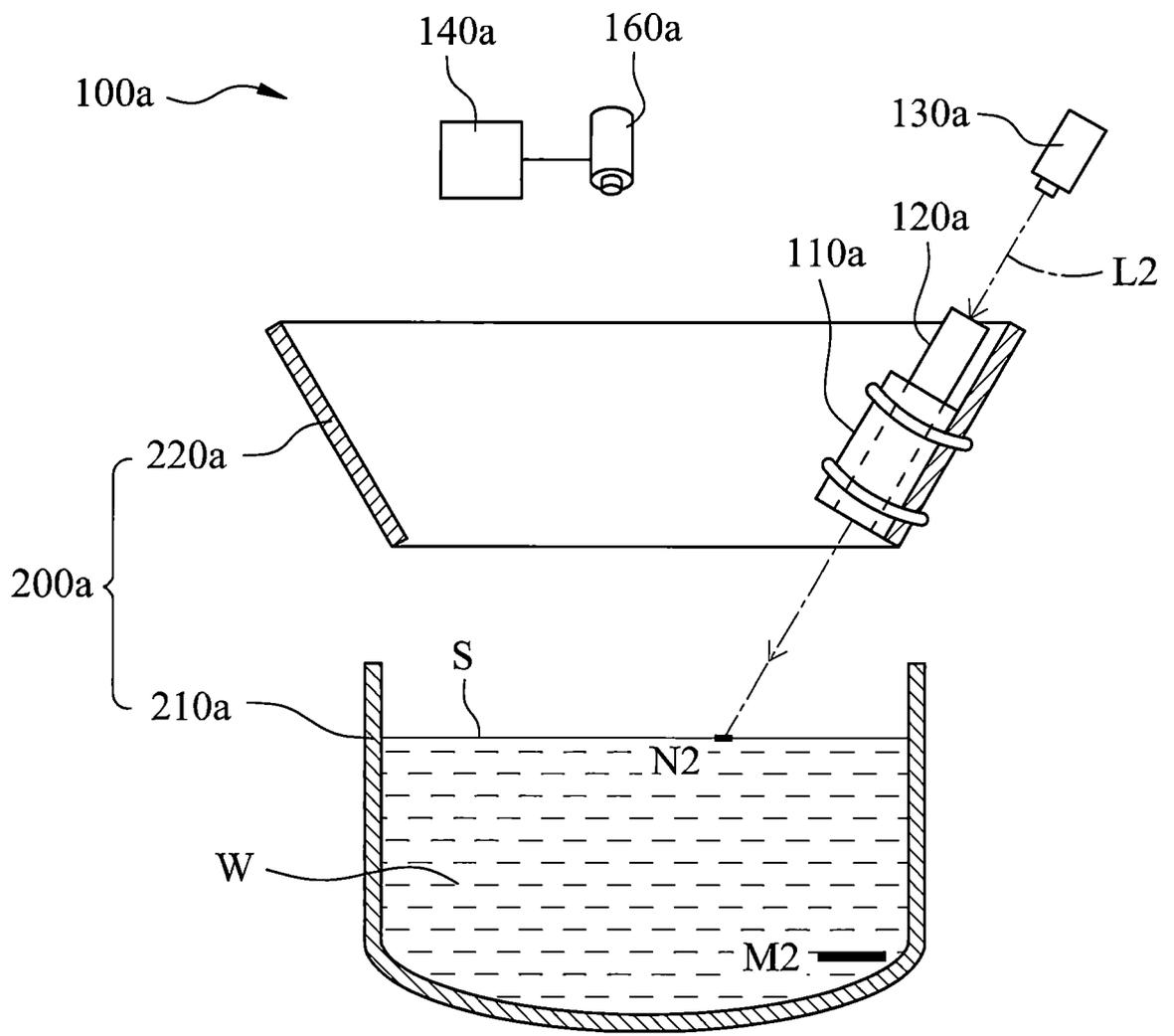
第 2B 圖



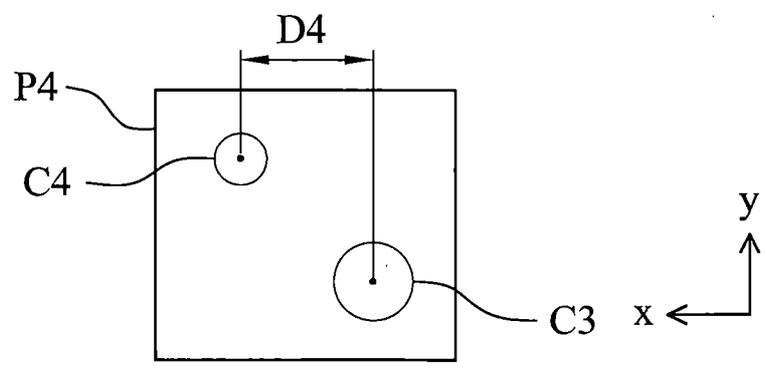
第 3A 圖



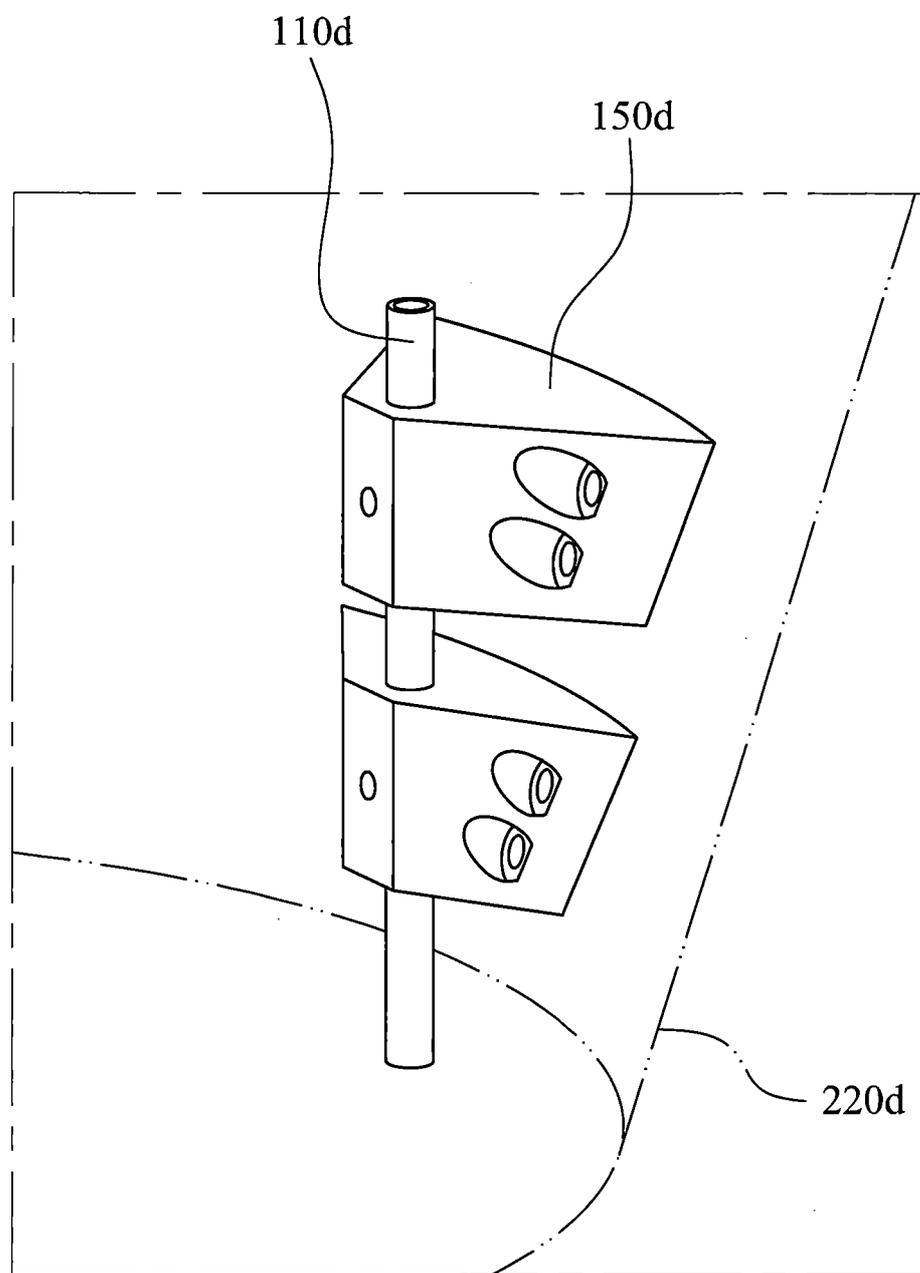
第 3B 圖



第 4A 圖

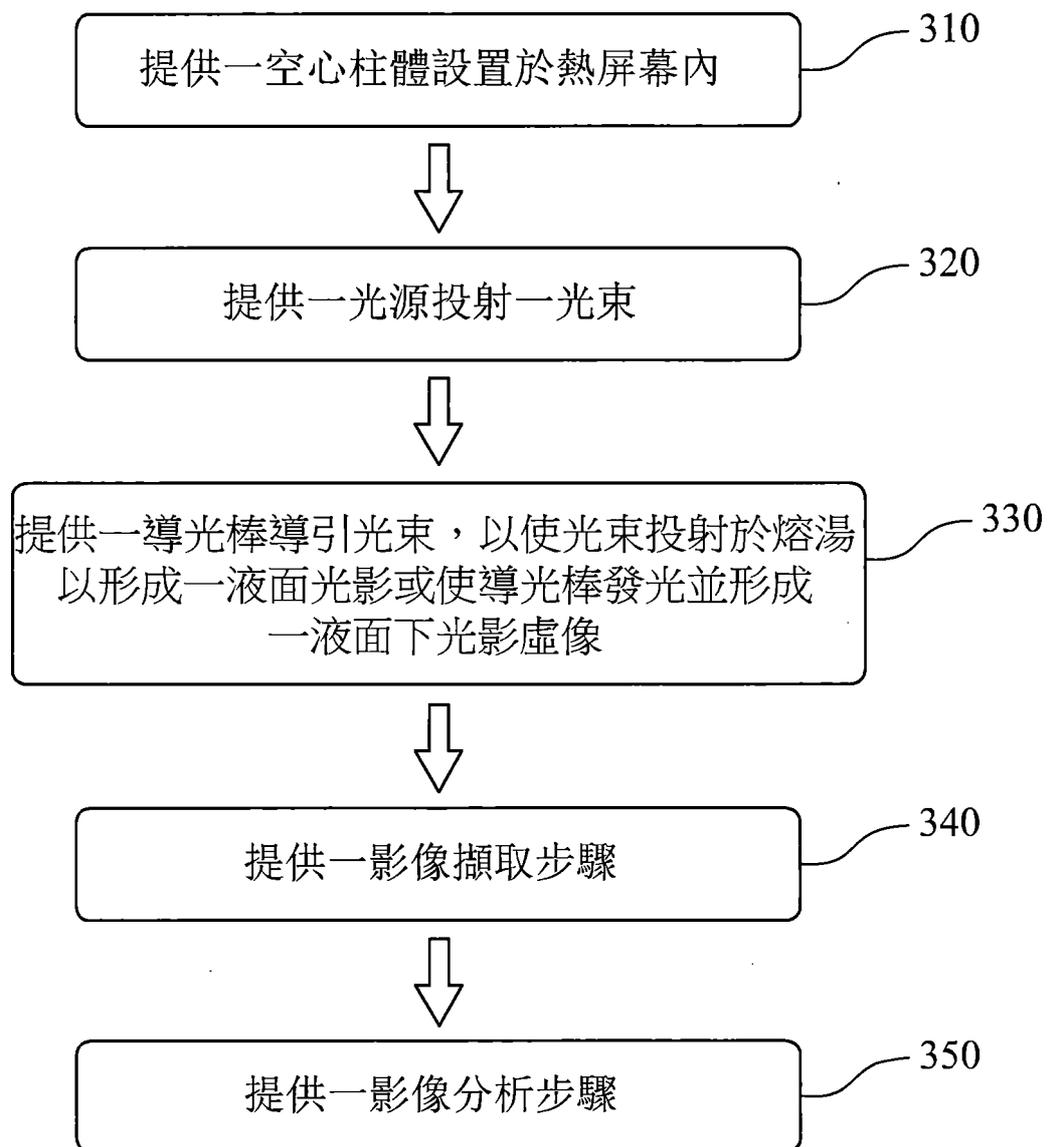


第 4B 圖



第 9 圖

300



第 10 圖

【0017】 藉此，透過空心柱體110及導光棒120形成液面下柱體虛像M1及液面光影N1，並藉由影像擷取單元160讓液面下柱體虛像M1及液面光影N1成像為待分析影像P1，最後再利用影像分析單元140分析待分析影像P1，即可以取得液面S的高度。後面將更詳細的描述液面高度檢測系統100及其高度量測原理。

【0018】 空心柱體110設置在熱遮罩220的一內表面且鄰近熱遮罩220的下緣，導光棒120容設於空心柱體110內。更詳細的說，長晶裝置200的熱遮罩220可以包含一直面段221及一外擴錐面段222，直面段221與外擴錐面段222相連接，而液面高度檢測系統100更包含一固定件150將空心柱體110固定於直面段221，並使空心柱體110的一端盡量與直面段221的邊緣齊平，在本實施例中，固定件150是一線體，較佳的線體是以鉬材製成。

【0019】 導光棒120包含一第一段 (first segment) 122 及一第二段 (second segment) 121，第一段122與第二段121夾一角度 $\theta$ ，第一段122供光束L1入射，第二段121導引光束L1出射，且第一段122與光束L1的一入射方向平行，且導光棒120可以是石英材質製成。也就是說，導光棒120為具有彎折之棒體，透過第一段122配合光束L1的入射位置，以讓光束L1更有效的被導引至液面S以形成清晰的液面光影N1。而當導光棒120容設於空心柱體110內時，第二段121是位於空心柱體110內，第一段122則是外露於空心

柱體110，此種彎折的設置，亦可以讓導光棒120直接容設於空心柱體110而不會有掉落之風險。

【0020】較佳的，空心柱體110的材質是鋁，當導光棒120容設於空心柱體110內時，空心柱體110的內壁可以反射光束L1，將從導光棒120逸漏的光再反射回導光棒120，因此有助於將光束L1導引至液面S。而光源130可以是一雷射光源，其強度較強且具有良好的指向性，而容易於液面S上形成清楚的液面光影N1。此外，鋁的熔點高，而可以適合於高溫環境中使用。

【0021】在本實施例中，由於熱遮罩220的側壁是由直面積221及外擴錐面積222組成，而空心柱體110設置在直面積221上，所以空心柱體110及導光棒120皆垂直於液面S，但在其他實施例中，空心柱體110及導光棒120亦可以不垂直於液面S，可配合熱遮罩220的形狀做傾斜的設置，但較佳的空心柱體110需設置在熱遮罩220的內表面且鄰近熱遮罩220的下緣處，如此空心柱體110才不被熱遮罩220所遮擋而能順利成像。導光棒120亦可以不容設於空心柱體110內，而是置於熱遮罩220內的其他地方，只要可以將光束L1導引至液面S成像即可。

【0022】影像擷取單元160可以設置在熱遮罩220的上方，如此可以順利的拍攝液面S，如第1B圖所示，其所拍攝到的待分析影像P1包含代表液面下柱體虛像M1之一第一圓C1及代表液面光影N1之一第二圓C2。

【0023】 影像分析單元140可包含一影像處理器，將待分析影像P1進行邊緣檢測，以找出第一圓C1及第二圓C2的邊界，並再透過擬合圓的方式找出第一圓C1及第二圓C2的圓心，以計算得到兩圓心之間的距離D1，如第1B圖所示，待分析影像P1具有一x軸方向及一y軸方向，而此距離D1是在y軸方向的距離，透過此距離可以對照預先建立之表格與資料，來得到液面S的實際高度。

【0024】 在此要特別說明的是，導光棒120導引光束L1使得導光棒120第二段121的出光端也可能同時在熔湯W形成液面下光影虛像(圖未示)，並被液面下柱體虛像M1所圍繞，但在本實施例中以液面下柱體虛像M1代表，但也可以以液面下光影虛像取代液面下柱體虛像M1作為待分析影像P1、P2的一部分。

【0025】 請參閱第2A圖及第2B圖，第2A圖繪示第1A圖之液面高度檢測系統100用以量測液面S高度的另一示意圖，第2B圖繪示第2A圖之影像擷取單元160所擷取到的待分析影像P2示意圖。如2A圖所示，液面S下降，影像擷取單元160拍攝到待分析影像P2，而此時待分析影像P2上第一圓C1及第二圓C2之圓心距離為D2。例如，熔湯液面S下降h的高度，液面光影N1會比原來的位置下降h的高度，液面下柱體虛像M1會比原來的位置下降2h的高度，所以液面光影N1與液面下柱體虛像M1之間的距離會再拉大h的長度，因此待分析影像P2中的距離D2會大於待分析影像P1中的距離D1。

檢測系統100a用以量測液面S高度的一示意圖，第3B圖繪示第3A圖之影像擷取單元160a所擷取到的待分析影像P3示意圖，第4A圖繪示第3A圖之液面高度檢測系統100a用以量測液面S高度的另一示意圖，第4B圖繪示第4A圖之影像擷取單元160a所擷取到的待分析影像P4示意圖。

**【0030】** 長晶裝置200a及坩堝210a和上述第1A圖中的長晶裝置200及坩堝210類似，但熱遮罩220a的結構與熱遮罩220不同，其僅具有外擴錐面段，而液面高度檢測系統100a也與上述第1A圖中的液面高度檢測系統100類似，包含一空心柱體110a、一光源130a、一導光棒120a、一影像擷取單元160a及一影像分析單元140a，但空心柱體110a是設置在外擴錐面段上，且導光棒120a未彎曲。在本實施例中，由於熱遮罩220a本身即是傾斜，使得空心柱體110a及導光棒120a亦為傾斜設置，故導光棒120a不需要使第一段與第二段之間具有夾角以配合光束L2的入射。

**【0031】** 空心柱體110a的端面投影於熔湯W形成液面下柱體虛像M2，導光棒120a導引光束L2使光束L2投射於熔湯W形成液面光影N2，而由於空心柱體110a及導光棒120a與液面S之間為傾斜關係，因此影像擷取單元160a所拍攝之待分析影像P3、P4中，第一圓C3與第二圓C4的圓心會有x軸方向上的距離及y軸方向上的距離。在此情況下，當液面S的高度改變時，例如第4A圖所示的液面S的高度下降時，第一圓C3與第二圓C4的圓心在x軸方向上的距離及y軸方向上的距離皆會改變，因此可以選擇其中一軸上的距離

變化來偵測液面S的高度。而於本實施中，是選擇x軸方向上的距離D3、D4來確認液面S的下降狀況。

【0032】 而為了更加確認液面S的高度，亦可以同時計算第一圓C3與第二圓C4的圓心在x軸方向上的距離及y軸方向上的距離，並以x軸方向上的距離估出液面S的一高度，再以y軸方向上的距離估出液面S的一高度，兩個高度相比較以得到更正確的液面S高度。

【0033】 如同前一個實施例所述，導光棒120a導引光束L2使得導光棒120a第二段的出光端也可能同時在熔湯W形成液面下光影虛像(圖未示)，並被液面下柱體虛像M2所圍繞，但在本實施例中以液面下柱體虛像M2代表，但也可以以液面下光影虛像取代液面下柱體虛像M2作為待分析影像P3、P4的一部分。

【0034】 請參閱第5A圖、第5B圖、第6A圖及第6B圖，其中第5A圖繪示依照本發明再一實施方式之一種液面高度檢測系統100b用以量測液面S高度的一示意圖，第5B圖繪示第5A圖之影像擷取單元160b所擷取到的待分析影像P5示意圖，第6A圖繪示第5A圖之液面高度檢測系統100b用以量測液面S高度的另一示意圖，第6B圖繪示第6A圖之影像擷取單元160b所擷取到的待分析影像P6示意圖。

【0035】 長晶裝置200b和上述第1A圖中的長晶裝置200類似，而液面高度檢測系統100b與上述第1A圖中的液面高度檢測系統100類似，但導光棒120b未彎曲，且第一段122b為球形結構且突出空心柱體110b。

【0036】 在本實施例中，導光棒120b導引光束使光束投射於熔湯W形成液面光影N3，因此影像擷取單元160b所拍攝之待分析影像P5、P6中僅會有代表液面光影N3之第二圓C5、C6，影像分析單元140b找出第二圓C5、C6的圓心位置，而可以對照既有建立之表格與資料（亦即，包含事先建置好的液面光影N3對應液面S的位置資料，作為對照表使用）取得量測當下所對應的液面S的實際高度，或透過第二圓C5、C6的圓心位置差異而計算出液面S的高度變化值。如第5A圖至第6B圖所示，例如當熔湯W液面S下降後，影像擷取單元160b所拍攝到的待分析影像P5、P6中，第二圓C5的圓心位置會從原本的位置往一側移動，例如是朝下方的方向移動而變為第二圓C6的圓心位置，第二圓C5、C6的圓心移動方向會依照影像擷取單元160b所在的位置而有所不同。

【0037】 在本實施例中，由於空心柱體110b包圍導光棒120b，使導光棒120b導引光束後，能形成面積較小之液面光影N3，進而避免其因為受液面S坡度（液面S靠近晶錠處因表面張力形成的坡度）影響而產生扭曲，更有助於液面S高度判斷的精準度提升。較佳的，導光棒120b的直徑可大於等於2公釐且小於等於8公釐，如此一來，待分析影像P5、P6的第二圓C5、C6可以為完整的小圓點，而有利於影像分析單元140b透過擬合圓方式找出第二圓C5、C6的圓心，減少影像變形造成的誤差。更佳的，可將影像擷取單元160b的設置條件符合入射角與反射角關係，而可以有助於提升第二

圓C5、C6的清晰度。在本實施例中，待分析影像P5、P6自動忽略可能出現的液面下光影虛像與液面下柱體虛像(未圖示)，也就是即使有液面下光影虛像與液面下柱體虛像，也被當作雜訊而過濾掉，僅針對液面光影N3予以分析處理。

**【0038】** 請參閱第7A圖、第7B圖、第8A圖及第8B圖，其中第7A圖繪示依照本發明更一實施方式之一種液面高度檢測系統100c用以量測液面S高度的一示意圖，第7B圖繪示第7A圖之影像擷取單元160c所擷取到的待分析影像P7示意圖，第8A圖繪示第7A圖之液面高度檢測系統100c用以量測液面S高度的另一示意圖，第8B圖繪示第8A圖之影像擷取單元160c所擷取到的待分析影像P8示意圖。

**【0039】** 長晶裝置200c和上述第5A圖中的長晶裝置200b類似，而液面高度檢測系統100c與上述第5A圖中的液面高度檢測系統100b類似，但導光棒120c的第一段122c未突出空心柱體110c或僅是些微的突出空心柱體110c。

**【0040】** 在本實施例中，導光棒120c導引光束使得導光棒120c第二段的出光端產生亮光並投影於熔湯W形成液面下光影虛像Q1，因此影像擷取單元160c所拍攝之待分析影像P7、P8中僅會有代表液面下光影虛像Q1之第三圓C7、C8，影像分析單元140c找出第三圓C7、C8的圓心位置，而可以對照建立之表格取得其所對應的液面S的實際高度，或透過第三圓C7、C8的圓心位置差異而計算出液面S的高度變化值。如第7A圖至第8B圖所示，例如當熔湯W液面S下降後，影像擷取單元160c所拍攝到的待分析影像

P7、P8中，第三圓C7的圓心位置會從原本的位置往一側移動，例如是朝下方的方向移動而變為第三圓C8的圓心位置，第三圓的圓心移動方向會依照影像擷取單元160c所在的位置而有所不同。在本實施例中，是透過液面下光影虛像Q1於待分析影像P7、P8中形成的第三圓C7、C8來判斷液面S高度，由於液面下光影虛像Q1是由平面鏡成像原理形成，因此只要使用具有一般雷射功率的雷射光源即可，且不需要將影像擷取單元160c放於特定位置，有助於增加運用靈活性。在本實施例中，待分析影像P7、P8自動忽略可能出現的液面光影與液面下柱體虛像(未圖示)，也就是即使有液面光影與液面下柱體虛像，也被當作雜訊而過濾掉，僅針對液面下光影虛像Q1予以分析處理。

【0041】請參閱第9圖，第9圖繪示依照本發明再一實施方式之一種液面高度檢測系統的一固定件150d及一空心柱體110d設置於熱遮罩220d的示意圖。固定件150d可為角型塊體結構，固定件150d的一側面形狀對應熱遮罩220d的內壁而可以抵靠熱遮罩220d，固定件150d還可以包含孔洞供螺件穿設，以與熱遮罩220d鎖固；另外，固定件150d還包含設置孔供空心柱體110d設置。在其他實施例中，空心柱體110d是未突出於固定件150d的設置孔，且導光棒亦未突出於設置孔，不以上述揭露為限。

【0042】請參閱第10圖，並請一併參閱第5A圖、第5B圖、第6A圖、第6B圖、第7A圖、第7B圖、第8A圖及第8B圖。其中第10圖繪示依照本發明另一實施方式之一種液面

高度檢測方法300的一步驟流程圖。液面高度檢測方法300包含步驟310、步驟320、步驟330、步驟340及步驟350。

【0043】 步驟310中，提供一空心柱體110b、110c設置於熱遮罩內。

【0044】 步驟310中，提供一光源投射一光束。較佳的，光源是雷射光源。

【0045】 步驟330中，提供一導光棒120b、120c導引光束，以使光束投射於熔湯W以形成液面光影N3或使導光棒120c發光並形成一液面下光影虛像Q1。導光棒120b、120c可設置在空心柱體110b、110c內，其第一段122b可以突出於空心柱體110b或第一段122c可以未突出於空心柱體110c。

【0046】 步驟340中，提供一影像擷取作業，利用一影像擷取單元160拍攝液面S以取得待分析影像P5、P6、P7、P8。待分析影像P5、P6、P7、P8中可包含代表液面光影N3的第二圓C5、C6或代表液面下光影虛像Q1的第三圓C7、C8。

【0047】 步驟350中，提供一影像分析作業，利用一影像分析單元140b、140c分析待分析影像P5、P6、P7、P8以得到高度。其中影像分析單元140b可找出第二圓C5、C6之圓心以計算高度，或影像分析單元140c可找出第三圓C7、C8之圓心以計算高度。

【0048】 於步驟310中，更可以如第1A圖、第1B圖、第2A圖及第2B所示，使空心柱體110的一端面投影於熔湯W

【0052】 一、導光棒設置在空心柱體中，可使導光棒於液面上形成之液面光影因為導光棒身部受空心柱體遮擋因素而只露出一圓點，進而有利於影像擷取單元的成像及影像分析單元的判斷。此外，也不需如習知技術一樣在熱遮罩上挖洞(例如在熱遮罩的側壁或向內延伸出的底板上挖洞)，進而可降低對熱遮罩的製造與壽命以及熱場的影響。

【0053】 二、當空心柱體是由鉬或者其他金屬或反光材質製成時，可將光束鎖在裡面，可使導光棒形成之液面光點更亮。

【0054】 三、當是採用導光棒在液面下光影虛像所形成的影像來進行液面高度的計算時，使用一般功率或低功率的雷射光源即可產生液面下光影虛像，且影像擷取單元可設置於任何可以拍攝到液面的位置，具有運用靈活的優點。

【0055】 四、空心柱體及導光棒可以垂直設置，也可斜向設置，即使斜向設置會使整個空心柱體產生更大的倒影，但相較於整根導光棒而言倒影相對不明顯，因此不影響待分析影像的判讀。

【0056】 五、固定件可用來固定空心柱體，當固定件遮住自空心柱體上端露出來的導光棒時，可以避免導光棒露出來的部份也在液面成像而干擾影像的偵測。

【0057】 六、當導光棒的直徑大於等於2公釐且小於等於8公釐，可避免成形於待分析影像上的第一圓變形，有助於圓心的判斷。

【0058】 雖然本發明已以實施方式揭露如上，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。

## 【符號說明】

### 【0059】

100 液面高度檢測系統	221 直面段
100a 液面高度檢測系統	222 外擴錐面段
100b 液面高度檢測系統	300 液面高度檢測方法
100c 液面高度檢測系統	310、320、330 步驟
110、110a 空心柱體	340、350 步驟
110b、110c 空心柱體	L1、L2 光束
110d 空心柱體	M1、M2 液面下柱體虛像
120、120a 導光棒	N1、N2、N3 液面光影
120b、120c 導光棒	C1、C3 第一圓
121 第二段	C2、C4、C5、C6 第二圓
122、122b、122c 第一段	C7、C8 第三圓
130、130a 光源	D1、D2、D3、D4 距離
140、140a 影像分析單元	P1、P2、P3、P4 待分析影像
140b、140c 影像分析單元	P5、P6、P7、P8 待分析影像
150、150d 固定件	Q1 液面下光影虛像
160、160a 影像擷取單元	S 液面
160b、160c 影像擷取單元	W 熔湯

200、200a	長晶裝置	x 軸
210	坩堝	y 軸
220、220a、220d	熱遮罩	$\theta$ 角度
200b、200c	長晶裝置	

I645166

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】液面高度檢測系統及液面高度檢測方法

【英文發明名稱】SYSTEM FOR MEASURING A SURFACE

HEIGHT OF A LIQUID AND METHOD FOR MEASURING A  
SURFACE HEIGHT OF A LIQUID

## 【中文】

本發明提供一種液面高度檢測系統，用於量測長晶裝置中熔湯之液面的高度，長晶裝置包含熱遮罩及坩堝，熔湯容置於坩堝且熱遮罩位於坩堝上方，液面高度檢測系統包含空心柱體、光源、導光棒、影像擷取單元及影像分析單元，空心柱體用以設置於熱遮罩內，光源用以投射出光束，導光棒用以導引光束以使光束投射於熔湯以形成液面光影或液面下光影虛像，影像擷取單元用以拍攝液面取得一待分析影像，影像分析單元訊號連接影像擷取單元且用以分析待分析影像以得到高度。藉此液面高度可被計算及監控。

## 【英文】

The present disclosure provides a system for measuring a surface height of a liquid, which is used for measuring a height of a surface of a melt of a crystal growing system. The crystal growing system includes a heat reflector and a crucible. The melt is received inside the crucible and the heat reflector is

disposed on a top of the crucible. The system includes a hollow body, a light source, a light guide, an image-capturing unit and an image-processing unit. The hollow body is disposed inside the heat reflector. The light source is for emitting a light beam. The light guide is for guiding the light beam to form a surface spot or an under-surface light virtual-image. The image-capturing unit is for shooting the surface to get an analyzed picture. The image-processing unit is signally connected to the image-capturing unit and is for analyzing the analyzed picture to get the height. Therefore, the height of the surface can be calculated and monitored.

【指定代表圖】 第6A圖

【代表圖之符號簡單說明】

100b	液面高度檢測系統	160b	影像擷取單元
110b	空心柱體	N3	液面光影
120b	導光棒	S	液面
122b	第一段	W	熔湯
140b	影像分析單元	200b	長晶裝置

## 【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種液面高度檢測系統，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面的一高度，該長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，該熔湯容置於該坩堝，且該熱遮罩位於該坩堝上方，該液面高度檢測系統包含：

一空心柱體，設置於該熱遮罩內；

一光源，用以投射出一光束；

一導光棒，設置於該空心柱體內且用以導引該光束，以使該光束投射於該熔湯以形成一液面光影、一液面下光影虛像或一液面下柱體虛像；

一影像擷取單元，用以拍攝該液面光影、該液面下光影虛像及該液面下柱體虛像的至少其中之一以取得一待分析影像；以及

一影像分析單元，訊號連接該影像擷取單元且用以分析該待分析影像以得到該高度。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，其中該空心柱體及該導光棒傾斜於該液面。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，其中該空心柱體及該導光棒垂直於該液面。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，其中該導光棒包含一第一段及一第二段，該第一段供該光束入射，該第二段導引該光束出射，且該第一段

突出該空心柱體。

【第 5 項】如申請專利範圍第 4 項所述之液面高度檢測系統，其中該導光棒的該第一段為球形結構且突出該空心柱體。

【第 6 項】如申請專利範圍第 4 項所述之液面高度檢測系統，其中該第一段與該第二段夾一角度，且該第一段與該光束的一入射方向平行。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，其中該導光棒的直徑大於等於 2 公釐且小於等於 8 公釐。

【第 8 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，更包含一固定件，固定該空心柱體於該熱遮罩上。

【第 9 項】如申請專利範圍第 1 項所述之液面高度檢測系統，其中該空心柱體的材質是鉬、鎢、鉭、鈮、鈳、鉻、鈦、鋳的其中之一或是上述材質的合金。

【第 10 項】一種液面高度檢測方法，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面之一高度，該長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，該熔湯容置於該坩堝，且該熱遮罩位於該坩堝上方，該液面高度檢測方法包含：

提供一空心柱體設置於該熱遮罩內；

提供一光源投射一光束；

提供一導光棒導引該光束，以使該光束投射於該熔湯以形成一液面光影，或使該導光棒發光並形成一液面下光影虛像與一液面下柱體虛像的至少其中之一；

提供一影像擷取作業，利用一影像擷取單元拍攝該液面光影、該液面下光影虛像及該液面下柱體虛像的至少其中之一以取得一待分析影像；以及

提供一影像分析作業，利用一影像分析單元分析該待分析影像以得到該高度。

**【第 11 項】**如申請專利範圍第 10 項所述之液面高度檢測方法，其中該待分析影像上包含代表該液面下柱體虛像之一第一圓及代表該液面光影之一第二圓，而於該影像分析作業中，該影像分析單元找出該第一圓之圓心及該第二圓之圓心以計算該高度。

**【第 12 項】**如申請專利範圍第 10 項所述之液面高度檢測方法，其中該待分析影像具有一 x 軸方向及一 y 軸方向，該影像分析單元根據該第一圓之圓心與該第二圓之圓心沿該 x 軸方向與該 y 軸方向的至少其中之一的距離來計算該高度。

**【第 13 項】**一種液面高度檢測系統，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面的一高度，該長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，該熔湯容置於該坩堝，且該熱遮罩位於該坩堝上方，該液面高度檢測系統包含：

一空心柱體，設置於該熱遮罩內，該空心柱體的材質是鉬、鎢、鈿、鈳、釩、鉻、鈦、鋳的其中之一或是上述材質的合金；

一光源，用以投射出一光束；

一導光棒，設置於該空心柱體內且用以導引該光束，以使該光束投射於該熔湯以形成一液面光影、一液面下光影虛像或一液面下柱體虛像；

一影像擷取單元，用以拍攝該液面光影、該液面下光影虛像及該液面下柱體虛像的至少其中之一以取得一待分析影像；

一影像分析單元，訊號連接該影像擷取單元且用以分析該待分析影像以得到該高度；以及

一固定件，固定該空心柱體於該熱遮罩上，且該固定件的一側面形狀對應該熱遮罩的內壁。

**【第 14 項】**一種液面高度檢測系統，用於量測一長晶裝置中一熔湯之一液面的一高度，該長晶裝置包含一熱遮罩及一坩堝，該熔湯容置於該坩堝，且該熱遮罩位於該坩堝上方，該液面高度檢測系統包含：

一空心柱體，設置於該熱遮罩內；

一光源，用以投射出一光束；

一導光棒，設置於該空心柱體內且用以導引該光束，以使該光束投射於該熔湯以形成一液面光影、一液面下光影虛像或一液面下柱體虛像；

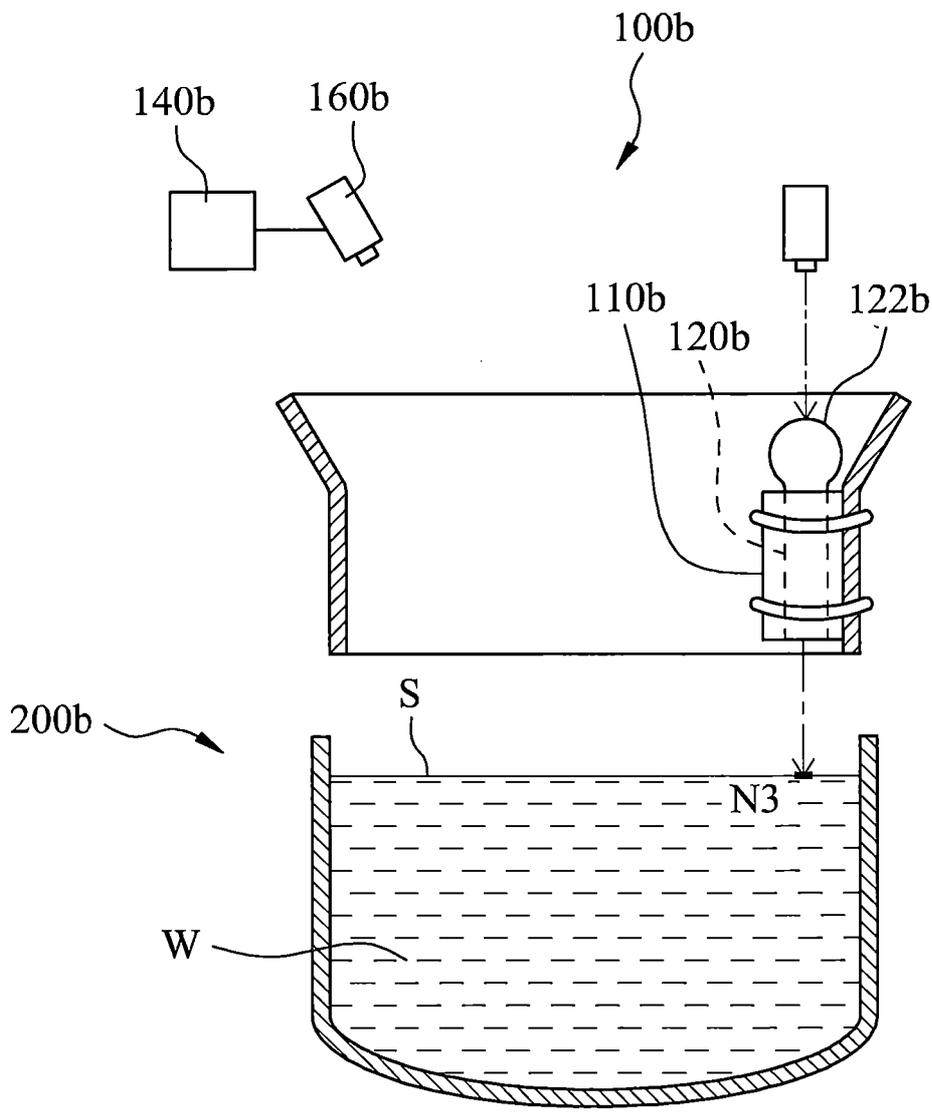
一影像擷取單元，用以拍攝該液面光影、該液面下光影虛像及該液面下柱體虛像的至少其中之一以取得一待分

析影像；以及

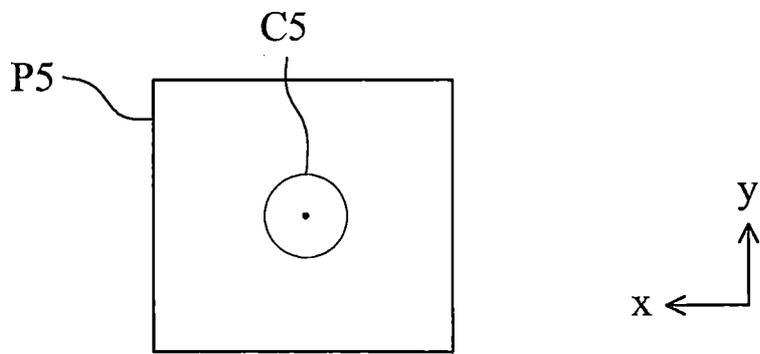
一影像分析單元，訊號連接該影像擷取單元且用以分析該待分析影像以得到該高度；

其中該導光棒包含一第一段及一第二段，該第一段供該光束入射，該第二段導引該光束出射，且該第一段為球形結構且突出該空心柱體。

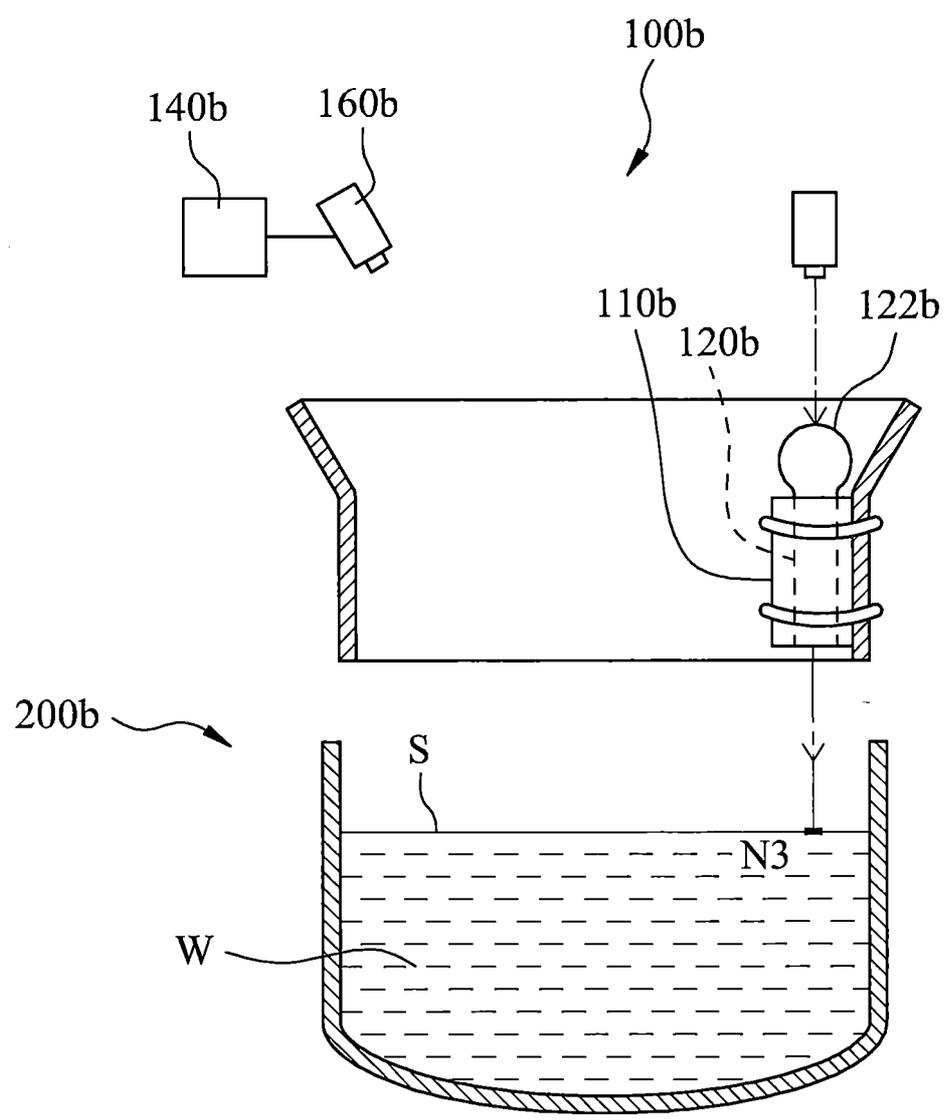
【第 15 項】如申請專利範圍第 14 項所述之液面高度檢測系統，更包含一固定件，固定該空心柱體於該熱遮罩上，且該固定件的一側面形狀對應該熱遮罩的內壁。



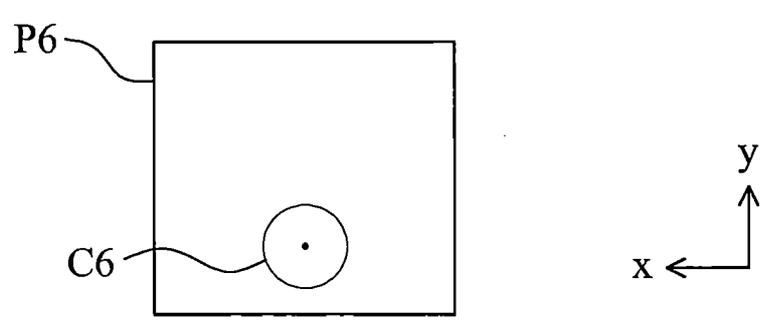
第 5A 圖



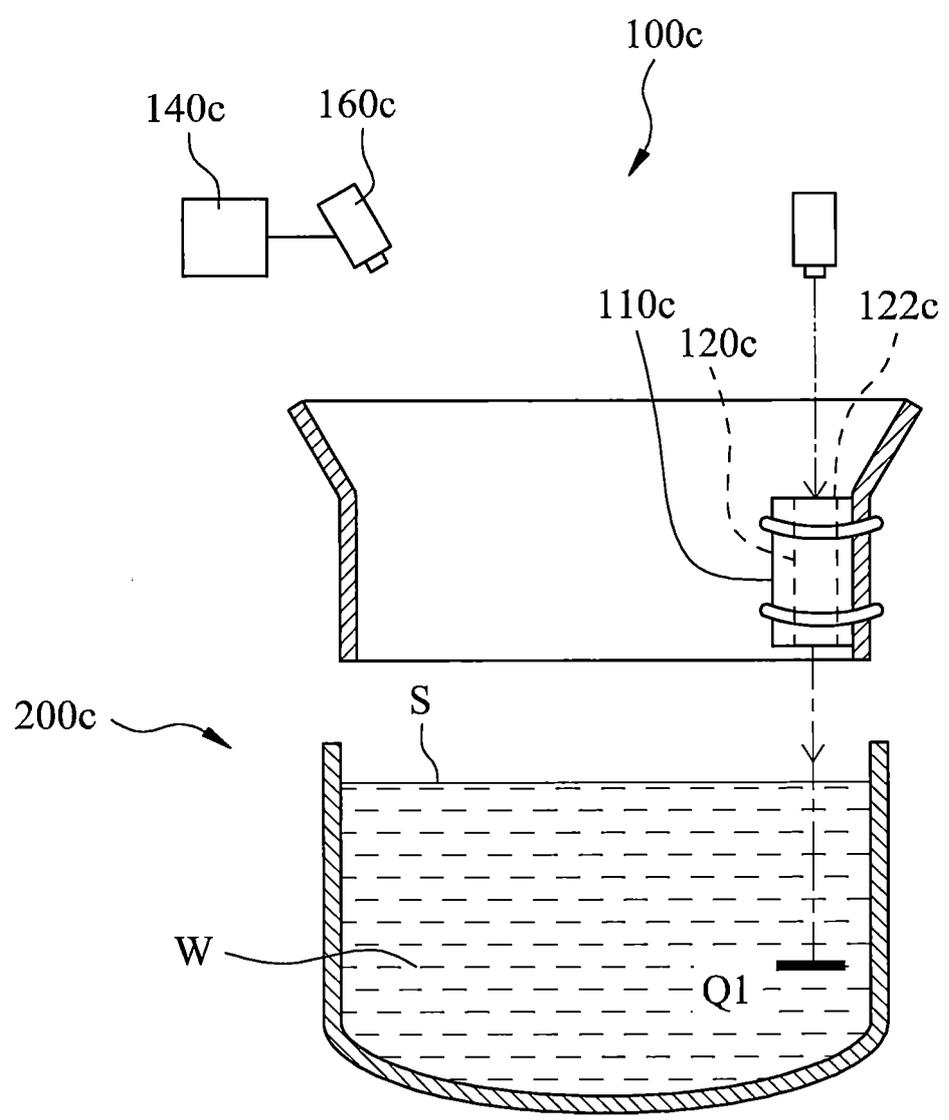
第 5B 圖



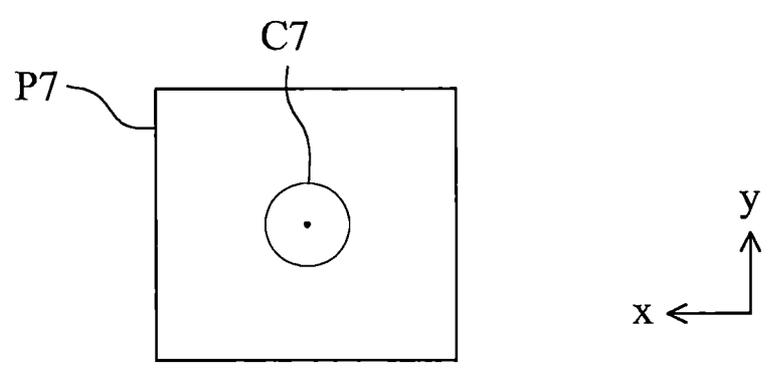
第 6A 圖



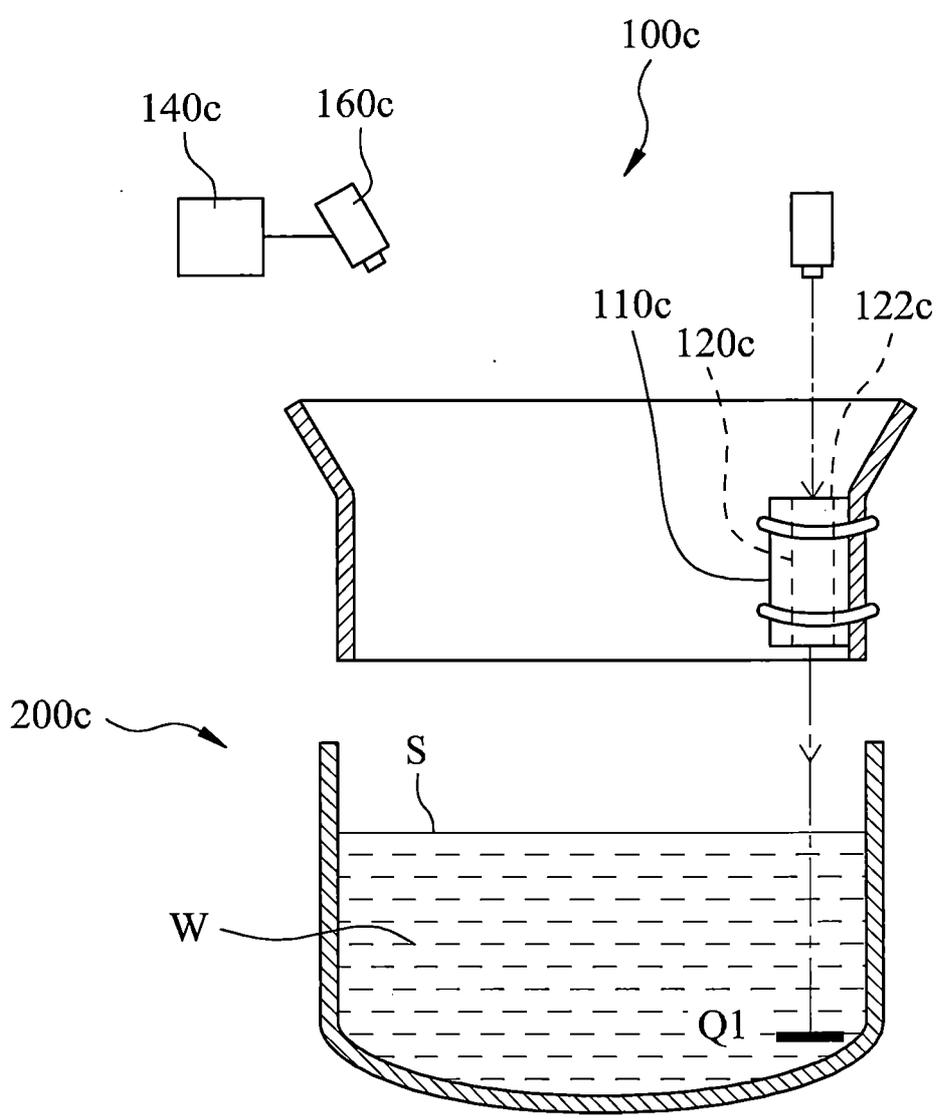
第 6B 圖



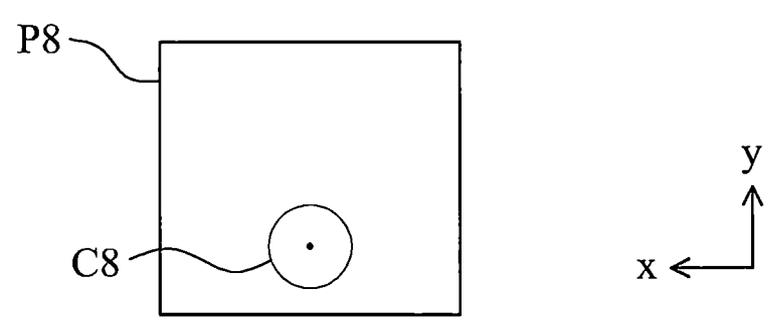
第 7A 圖



第 7B 圖



第 8A 圖



第 8B 圖

disposed on a top of the crucible. The system includes a hollow body, a light source, a light guide, an image-capturing unit and an image-processing unit. The hollow body is disposed inside the heat reflector. The light source is for emitting a light beam. The light guide is for guiding the light beam to form a surface spot or an under-surface light virtual-image. The image-capturing unit is for shooting the surface to get an analyzed picture. The image-processing unit is signally connected to the image-capturing unit and is for analyzing the analyzed picture to get the height. Therefore, the height of the surface can be calculated and monitored.

【指定代表圖】 第6A圖

【代表圖之符號簡單說明】

100b	液面高度檢測系統	160b	影像擷取單元
110b	空心柱體	N3	液面光影
120b	導光棒	S	液面
122b	第一段	W	熔湯
140b	影像分析單元	200b	長晶裝置