

# 公告本

修正 90.5.30  
補充

申請日期	87.8.28
案號	87114275
類別	C30B 15/26

A4  
C4

460637

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、發明 名稱	中文	用於決定晶體直徑的裝置及方法
	英文	APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING DIAMETERS OF A CRYSTAL
二、發明 創作人	姓名	1. 布克哈德艾特克魯格 (ALTEKRÜGER, Burkhard) 2. 喬秦歐富瑞特 (AUFREITER, Joachim) 3. 戴特布魯斯 (BRÜSS, Dieter) 4. 克勞斯柯寇斯基 (KALKOWSKI, Klaus)
	國籍	1. 德國 2.- 4. 皆屬德國
三、申請人	住、居所	1. 德國阿贊瑙 D-63755 賀倫達路 5 號 2. 德國阿贊瑙 D-63755 葛德貝格街 4 號 3. 德國布魯高貝 D-63486 金梓黑瑪路 9 號 4. 德國古恩道 D-63584 契勒街 10b 號
	姓名 (名稱)	藍伯德系統股份有限公司 (Leybold Systems GmbH)
三、申請人	國籍	德國
	住、居所 (事務所)	德國漢奧 D-63450 威爾西姆羅恩街 25 號
三、申請人	代表人 姓名	克勞斯威爾勒戴克 Dr. Klaus Wellerdieck

裝訂線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

460637

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利, 申請日期: 案號: , 有 無主張優先權  
 德

1997年9月3日 19738438.2(主張優先權)

1998年4月21日 19817709.7(主張優先權)

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明(一)

### 發明領域

本發明是有關於如申請專利範圍第1、18、22項之規格的裝置及方法。

這樣的裝置是例如在依Czochralski法拉單晶時用來量測晶體直徑的裝置。

### 相關技術說明

於晶體成長領域中已知有幾種不同的方法，例如由氣相、溶液、或是液化材料成長出的晶體。由液化材料長晶的各種方法，已經因為它們高度發展的處理技術及它們的生產品質而在成長方法中獲致傑出的地位。

由液化材料長晶的最著名方法是Kyropoulus法、Bridgman法、及Czochralski法。使用Kyropoulus法時是將冷卻的晶種浸漬於液化材料中，使用Bridgman法時是將坩堝垂直地降入溫度梯度之內，而使用Czochralski法時則是從液化材料中將晶體拉出。

使用Czochralski法時是於坩堝內熔化原始材料，Kyropoulus法的情形也是如此。晶種是浸在液化材料中而被液化材料弄濕且因而熔合。然後在降溫時自液化材料中將晶種連續地向上拉出。藉此，晶體及坩堝會作逆流旋轉。拉的速度及液化材料的溫度是控制成使晶體在發展出肩部之後會以固定的直徑成長。成長中晶體的指向會對應到晶種(參閱由Bonora發表於Microelectronic Manufacturing and Testing, September 1980, pp.44-46中標題為「Czochralski法成長的單晶矽 - 頂極技術

## 五、發明說明( &gt; )

的概論(Czochralski Growth of single Crystal silicon --A State-of-Art Overview)」的論文)。

現今製程中所拉出單晶的目標直徑是配合半導體技術中所處理的切片尺寸 - 即使在電子結構元件的先進微型化中也會因為經濟因素而愈取愈大的一個尺寸，因此目前是大多落在 150-200mm 的範圍內。不過，已有計劃使用直徑在 300-400mm 的切片。給定這些尺度之後，晶體結構及純度特別是沿圓柱狀晶體直徑的規則性會在無暇疵單晶中扮演著重要的角色。晶體壁愈平滑則吾人可以期望愈小的製程消費及材料耗損。因為這個理由，於目標方法中控制直徑是經濟上的重要標準。

實際上，當吾人試圖於成長過程的所有階段中準確地定並控制晶體的實際直徑時會遇到相當的困難。

為了克服這些困難已提出了屬機械、電氣、及光學上的解的方案。

在機械式解決方案的情形中是監控晶體的重量而由這個重量推論出其直徑(參閱英國專利 GB-PS 1 457 275 號文件)。如是而產生的信號會在拉出時對應到晶體的有效惰性質量。於每一情況中將這個信號拿來與計算出的期望值作比較。若兩個數值相互偏移，則改變拉提速率以便經由控制系統的介入而使晶體的確切直徑與目標直徑吻合。這種方法的缺點是會因為長晶速率很慢的結果而受到各種不確定的干擾。

於這種解的方案的改良中所提出的方法是於形成晶體

## 五、發明說明( )

期間使其熱延遲效應獲致補償(參閱專利第 DE-OS 25 13 924 號文件)。

自液化材料拉出之晶體其直徑量測問題的另一種是已知解的方案以機械原理為基礎，是利用因晶體與液化材料之間的相對旋轉而發生的扭轉動量當作決定晶體直徑的量測(參閱專利第 DE-OS 36 40 868 號文件)。

在電氣方法之助下量測晶體直徑也是已知的(參閱專利第 DD-PS 145 407 號文件)。這種連接方式中，是於直流或交流電壓流經晶體或是流經由可加熱坩堝、液化材料、晶體、及拉引物體所構成的系統時量測得成長中晶體的電阻。為了量測晶體的電阻，有一個不會與液化材料產生反應或不致影響因為其材料規格及其結構特性而出現在液化材料與晶體間邊界表面之熱學條件的擺動接觸面積是位於液化材料的表面。

在另一種自坩堝內所含液化材料中拉出具有均勻直徑之單晶棒的已知方法情形中，使用的是光學媒介以量測晶體直徑(參閱專利第 DE-PS 16 18 969 號文件)。這麼做，晶棒直徑的改變係藉著控制由機械式輔助元件以及一個或數個可將放射線送到液化材料之上的放射偵測器構成的控制系統而繼續不斷地平衡掉。發射式偵測器是依令它們補獲由直接靠近成長中晶體之液化材料的小面積所產生而落在近紅外線及可見光波譜區域之放射線能量的方式而加以調整，且其光學路徑與晶軸會形成銳角。

也知道有一種光學方法係用於量測透過區熔程序而產

### 五、發明說明(4)

生之半導體(晶)棒的直徑；以這種方法是用電視相機於區熔面積內拍攝此棒，相機信號是藉由與可變臨界值比較而轉換成二進位的視訊信號，而此棒直徑是在確定了已發生亮度跳升而表彰了固-液邊界且發生於光軸方向的位置上進行量測(參閱 Journal of Crystal Growth, 13/14(1972), pp.619-23)。

這種方法的改良型式中可以更準確的決定出液化材料及自其中長出的半導體晶體之間發生相位轉換的位置，是藉由拍攝更多具有不同臨界值的照片並藉由檢測以不同臨界值得到的視訊信號，看看是否存在具有預先標定最小寬度而延伸覆蓋住晶棒截面且比鄰近的脫離面積還暗的區域(參閱專利第 DE-OS 33 25 003 號文件)。

不過，藉由使用光學方法而明確地決定出晶體直徑的方法會在成長程序期間受到各種干擾以致造成錯誤的結果而不可能準確實現此方法。因此，成長程序的品質及結果會受到強烈的破壞。包含於諸多事項中被當成干擾因素的有在待測物體-亦即晶體、液化材料或是晶體附近的發光凸環-上具有很強烈的可變亮度及對比之比，以及在液化材料上的干涉性反射或因機械式干涉所造成待測物體的不穩定性。

此外，於某些程度上經過校正之晶體的幾何型式可以顯著地偏離具有圓形截面之圓柱體的理想型式。藉著改變晶體直徑，可以大幅地限制晶體在整個直徑及屬於此直徑之發光凸環的可見度。另外，用以將溫度分佈最佳

### 五、發明說明(5)

化的元件及裝置會限制晶體的可見度並進而破壞了其能見度。

即使具有目前150-200mm的正常晶體直徑，這些發生於對晶體直徑之偵測及控制的問題也會導致成長過程上的顯著缺點。為了進一步產生直徑300-400mm的晶體，會持續增強在晶體直徑之可靠控制的問題。

同時也知道一種用以控制矽晶成長的光學系統或方法，其中上述問題已獲得解決且在電視相機的輔助下量測其中的矽晶體直徑，因此液化材料的表面出現了凸面且可以在接近矽晶體處看見此凸面呈明亮面積(參閱歐洲專利第EP 0 745 830 A2號文件)。此系統中，首先以相機拍攝接近矽晶體明亮面積之一部分的測試圖案。之後偵測出此測試圖案的特徵。測試圖案的有效特徵是例如強度的梯度。這個程序之後，是將明亮面積的邊緣定義成所偵測特徵的函數。然後定義出包含已定義明亮面積邊緣的輪廓，而最後的定出已定義輪廓的直徑，因此將矽晶體直徑決定成已定義輪廓之尋求直徑的函數。

這種系統的缺點是在某些應用上的準確度還不夠高且特別是未將外部干涉充分地列入考量。

此外，可以由專利第DE 195 48 845 A1號文件得知用以依Czochralski拉單晶的裝置及方法，其中係藉由評估控制單位而的定晶體直徑。在此方面提供有兩個相機而這兩個相機的圖像軸形成一個90度角。有了這些相機，可以在一個相同物體 - 亦即凸環 - 不同的點上進行偵測

## 五、發明說明 ( b )

。這些相機的焦距及各影像的夾角是全同的，其結果是無法在保證至少完全填滿一個座標下於圖像平面上拍攝一個物體具有不同尺寸的面積區域。

最後，存在傳送 - 角度的辨識系統，其中可以使用兩個相機而它們的像片軸會在晶體垂直面上形成一個夾角（參閱美國專利第 US-PS 4 943 160 號文件中的第 4 圖）。吾人是以傳送 - 角度一詞去理解一個角度是與晶體垂直軸形成上凸表面且具有一個與這個垂直的晶體軸平行的軸。晶體的其他面積則不是由相機拍攝得的。這些相機也沒有焦距或者是將其影像角調節成不同晶體部位的直徑。

### 發明總述

本發明是利用光學偵測系統而以高精確度決定出晶體直徑之技術問題為基礎。

這個問題是依申請專利範圍第 1、18、22 項之性質而解決的。

特別是，由本發明而實現的優點在於使用至少兩個相機而可以將相機的解析度調整成每一個量測問題之事實所構成的。在晶體直徑極大的情形裡解析度可以變成兩倍，例如藉由使用能形成組合照片的兩個相機。另外，可以排除因為會改變的光強度及對比之比而發生的問題。藉由將用於正確量測的不同相關條件列入考量，也會得到穩定的信號且因此得到實行此程序的改良式方法。除此之外，自動的絕對值之標定刻度成為可能，而能在

## 五、發明說明( 2 )

不致發生凸面的各程序相位中量測晶體直徑。

本發明的工作實例是標示於下列圖表中並作了更詳盡的說明。下列圖表顯示的是：

### 圖式簡單說明

- 第 1 圖、具有兩個互為重疊之相機的拉晶裝置。
- 第 2 圖、具有兩個互為相鄰之相機的拉晶裝置。
- 第 3 圖、相機校準期間的拉晶裝置。
- 第 4 圖、自液化材料拉出晶體的放大圖示。
- 第 5 a-5 d 圖、晶體成長程序的簡略圖示。
- 第 6 圖、接受三個相機拍攝的晶體和種晶。
- 第 7 圖、用以解釋決定晶體直徑程序的晶體透視圖。
- 第 8 圖、用以顯示決定晶體直徑方法的流程圖。
- 第 9 圖、由上方俯視兩個相機及晶體的簡略圖示。
- 第 10 圖、由上方俯視三個相機及晶體的簡略圖示。
- 第 11 圖、使用兩個相機時的部分流程圖。

### 較佳實施例的說明

第 1 圖中顯示的是裝置 1，有了這個裝置便能利用光學方法而可能決定出晶體 2 的直徑。此例中，晶體 2 的底面 3 是靜置於液化材料 5 的表面 4 之上，且晶體是沿箭號 6 的方向轉動。液化材料 5 是裝在受到電動馬達 9 之軸心 8 驅動的坩堝 7 之內。軸心 8 及馬達 9 是由凸緣 10、11 所連接。坩堝 7 是位於由上邊部位 12、中間部位 13、下邊部位 14 所構成的外殼之內，且此外殼可以沿箭號 15 的方向轉動。由裝置 17 供應電能的電氣加熱裝置 16

### 五、發明說明(8)

是位於坩堝7附近。

晶體2的轉動是利用電極18-例如受到電動馬達19驅動且攻有螺紋的針-而發生的。這個馬達也是由裝置17供應電能。

有兩個相機20,21是落在外殼之上邊部位12內,而這兩個相機的軸分別會與電極18的垂直軸22及坩堝7形成角度 $\alpha$ 及 $\beta$ 。

外殼的上邊部位12是連接到導管23上,而此導管係圍繞電極18且具有氣體入口24。於外殼的底邊部位14內則提供有氣體出口25,26。利用電動馬達19不僅可以轉動電極18也可以將電極18升高。吾人可以經由裝置17而進行對電動馬達9,19的控制,裝置17會從相機20,21接收資訊並評估此資訊。

未顯示於第1圖的第三個相機可以位於導管23後方或是另一個位置。

相機20,21具有固定的焦距及影像角且會重建晶體的特殊區域-頸部、主體之類。這種連接中,所建立的是物體的重建至少在一個軸上完全填滿照片平面以致獲得最佳的解析度。因為從物體到相機物鏡的距離是已知的,故可依存在最佳化條件的方式選擇焦距。吾人係以照片平面一詞去理解相機中會重建照片的平面-亦即在使用習知相機時的 $24 \times 36$ 軟片平面或是使用電子相機時其光敏晶片的表面。

若將相機整合(於系統之內)而將它們固定於外殼12之

## 五、發明說明(9)

內，因為相機與物體之間的距離是常數故最好使用具有固定焦距的物鏡。不過，也可以例如以用來觀測晶體頸部的相機，以成長中且向上移動的晶體並使之在外殼12內轉動而設計出相機，並於相機上提供可依相機的照片平面是利用重建出的物體而持續地進行最佳化使用的方式作自動控制的伸縮式物鏡。因此透過可變焦距將物鏡與物體之間持續改變的距離列入考量。

在相機的輔助下，晶體面積的每一個直徑是由對應的目標值的定出並與之作比較。然後可以利用實際值與目標值之間的差異以改變拉晶的條件。

第2圖中，再次表出顯示於第1圖之裝置的上邊部位，但是現在將相機20,21放置成互為相鄰。此例中的電極18會走在底下 - 此電極係拉引程序的開端 - 且具有種晶。具有固定焦距的相機21是與種晶31對齊的 - 亦即其影像角為 $\gamma$ 。這麼做，可依使種晶填滿整個照片平面的方式重建此種晶。這因而允許吾人以精密度檢測種晶31的輪廓及其他性質。

第二個相機20上的物鏡具有另一固定焦距且能透過影像角 $\delta$ 拍攝更大的晶體2，此晶體在第2圖中是由虛線標示出。因此，可以依使晶體2填滿相機20上整個的照片平面的方式重建這個較大的晶體。

透過使用相機20,21，因而可以在所有的晶體成長階段內監控晶體。相機20,21可以同時使用，雖然最好是一個接一個地使用它們且其間自某一個相機轉移到另一個相

## 五、發明說明(10)

機的時機是在受控制的情形下自動執行的。可以理解兩個相機的相繼使用會發生在相同的拉晶程序之內。

由1985年10月9日所提出的日本專利申請案第Sho 62-87482號文件中已知只使用一個具有伸縮式物鏡的相機，在使用評估運算法則時會是缺點且無法與各具固定焦點之兩個相機的情況作比較。以具有固定焦點的相機，可依使將要拍攝的整個物體完整地填滿軟片平面的方式設計出影像角。然而以伸縮式相機，物體只能覆蓋住軟片平面的某些部位。若聚焦於某些部位及種晶31上的例如伸縮式物鏡會填滿整個軟片平面，則在有廣角聚焦時此種晶只會覆蓋住軟片平面的某一部位。當然，整個晶體2可能以廣角聚焦覆蓋住整個軟片平面，但是這不會改變種晶31只能拍攝軟片平面上一個小部位的事實，且因此能以較低的準確度作檢測。然而以兩個固定焦點而具有不同焦距的相機，則可以重建晶體上兩個不同的面積且能同時或一個接一個地以任何速率進行評估，能夠在一個均勻的程序中重建晶體上兩個不同的面積。吾人能以用兩個伸縮式相機取代兩個具有固定焦點的相機，但是會因為要求其聚焦有100%的準確度造成校準問題。

第3圖中顯示了如何執行這樣的校準程序。為了簡單的理由只顯示了一個相機20；不過應了解可依對應的方式對第二和第三個相機執行校準。

第3圖中顯示了兩種校準的變型。於第一變型的情形中，設計有兩個界限27,28同時也可以是圓環上的各部位。這些界限27,28的邊緣29,36係扮演著目標位置的標籤。它們會被相機拍攝之後並於照片-評估單位37接受評

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(II)

估。這個照片 - 評估單位 37 是連接到用以儲存校準資料的大型記憶體 38 上。來自照片 - 評估單位 37 的資訊是送到控制系統 38，而此系統中也能載入作業單位 39 的資料。

於第二變型的情形中，用以取代界限 27, 28 的是可以放置其上而提供有等殊校準標記的平板 41 - 甚至放在液化材料表面的期望高度上。這個平板 41 可以在表面上提供含有各種「參考直徑」 $D_x, D_y$  的參考照片。可以決定出這些參考直徑，儲存於記憶體 38 內，並於稍後加以處理。因為一般而言是在實際的拉晶程序之前執行校準程序，故可以在校準之後拆除界限 27, 28 及 / 或平板 41。

第 4 圖中顯示了依第 1 圖從液化材料 5 形成之晶體 2 的放大圖示。這個晶體基本上具有圓柱體形狀且於上邊面積內有肩部 30，且此肩部會穿透到很薄的頸部 31 內。這個頸部 31 係對應到種晶或是晶種 31 (第 2 圖)，有了晶種而開始執行晶體形成程序。晶體的垂直軸是標示為 32，而相機 20, 21 (第 4 圖中未標示) 的縱軸則標示為 33, 34 如第 1 圖所示。於第 1 圖和第 4 圖中，相機的配置及它們的軸是表為一般的形式。實際上，它們是與坩堝對齊以致軸 33, 34 會相交於一個點而這個點也是液化材料 5 的表面與軸 32 之間的交會點。這種配置將詳細說明如下。雖然晶體 2 基本上具有圓柱體形式，其直徑  $D$  可以作與高度無關的變化。晶體 2 的底面積是落在圓柱體部位與液化材料 5 之間而標示為 35。在某一程度上凸面 35 係晶體 2 與液化材料 5 之間的連接環。此連接環代表的是固定化晶體與液化材料之間的環狀區，很清楚地此環是比液

## 五、發明說明 ( 12 )

化材料本身還更亮。晶體看起來在晶體與液化材料之間被邊界表面上的光環所圍繞。不容易解釋的光學現象係透過主要從坩堝壁發射到液化材料與晶體間下凹傳送區域之輻射的反射而發生的，使得觀測者從上液化材料與晶體觀測時會看見較暗且在液化材料的高度上被較亮光環所圍繞的晶體。於拉引程序期間，此環會隨著液化材料降至坩堝之內而擴張，且隨現存晶體的成長而擴張為大約三倍。在拉引程序結束時，這會使藉由在適當的感測器上重建發光環以便準確地決定出其直徑會變得愈益困難。

若相機 33, 34 是內建而穩定的，則相機 34 可以是例如在拉晶程序的第一個時段內打開，在第二時段的開始，相機 33 被打開。如上所述，使用這種作業的方法是稱為相續的作業法。

第 5a-5d 圖展示的是從位於晶體斜上方的相機觀測而得之成長中晶體的四個程序圖。吾人只能於這個連接內辨識出基本的元件 - 亦即液化材料 5、電極 22、種晶 31、晶體 2 本身、以及凸面 35。而省略了坩堝 7。

第 5a 圖顯示的是連接到電極 22 的液化材料 5 靠近而與種晶 31 形成接觸時的晶體形成開始階段。若之後提起電極 22，則第 5b 圖所代表的情況造成的結果：會形成依圓柱狀形成且與液化材料 5 有接觸的細小主體 40。不過，若進一步提起電極 22，則所形成的主體 40 會延伸且在端點上形成具有圓形的周邊而被明亮的光環所圍繞

## 五、發明說明(13)

的晶體 2。這種情況表現於第 5c 圖中。再進一步提起電極 22 時，圓柱狀的晶體 2 會持續自液化材料 5 中成長出來。從斜上方的相機俯視，不在能夠辨識出凸面的背部；只有前方的部分曲線是看得見的。

於第 6 圖中再次呈現晶體 2，然這次不是用兩個而是用三個相機(未標示)進行拍攝。第一個相機只拍攝晶體的左半邊並重建由具有陰影的矩形 42 所框住的部位。而第二個相機則拍攝晶體的右半邊並重建由具有陰影的矩形 43 所框住的部位。第三個相機是負責重建由矩形 44 所標示的種晶 31。頭兩個相機拍攝結果的重建在邊界區 45 內會重疊。藉由使用兩個相機以重建晶體，因為只由一半晶體而不是整個晶體填滿了相機的整個膠卷平面故可以提高解析度。所以兩個相機的平行作業可以涵蓋垂直於晶體縱軸的方向。

因此本發明可以進行連續作業，此例中各相機會在重建平面上沿晶體的垂直軸重建晶體的不同部位，其方式是所重建的物體至少在一個軸上完全填滿圖像平面 - x 或 y 方向 - 這種狀況下各相機會一個接一個地被啟動。不過也可能作平行作業，此例中各相機會在重建平面上沿垂直於晶體的垂直軸的直線重建晶體的不同部位，其方式是所重建的物體至少在一個軸上完全填滿重建平面，而各相機會同時被啟動。

第 7 圖展示的相機重建出來的晶體 2。將藉由這種重建方式詳細說明決定晶體 2 直徑的方法。框架 49 上可以

## 五、發明說明(14)

配備有 CCD 晶片而以此晶片重建出晶體 2。然後此晶體會沿箭號 56 的方向一條線接一條線地進行掃描。這麼做，可以偵測到明亮區域及 / 或出現在框架 49 內單獨區域中的光強梯度。目標是，首先決定出限制凸面之可見部位的點  $P_1$  及  $P_2$ 。當接受掃描的線在兩個地方發生亮度跳昇時便能找出這些點  $P_1$  及  $P_2$ 。藉由計算點  $P_1$  與  $P_2$  之間距離，吾人會得到晶體的類直徑。不過這並不是真實的直徑，因為第 7 圖的重建結果有透視上的扭曲現象。然可以藉由比較  $P_1 - P_2$  之間距離與校準值而的定出真實的數值。因此可以為變形的距離  $P_1 - P_2$  指定一個無扭曲的距離  $P_1' - P_2'$  使得吾人能知道此例中的真實直徑  $P_1' - P_2'$ 。

然後可以將這個直徑與最大直徑作比較。只有在新近所決定的直徑是大於所儲存的最大直徑時才儲存這個新決定的直徑。

下一個步驟中，吾人會決定點  $P_1 - P_2$  是否落在與中心線 65 對稱的位置上。若情況是這樣， $P_1$  與  $P_2$  之間連接線到下緣的距離會變得比  $P_1$  與  $P_2$  之間距離的一半還小。若情況是這樣，則量測而得的直徑  $P_1 - P_2$  便是最大的直徑。

然後的定出點  $P_3$ 。這麼做，則掃描射線會由底下向上一一掃描這些線。若在一條線上只發生一次亮度跳昇則以找到點  $P_3$ 。因為全部三個點都是已知，故能的定出圓及其中心點  $P_M$ 。在下一個步驟中的定出角度  $\alpha$ ，這個點

## 五、發明說明 ( 15 )

是從中心點  $P_M$  畫出的線穿過點  $P_1$  與  $P_2$  而產生的。

為了準確度而自角度  $\alpha$  中減掉  $\gamma$  使得

$$\beta = \alpha - \gamma$$

然後將預先標明數目的量測點 I - VIII 散布在由新的角度  $\beta$  定義出的部分圓上，並從這些量測點的定出「最吻合的圓」。

因為  $\alpha$  是看得見的夾角，必須將量測點 I 至 VIII 均等地散布在看得見的圓弧上而不是在計算出的圓弧上。會發生從角度  $\alpha$  中減掉  $\gamma$  角使得吾人肯定能在各邊緣上決定出量測點 I 以及 VIII。

可以藉由使用最小可能數目的量測點而得到直徑信號用的最高的準確度及解析度。在某一程度上補償曲線是由極大數目的量測點繪製而成的。

第 8 圖係用以顯示決定晶體直徑方法的流程圖。吾人可由此圖看出，首先以相機讀取將要拍攝的照片。這個照片大概會對應到第 7 圖所示的晶體 2。然後以已知的運算法則作校正使得含有  $P_1$ 、 $P_2$ 、及  $P_3$  幾個點的橢圓變成具有相應各點的圓。這個經校正的重建結果不需要對應到實體的光學表現法但是能由儲存於記憶體內的資料而實現，然後接受其他處理。

讀取經校正的照片之後一一在線上搜尋點  $P_1$  和  $P_2$ 。此連接中吾人是從底下的線開始算起——這是為何將  $n$  設定成等於 1 的理由，其中  $n$  是線的數目。若在線上找到兩個點，則再進行呈現於流程圖中的進一步測試。它們

## 五、發明說明(16)

在的定直徑的可靠度上具有特殊的意義。

吾人必須確定點  $P_1$  和  $P_2$  會產生自晶體，亦即產生自凸面而不是產生自干涉源 - 例如液化材料上的反射。

若所有的測試都是以正面結果通過，則將所決定的值儲存於變數  $D_{max}$  中。

在流程圖通過「到下緣的距離是否大於  $D/2$ ？」位置之後，吾人可以因此選擇「是」亦即  $D_{max} = D$ ，並儲存所定的點  $P_1$  和  $P_2$ 。在此之後便處理第  $n = n+1$  條線。若這條線中找到的  $D$  值是大於已經決定的  $D_{max}$  值，則將新的  $D$  值儲存為  $D_{max}$ 。這個程序是一條線接一條線地執行。在處理完最後一條線之後，點  $P_1$  和  $P_2$  是已知且點  $P_1$  與  $P_2$  之間的距離是存在於變數  $D_{max}$  中。於是吾人便在點  $P_1$  與  $P_2$  之間搜尋點  $P_3$ 。

從  $P_1 - P_2$  連接線到圖像下緣的距離是設定成到下緣的距離。在看得見凸圓的前面積時會滿足這個距離是小於  $D/2$  的條件。這是此例中的要求。

在決定了  $P_3$ 、 $P_M$ 、 $\alpha$  及  $\beta$  之後，量測點 I 至 VIII (參見第 7 圖) 就分布在圓弧上。然後從這些量測點決定出「最吻合的圓」 - 亦即由這些點的定出補償用 (或校正用) 的曲線。

第 9 圖中顯示了相機 20, 21 及晶體 2 的俯視圖。其中一個相機 20 具有極大的焦距且會重建從種晶 31 上升起的頸部 40。另一方面，相機 21 具有極小的焦距且會重建整個晶體 2。這種連接中的相機 20 扮演著重建如第 5b 圖所示

## 五、發明說明(17)

處理步驟之狀況的角色，而相機 21 則想要重建如第 5c, 5d 圖所示處理步驟中的狀況。

第 10 圖中顯示的是使用三個相機 20, 21, 70 時的簡略俯視圖。相機 20, 70 都具有短的焦距且各例中皆會重建晶體 2 的一半。它們的使用是在如第 5c, 5d 圖所示處理步驟中被啟動的相機 21, 70 是同時被衡量評估所以產生雙解析度的優點。相機 21 則具有很長的焦距且扮演著在如第 5b 圖所示處理步驟期間重建頸部 40 的角色。

第 11 圖的流程圖中顯示的是如第 9 圖所示相機群的相關部分。首先，吾人檢測是否存在「頸部處理階段」。若情況並非如此便啟動相機 21。然而若存在有「頸部處理階段」則啟動相機 20。然後使用於校準期間所儲存的參考資料去校正由相機 20, 21 所供應的照片。經過校正的資料不需作光學的重建，只要將之儲存於記憶體內便足夠了。

之後依第 8 圖流程圖中的大綱由晶體 2 或頸部 40 經過校正的表現式去計算晶體的直徑。

然後以得到的值決定出直徑之值並將之送進控制器內。有了本發明方能在成長程序的所有階段內以既準確又沒有麻煩的情況實現實際上而最近晶體直徑的決定方法——這對最佳化的程序控制及晶體品質而言是基本的條件。

兩個或更多相機的圖像是依特殊的方式接受評估，結果是例如排除了因為非常不同的光強度及光對比條件而發生的問題。因此不僅評估了有關液化材料、凸面、及

## 五、發明說明(18)

晶體等亮度的絕對資訊，且在評估中也利用了強度的梯度  $\Delta J/\Delta X$  及  $\Delta J/\Delta Y$ 。另外，也校正了因圖像平面的位置及傾斜度而造成的幾何形變以及相機的觀測角。於此再藉著使用標準的模型為可選擇的照片平面加入各尺度的自動絕對值校準。藉由形成評估用的梯度，可以辨識出晶體及凸環的邊緣並準確地定義出來。最新的晶體直徑是藉由使用特殊且具多階之搜尋及評估的運算法則而定的，藉由各邊緣、最大直徑、及相關軌範的的定，藉由各量測線設定，以及藉由利用從眾多量測點得到的最吻合曲線而的定出的直徑等而達成的。

為了去除不相關的照片內容及照片物件，會使用各種相關的準則 - 例如藉掃描定義並粹取出會依賴程序的相關對稱條件，定義並粹取出相關的強度、反差、及梯度條件，定義並粹取出量測物件尺度上有意義的上下限，並與所儲存標準模型的圖像作比較。

搜尋及量測的運算法則是連續地依前述準則進行檢測。

以這方式，即使在有限的照明條件以及具有呈部分可見或是只能作部分評估的凸環下也可以決定出確實的晶體直徑。這種連接中，是否因為大晶體直徑以致產生大的影像角而發生的覆蓋現象、或是因為可變直徑產生的部分覆蓋現象、或是因為建在設備內而產生的部分覆蓋現象都無所謂。此例中晶體的「全圖」是受限於計算的方法。

若凸環只受到部分的覆蓋，則對量測點的選取會採取

## 五、發明說明(19)

自動最佳化程序。

此外，本發明允許對個別的處理條件如於諸多事項中藉由調整過濾常數、像對稱性及圓的形式之類的幾合條件、強度及梯度的條件、視窗尺寸、及/或晶體直徑用的相關上下限等進行調整。

在拉晶程序的某些階段裡，其中不會發生凸起而可以直接量測晶體的直徑。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(20)

## 參考符號說明

- 1.....裝置
- 2.....晶體
- 3.....晶體底面
- 4.....液化材料表面
- 5.....液化材料
- 6,15,56.....箭號
- 7.....坩堝
- 8.....軸心
- 9,19.....電動馬達
- 10,11.....凸緣
- 12,13,14.....外殼的上邊、中間、下邊部位
- 16.....電氣加熱裝置
- 17.....電能供應裝置
- 18.....電極
- 20,21,33,34,70.....相機
- 23.....導管
- 24.....氣體入口
- 25,26.....氣體出口
- 27,28.....界限
- 29,36.....邊緣
- 30.....扇部
- 35.....凸面
- 37.....照片 - 評估單位

五、發明說明(一)

39.....作業單位

40.....主體

41.....平板

42, 43, 44.....矩形

45.....邊界面積

49.....框架

65.....中心線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 四、中文發明摘要(發明之名稱: )

## 用於決定晶體直徑的裝置及方法

本發明是關於決定從液化材料接出之晶體之直徑的裝置及方法。這種連接中提供有幾個視訊相機，每一個視訊相機都會沿晶體的垂直軸或是沿垂直此軸的方向重建它本身的區段。相機的影像角的設計方式是令待重建的物體會完全填滿整個照片平面—至少沿一個方向。對於具有很小直徑的物體—例如晶體頸部—可以使用具有很小影像角的相機，而對於具有極大直徑的物體—例如晶體主體—可使用具有大影像角的相機。

## 英文發明摘要(發明之名稱: APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING DIAMETERS OF A CRYSTAL)

The invention concerns a device and process for the determination of the diameters of a crystal that is pulled from a liquified material. In this connection several video cameras are provided, each of which reproduces its own section along the vertical axis of the crystal or in a direction vertical to it. The angles of image of the camera are laid out in such a way that the object to be reproduced completely fills the entire picture plane--at least in one direction. For objects with a small diameter--e.g., the crystal neck--a camera with a small angle of image is used, while for objects with a large diameter--e.g., the crystal body--a camera with a large angle of image is used.



## 六、申請專利範圍

第 87114275 號「用於決定晶體直徑的裝置及方法」專利案  
(90 年 5 月修正)

## 六申請專利範圍：

1. 一種用以決定從液化材料拉出晶體之至少兩個直徑之裝置，其包括多個二維相機以重建沿著晶體垂直軸的  $m$  個不同的區域，而  $m \geq 2$ ，其中該等相機中之至少兩個具有各自不同的影像角與固定焦點，其特徵為該影像角與此等相機所重建之沿著晶體垂直軸的每一個區域匹配，並且其中所重建區域的每一個至少在一維中填滿相機的整個照片平面。
2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的頸部。
3. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的圓柱部份。
4. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域具有不同的直徑，並且該相機之一的影像角與較大的直徑匹配。
5. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的凸面。
6. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是種晶。
7. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中此等相機中至少一個的縱軸與晶體的縱軸垂直地對齊。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

8. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
此等相機中至少一個的縱軸與晶體的縱軸形成  $\alpha$  角，  
而  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 。
9. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
不同的相機重建晶體相同區域之部份區域。
10. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
不同的相機重建晶體相同主體之部份區域。
11. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
第一相機的縱軸是被定位，因此它與第二相機的縱軸  
偏移  $180^\circ$ 。
12. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
此等相機是設置成彼此相接。
13. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
此等相機自動地校準。
14. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
屬於圍繞裝有液化材料的坩堝的外殼之一部份的元  
件，是提供用於校準。
15. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中  
校準平板是暫時置於坩堝內。
16. 如申請專利範圍第 15 項之裝置，其中  
校準平板是放置在坩堝內液化材料的表面上。
17. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其使用相機以決定晶  
體之直徑，其中此等相機是在一製程期間的相同的時  
間內，一個接一個地使用。

## 六、申請專利範圍

18. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其使用相機以決定晶體之直徑，其中此等相機是在一製程期間同時使用。
19. 如申請專利範圍第 17 項之裝置，其中此等相機重建晶體之垂直縱軸中不同的位置。
20. 如申請專利範圍第 18 項之裝置，其中此等相機重建水平於晶體的不同位置。
21. 一種用以決定從液化材料拉出之晶體之直徑之方法，其使用晶體相機系統，該晶體相機系統包括多個二維相機，其被自動地連續啟動，其特徵為包括：
  - (a) 實施晶體相機系統之校準，並且決定相對應於校準的資料；
  - (b) 以相機對晶體或其部份照像，而從傾斜的位置重建晶體或其部份，並且決定對應於照片的資料；
  - (c) 藉由比較對應於校準的資料與對應於照片的資料而修正照片，使得晶體或其部份之橢圓形的周圍被轉變成圓形的周圍；
  - (d) 掃描此圓形周圍以尋求其直徑，其中測得標示直徑的兩個角落點；
  - (e) 在此圓形周圍上搜尋第三點，以及
  - (f) 計算是否兩個角落點與此第三點是位於一共同理想的圓上。
22. 一種用以決定從液化材料拉出之晶體之直徑之方法，其特徵為包括以下步驟：
  - (a) 以相機在照片平面上重建該晶體之凸面，其中該相

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

機從相對於晶體之傾斜位置照像；

- (b) 掃描此重建之凸面，並且在所掃描的區域中測得亮度之梯度；
  - (c) 在此凸面之可見部份之最外位置測得兩個角落點；
  - (d) 搜尋凸面之最低點；
  - (e) 依據該所測得之兩個角落點與最低點而算出一橢圓；以及
  - (f) 依據已知的算法將橢圓轉變成圓。
23. 一種用以決定從液化材料拉出晶體之直徑之方法，其使用晶體相機系統，該晶體相機系統包括多個二維相機，其被自動地連續啓動，其特徵為包括：
- (a) 實施校準晶體相機系統，並且決定對應於校準的資料；
  - (b) 以相機對晶體或其部份照像，而從傾斜的位置重建晶體或其部份，並且決定對應於照片的資料；
  - (c) 藉由比較對應於校準的資料與對應於照片的資料而修正照片，使得晶體或其部份之橢圓的周圍被轉變成圓形的周圍；
  - (d) 掃描此圓形周圍以尋求其直徑，在其中測得標示直徑的兩個角落點；
  - (e) 在此圓形周圍上搜尋第三點；以及
  - (f) 計算是否此兩個角落點與此第三點是位於一共同理想的圓上。

24. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中此晶體或其部份

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

的區域是以相機重建，並一個接一個地評估。

25 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中晶體之邊緣或凸環是由梯度的形成與評估而決定。

26 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中使用相關的準則以去除不相關的照片內容與照片物體。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

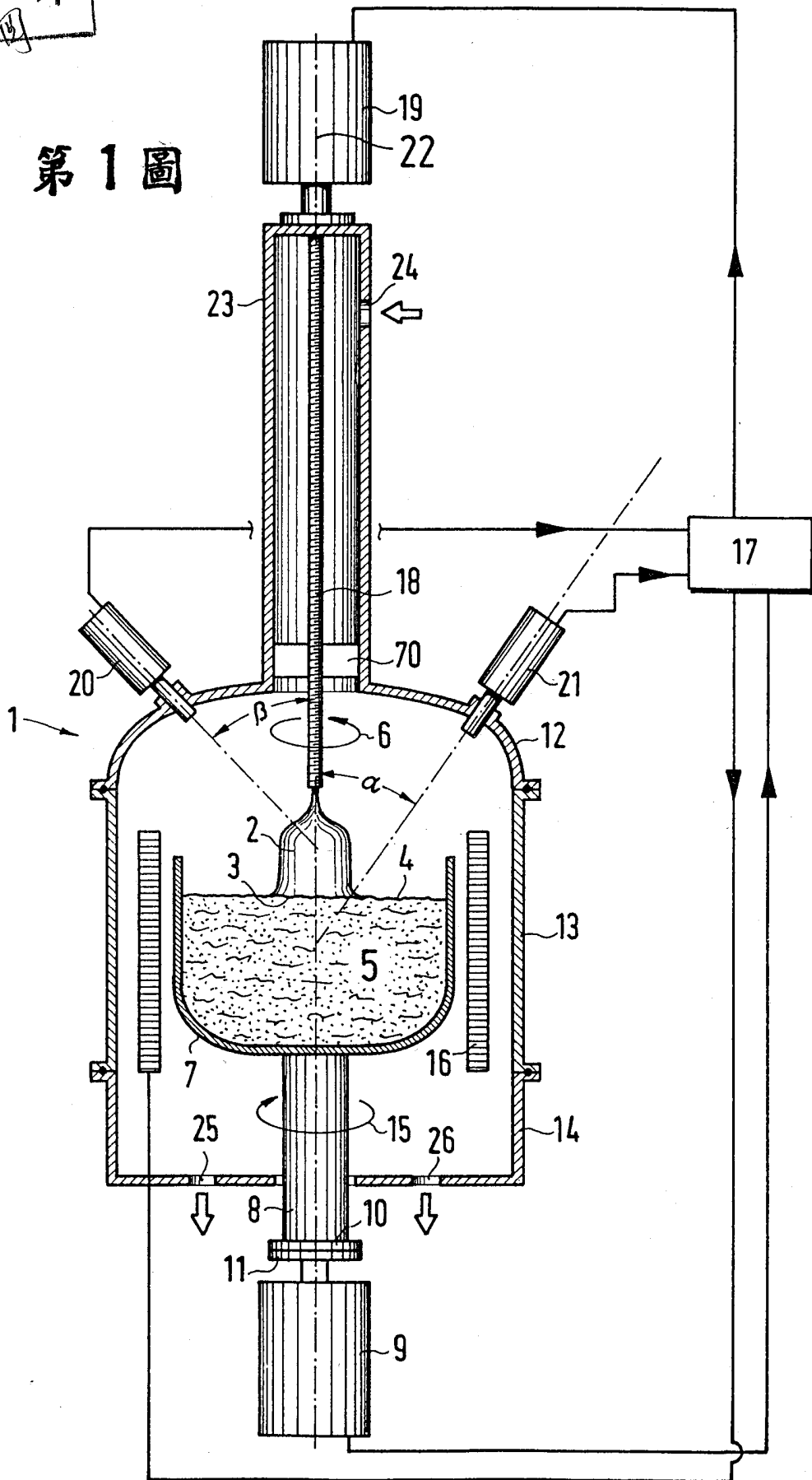
裝

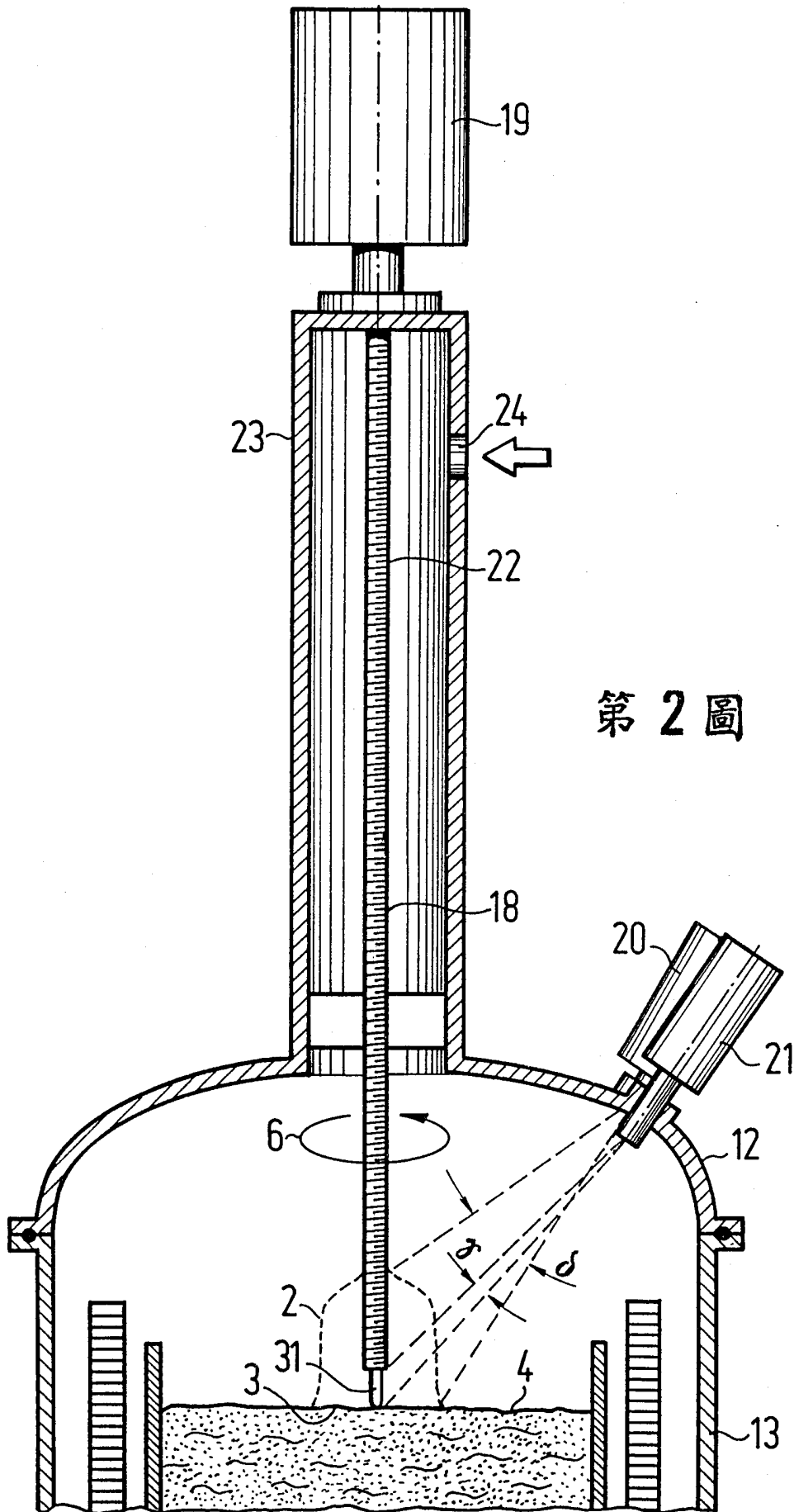
訂

線

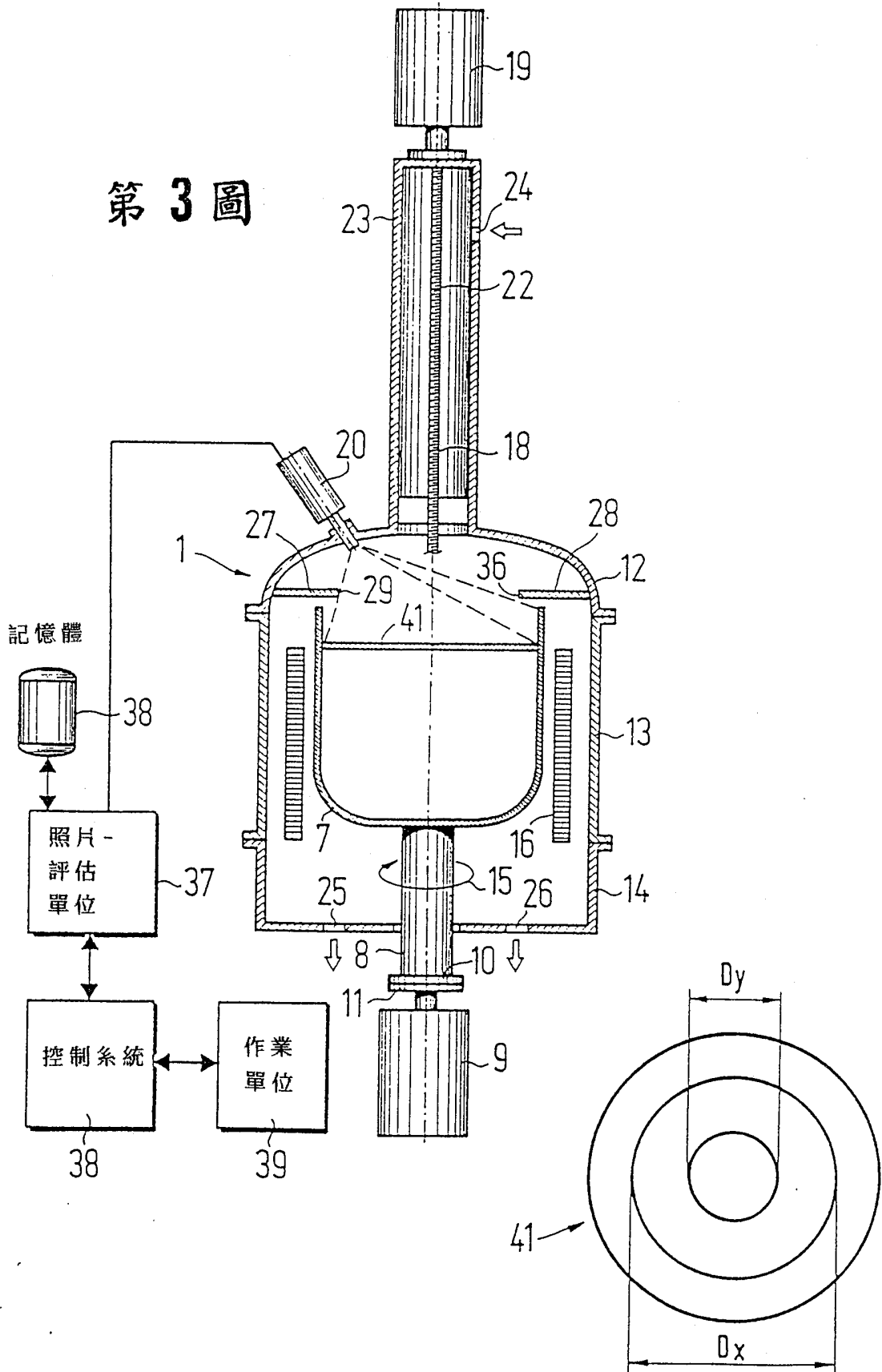
公告本

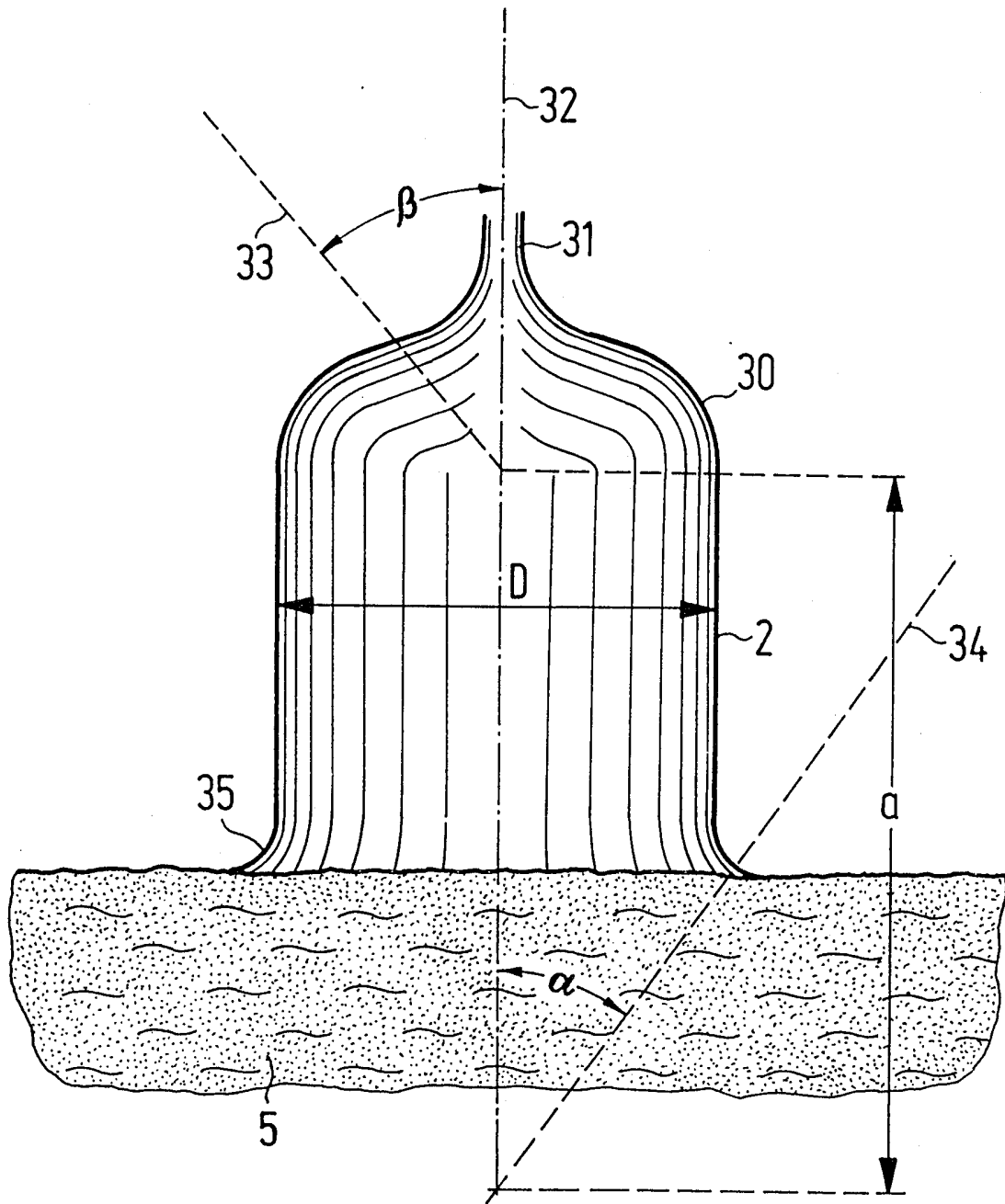
第1圖



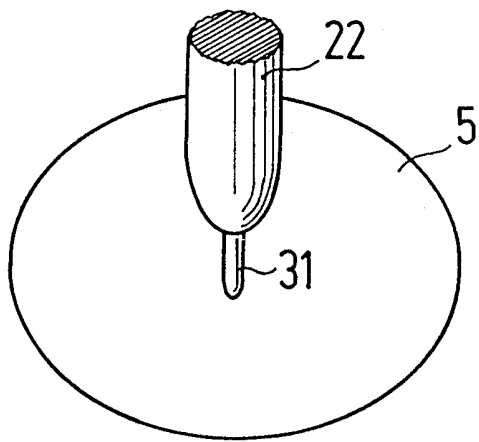


第 3 圖

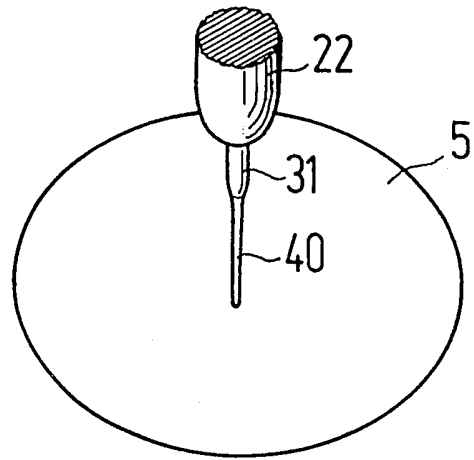




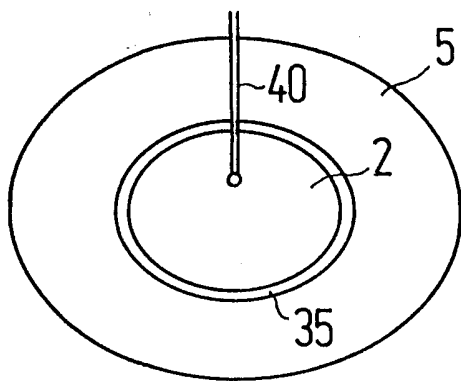
第 4 圖



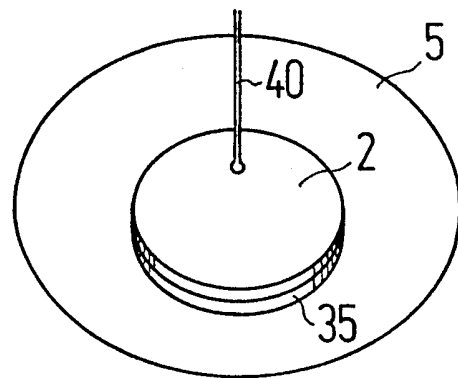
第5a圖



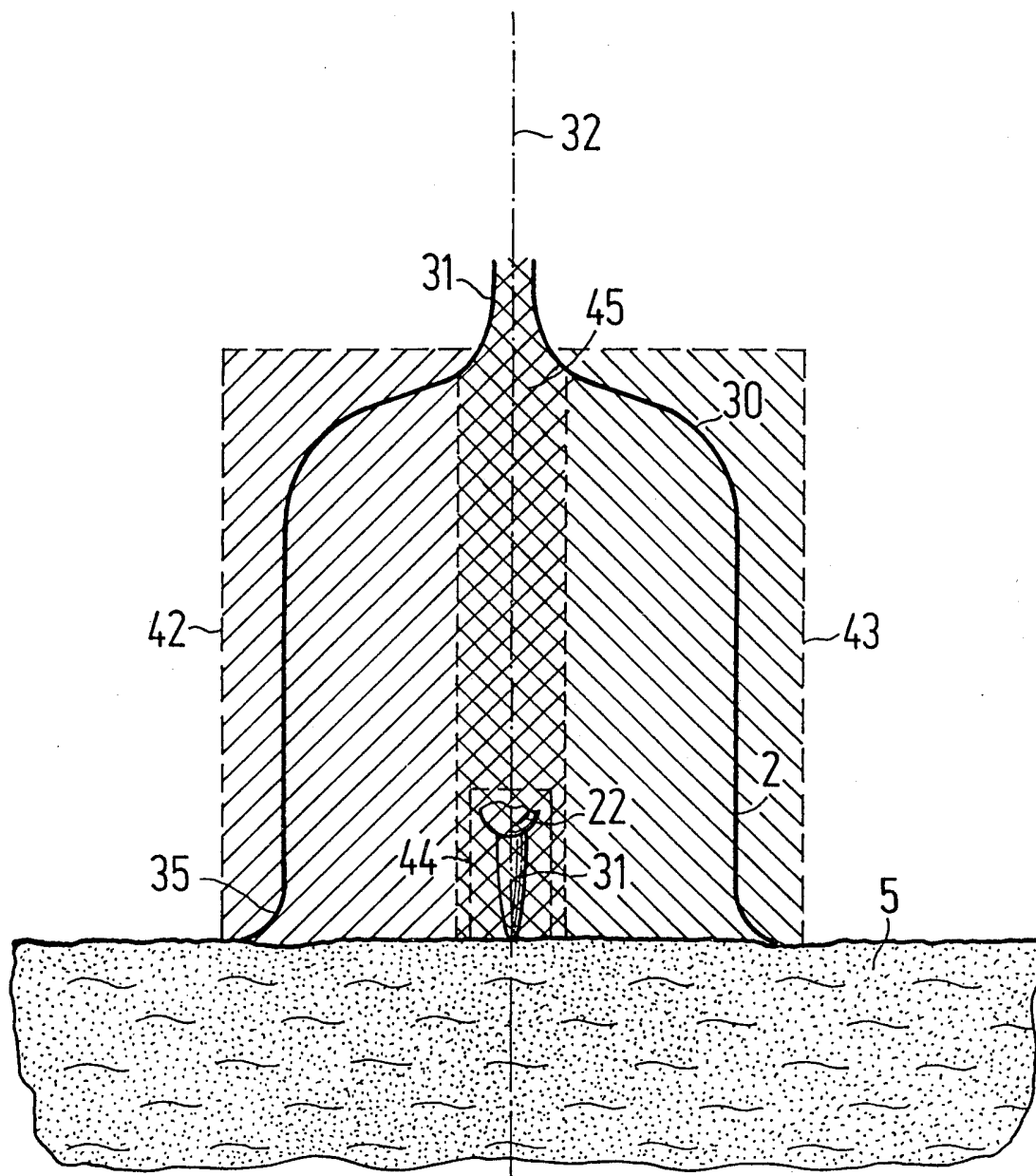
第5b圖



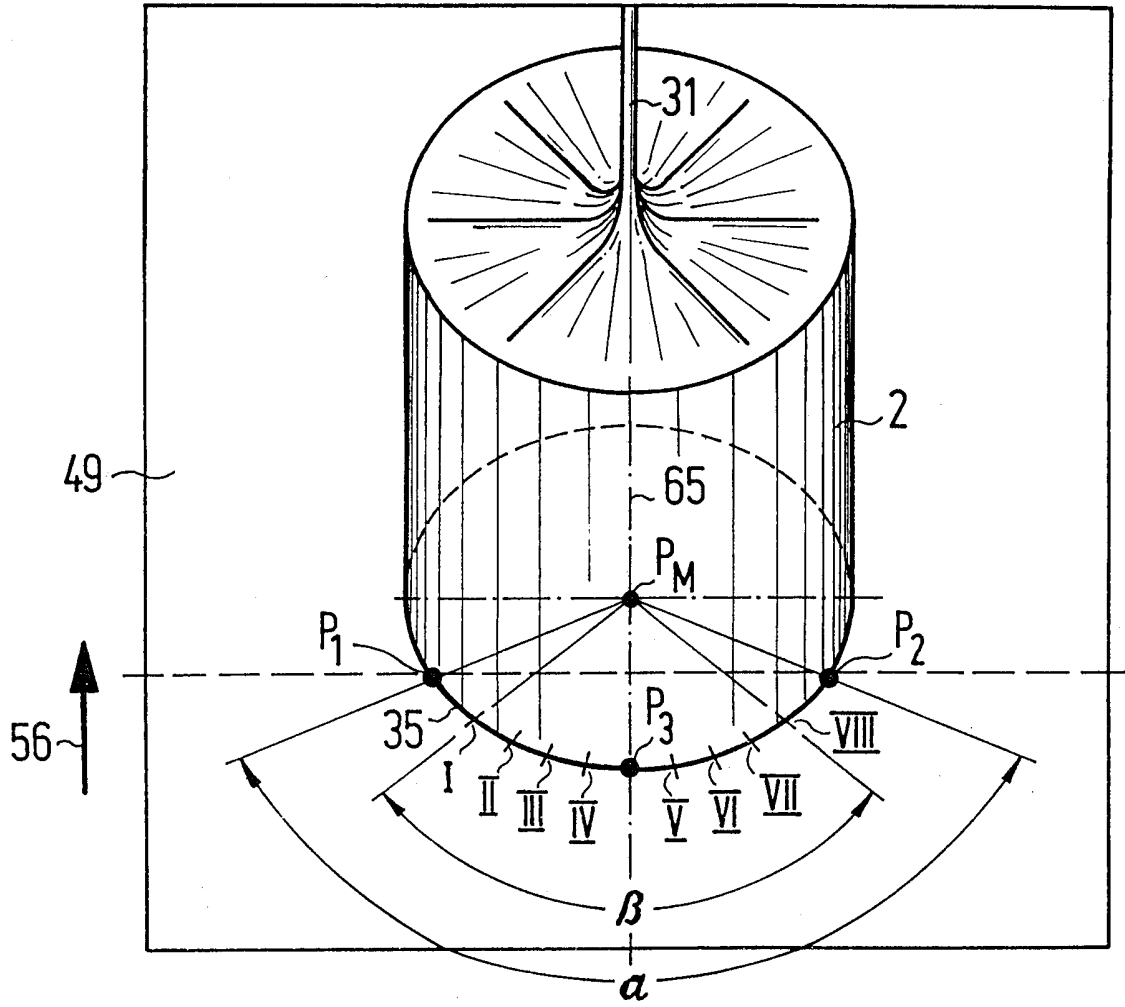
第5c圖



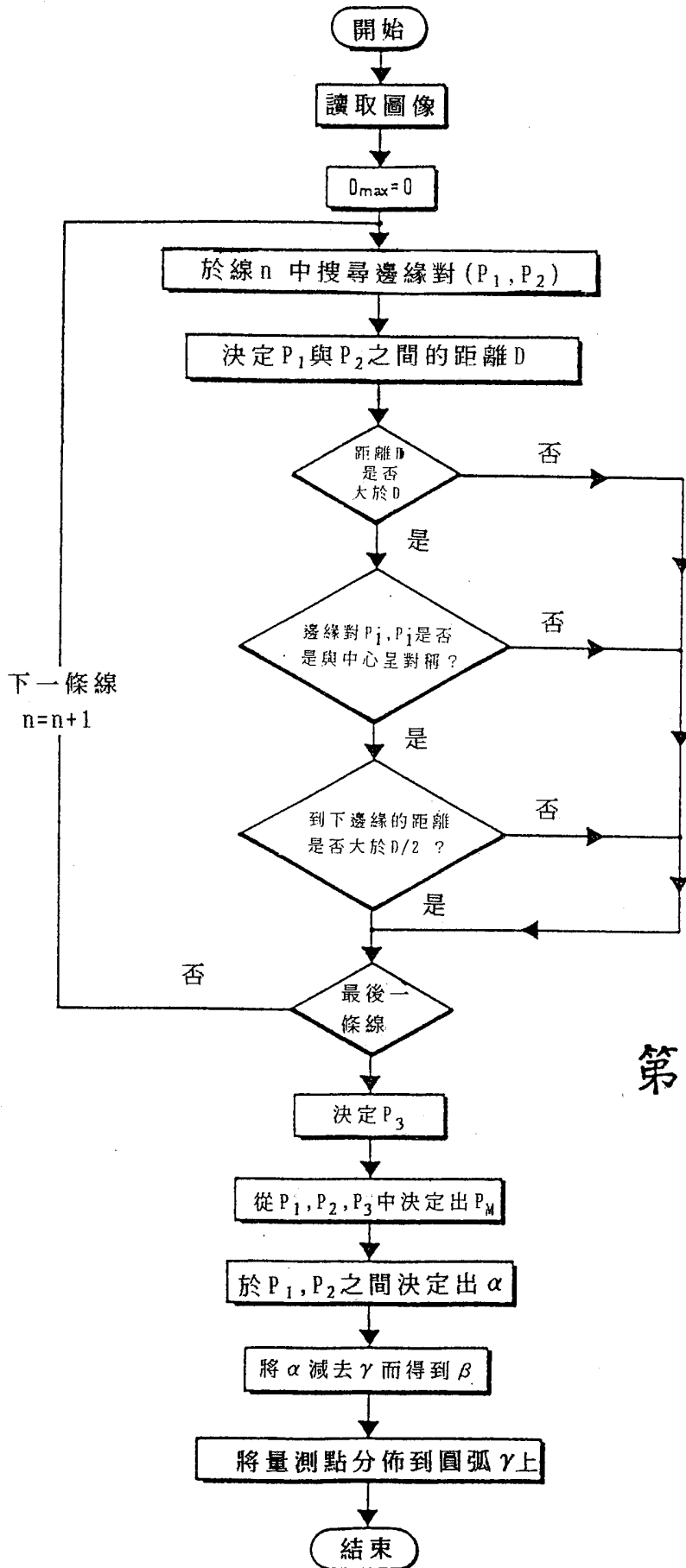
第5d圖



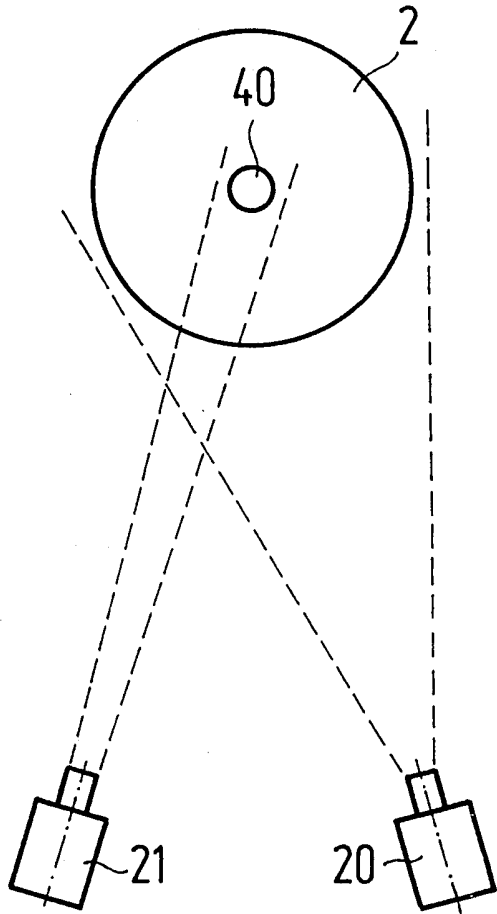
第 6 圖



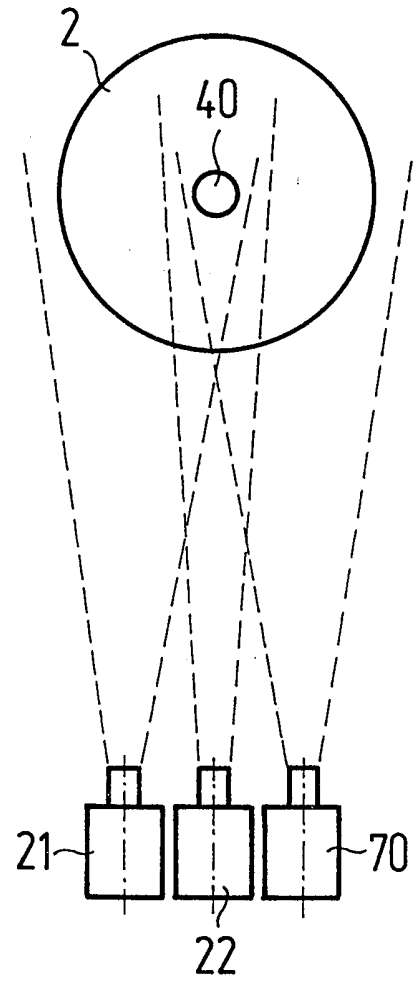
第 7 圖



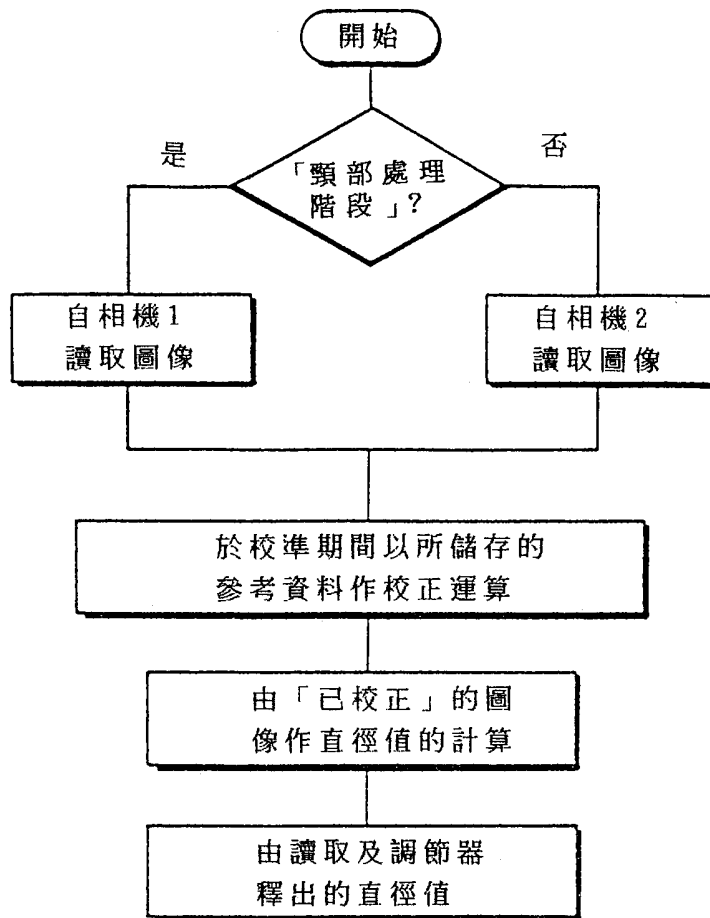
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第11圖

# 公告本

修正 90.5.30  
補充

申請日期	87.8.28
案號	87114275
類別	C30B 15/26

A4  
C4

460637

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、發明 名稱	中文	用於決定晶體直徑的裝置及方法
	英文	APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING DIAMETERS OF A CRYSTAL
二、發明 創作人	姓名	1. 布克哈德艾特克魯格 (ALTEKRÜGER, Burkhard) 2. 喬秦歐富瑞特 (AUFREITER, Joachim) 3. 戴特布魯斯 (BRÜSS, Dieter) 4. 克勞斯柯寇斯基 (KALKOWSKI, Klaus)
	國籍	1. 德國 2.- 4. 皆屬德國
三、申請人	住、居所	1. 德國阿贊瑙 D-63755 賀倫達路 5 號 2. 德國阿贊瑙 D-63755 葛德貝格街 4 號 3. 德國布魯高貝 D-63486 金梓黑瑪路 9 號 4. 德國古恩道 D-63584 契勒街 10b 號
	姓名 (名稱)	藍伯德系統股份有限公司 (Leybold Systems GmbH)
三、申請人	國籍	德國
	住、居所 (事務所)	德國漢奧 D-63450 威爾西姆羅恩街 25 號
三、申請人	代表人 姓名	克勞斯威爾勒戴克 Dr. Klaus Wellerdieck

裝  
訂  
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明(20)

## 參考符號說明

- 1.....裝置
- 2.....晶體
- 3.....晶體底面
- 4.....液化材料表面
- 5.....液化材料
- 6,15,56.....箭號
- 7.....坩堝
- 8.....軸心
- 9,19.....電動馬達
- 10,11.....凸緣
- 12,13,14.....外殼的上邊、中間、下邊部位
- 16.....電氣加熱裝置
- 17.....電能供應裝置
- 18.....電極
- 20,21,33,34,70.....相機
- 23.....導管
- 24.....氣體入口
- 25,26.....氣體出口
- 27,28.....界限
- 29,36.....邊緣
- 30.....扇部
- 35.....凸面
- 37.....照片 - 評估單位



## 六、申請專利範圍

第 87114275 號「用於決定晶體直徑的裝置及方法」專利案  
(90 年 5 月修正)

## 六申請專利範圍：

1. 一種用以決定從液化材料拉出晶體之至少兩個直徑之裝置，其包括多個二維相機以重建沿著晶體垂直軸的  $m$  個不同的區域，而  $m \geq 2$ ，其中該等相機中之至少兩個具有各自不同的影像角與固定焦點，其特徵為該影像角與此等相機所重建之沿著晶體垂直軸的每一個區域匹配，並且其中所重建區域的每一個至少在一維中填滿相機的整個照片平面。
2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的頸部。
3. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的圓柱部份。
4. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域具有不同的直徑，並且該相機之一的影像角與較大的直徑匹配。
5. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是晶體的凸面。
6. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中由相機之一所重建的區域是種晶。
7. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中此等相機中至少一個的縱軸與晶體的縱軸垂直地對齊。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線