

公告本**發明專利說明書**

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96128180

※ 申請日期： 96.8.1

※IPC 分類： C30B 15/00

一、發明名稱：(中文/英文)

單結晶製造裝置及方法

(2006.01)

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

SUMCO TECHXIV 股份有限公司/SUMCO TECHXIV CORPORATION

代表人：(中文/英文)

阿部隆司

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國長崎縣大村市雄原町 1324 番地 2

國 籍：(中文/英文)

日本/JAPAN

三、發明人：(共2人)

姓 名：(中文/英文)

1. 飯田哲広/IIDA TETSUHIRO

2. 松隈伸/MATSUKUMA SHIN

國 籍：(中文/英文)

1.~2. 日本/JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本、2006/9/27、2006-262632

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於利用捷可拉斯基法(CZ法)施行的單結晶製造裝置及方法。

【先前技術】

矽晶圓的晶格間氧(以下稱「 O_i 」)濃度，係決定半導體裝置性能的重要品質之一。在利用 CZ 法施行矽單晶的拉晶步驟中將決定 O_i 濃度。在結晶拉晶步驟中，將坩堝與結晶的旋轉速度、處理室內所流通的 Ar 等非活性氣體流量等，使用為製造參數。但是，僅依靠該等參數，可控制的 O_i 濃度範圍將有極限限制，將出現符合裝置製造商所提出要求 O_i 規格良品範圍較狹窄(即良率差)之問題。

為改善該問題，已知有藉由設計在爐內於上下方向配置複數層加熱器，俾提升良率的技術(專利文獻 1、專利文獻 2)。專利文獻 1 係揭示藉由使複數層加熱器的各個功率，配合結晶拉晶長度而變化，便擴大 O_i 濃度的控制範圍，俾改善良率。專利文獻 2 係揭示使複數層加熱器的各個功率，利用結晶拉晶率的對應特定曲線進行變化，俾提升 O_i 濃度的控制性。

[專利文獻 1]日本專利特開昭 62-153191 號公報

[專利文獻 2]日本專利第 2681115 號公報

【發明內容】

根據習知技術，藉由使用複數層加熱器，而擴大 Oi 控制範圍。但是，另一方面，結晶直徑的控制性差，將有實際直徑較於必要直徑呈過粗或過細的情形發生，結果將導致產品良率變差。依此企圖藉由使用複數層加熱器而提升良率方面，將無法獲得預期效果。

所以，本發明目的在於包括複數層加熱器的單結晶製造裝置，將改善結晶直徑的控制性。

依照本發明的利用捷可拉斯基法施行的單結晶製造裝置，係包括：對坩堝施行加熱的複數層加熱器；從上述坩堝中將結晶拉晶的升降裝置；對上述單結晶製造裝置的既定部位處，因上述加熱器的加熱而產生之加熱溫度進行測定的溫度測定器；測定上述結晶直徑的直徑測定器；測定上述升降裝置的拉晶速度之速度測定器；以及對上述升降裝置的上述拉晶速度與上述複數層的加熱器功率進行控制之控制裝置。上述控制裝置係設定直徑設定值、速度設定值、可變功率比率溫度設定值、及功率比率設定值，並輸入從上述溫度測定器、上述直徑測定器及上述速度測定器所獲得的測定值，在使上述複數層的加熱器功率比率追隨上述功率比率設定值之情況下，根據從上述溫度測定器、上述直徑測定器及上述速度測定器所獲得的測定值、以及上述直徑設定值、上述速度設定值、及上述可變功率比率溫度設定值，對上述升降裝置的上述拉晶速度、與上述複數層的加熱器功率進行控制。其中，上述功率比率設定值係配合結晶拉晶步驟的進行狀態而進行變化，而上述可變

功率比率溫度設定值係依成為上述功率比率設定值目前值所對應溫度值的方式，隨上述功率比率設定值的變化進行變化。

一般，結晶拉晶步驟中，配合功率比率設定值，複數層加熱器功率的功率比率（即，上下層加熱器的功率比率）將產生變化，而因該功率比率的變化，加熱溫度的測定值亦將產生變化，此現象將成為直徑控制的擾動。該單結晶製造裝置中，針對加熱溫度的溫度設定值，並非使用單一固定功率比率所對應的固定功率比率溫度設定值，而是使用隨功率比率設定值變化而進行變化的可變功率比率溫度設定值。該可變功率比率溫度設定值在結晶拉晶步驟中，將依成為功率比率設定值目前值所對應溫度值的方式進行變化。此種可變功率比率溫度設定值係可將因功率比率變化所造成的加熱溫度測定值變化之擾動，設定成更有效的補償狀態。結果，便將提升設有複數層加熱器時的結晶直徑控制性。

較佳實施形態中，上述可變功率比率溫度設定值係設定成對因上述功率比率設定值變化，所產生的上述加熱溫度測定值變化進行補償之方式。該設定方法係有如預先準備定義在結晶拉晶步驟中因功率比率設定值變化而產生變化的加熱溫度測定值，與獲得各個測定值時點的結晶位置（結晶拉晶長度）間之關係的數據對照表，並根據該數據對照表，便可設定可變功率比率溫度設定值。此外，可變功率比率溫度設定值的具體分佈係可採用例如當功率比率設

定值從第 1 比率值變化為另一第 2 比率值時，便依可變功率比率溫度設定值從上述第 1 比率所對應的第 1 固定功率比率溫度設定值，偏移至上述第 2 比率所對應的第 2 固定功率比率溫度設定值之分佈。藉由使用此種可變功率比率溫度設定值，便可更有效地補償因功率比率變化所產生的加熱溫度測定值變化之擾動，將可獲得結晶直徑控制性的提升。

較佳實施形態中，上述控制裝置係依上述直徑測定值接近上述直徑設定值的方式，對上述拉晶速度進行控制，並依上述拉晶速度測定值接近上述速度設定值的方式，調整上述可變功率比率溫度設定值，而決定溫度目標值，然後，在上述複數層加熱器的功率比率追隨上述功率比率設定值之情況下，依使上述加熱溫度測定值接近上述溫度目標值的方式，對上述複數層加熱器的功率進行控制。

藉由使用此種構造的控制裝置，拉晶速度便可控制呈儘可能如速度設定值般，俾提升結晶中所出現點缺陷的濃度控制性，主要將可利用加熱溫度控制而控制結晶直徑，因而除將結合依上述可變功率比率溫度設定值所產生的作用效果之外，尚可更容易地提升直徑控制性。

上述控制裝置係可構成設定預先決定的可變功率比率溫度設定值，並將其記憶的構造，或者，根據表示功率比率與上述加熱溫度間之關係的資訊、與上述功率比率設定值，自動計算出可變功率比率溫度設定值的構造。若結晶製造裝置的規格與欲製造結晶的規格不同，則功率比率設

定值的分佈亦將不同，但當依如上述，構成根據功率比率設定值，而自動計算出可變功率比率溫度設定值的控制裝置時，該控制裝置便可輕易地因應結晶製造裝置規格、與欲製造結晶規格的變更。

【實施方式】

以下，針對本發明一實施形態，依照捷可拉斯基法所施行複數層加熱器式結晶製造裝置進行說明。

首先，針對本實施形態所採用，使結晶直徑控制性變良好的原理進行簡單說明。即，此情況係就供對加熱器溫度（或包圍加熱器的熱遮罩溫度）進行控制的溫度規劃，為追加設定因預定加熱器功率比率變化所產生溫度變動。

一般，利用捷可拉斯基法施行的結晶拉晶步驟中，主要係藉由調整對加熱器的供應功率，而使熔融溫度變化，進而控制結晶的直徑。加熱器的功率控制係利用光溫度計（高溫計）等測定加熱器本體的溫度或包圍加熱器的熱遮罩溫度，再依使該測定溫度追隨預設規劃的溫度設定值的方式，對加熱器功率進行控制。溫度設定值的分佈係依配合結晶拉晶步驟中的結晶拉晶長度（即，拉晶步驟的進行狀態），沿特定曲線進行變化的方式設定。但是，爐內的擾動較多，僅依照所設定的溫度規劃（溫度設定值），並無法將結晶形成所需形狀。所以，通常均經常測定實際的結晶直徑，並依配合該實測值使目標溫度變化的方式，一邊利用PID等自動控制隨時修正溫度設定值，一邊執行直徑控制。

但是，當採用複數層加熱器的結晶製造裝置之情況，若在結晶拉晶步驟中，使加熱器的功率比率產生變化，各個加熱器溫度便將有所變化，因而高溫計所檢測的溫度亦將隨之變化。該溫度變化便將成為結晶直徑控制的一種擾動。該擾動雖可利用自動控制而某程度的消除，但是若相較於單一加熱器式結晶製造裝置之下，直徑控制性較差，結果便將成為產品良率惡化的肇因。

所以，本實施形態的結晶製造裝置中，溫度規劃便追加設定因預定的加熱器功率比率變化而產生的溫度變動。藉此，結晶直徑的控制性便可改善為幾乎無遜色於單一加熱器式的程度，將提升產品良率。以下，針對該實施形態的結晶製造裝置，參照圖式進行具體說明。

第 1 圖所示主要為本實施形態的結晶製造裝置中的處理室部分之構造。

如第 1 圖所示，在結晶製造裝置 10 的處理室 12 內將組裝入熱區(爐)13，並在熱區 13 內配置坩堝 14。熱區 13 係在坩堝 14 附近周圍，設置上下方向配置的複數層加熱器，例如 2 層加熱器，即上層加熱器 16 與下層加熱器 18。加熱器 16, 18 係碳製，並利用通電加熱方法發熱，且利用該熱，在坩堝 14 內製成原料熔融液 20。在拉晶線 24 前端附有籽晶結晶，將該籽晶結晶浸漬於原料熔融液 20 中，然後，藉由捲起拉晶線 24，便連續式拉晶出從籽晶結晶所成長的結晶 22。另外，加熱器 16, 18 的數量並不僅限於 2 層，尚可設定更多層，且，不僅坩堝 14 側壁附近的加熱器，尚

涵蓋在坩堝 14 底壁附近所配置的所謂底部加熱器。

熱區 13 係尚設有：在加熱器 16,18 與坩堝 14 上方所配置的熱遮蔽筒 26、包圍加熱器 16,18 側邊周圍的熱遮罩 28 與絕熱筒 30、以及在加熱器 16,18 與坩堝 14 下方所配置的底部絕熱材 32，該等均屬碳製。

在處理室 12 側壁在恰好對應上層加熱器 16 高度處，將形成玻璃窗 34，在玻璃窗 34 所對應的絕熱筒 30 地方處將開鑿貫通孔。然後，在玻璃窗 34 外側將配置高溫計 36，該高溫計 36 將通過玻璃窗 34 與貫通孔，並測定上層加熱器 16 附近的熱遮罩 28 溫度。另外，此處的測定對象溫度係只要屬於隨加熱器 16,18 的功率變化而進行變化的溫度便可，就從此觀點，未必要屬熱遮罩 28 溫度，亦可為加熱器 16 或 18 的溫度，或者坩堝 14 的溫度。不管何者，此處的測定對象溫度係指利用加熱器 16,18 的加熱而產生的溫度，以下稱「加熱溫度」。

第 2 圖所示主要為該實施形態的結晶製造裝置的控制裝置構造。

如第 2 圖所示，該結晶製造裝置 10 的控制裝置 11，係設有分別設定直徑設定值、速度設定值、溫度設定值及功率比率設定值的直徑設定器 90、速度設定器 92、溫度設定器 94、及功率比率設定器 96。該等設定器 90、92、94、96 一例，係可使用將預設(規劃)的直徑設定值、速度設定值、溫度設定值、及功率比率設定值，依例如數據對照表等形式，進行記憶的 1 或複數記憶裝置實現。直徑設定值

係單結晶 22 的直徑目標值。速度設定值係單結晶 22 的拉晶速度目標值。溫度設定值係加熱溫度的「基本」目標值，此係以籽晶浸漬時的加熱溫度值為基準，並依相對該基準的溫度差（即「相對溫度」）表示。功率比率設定值係加熱器 16、18 的功率比率（本說明書中，將使用相對於上層加熱器 16 與下層加熱器 18 合計功率的上層加熱器 16 功率比率）目標值。

此處，溫度設定值係設定成具有配合結晶拉晶步驟中的結晶 22 拉晶長度（即拉晶步驟進行狀態），進行變化的某特定分佈狀態。此外，功率比率設定值亦是設定成具有配合結晶拉晶步驟中的結晶 22 拉晶長度，進行變化的某特定分佈狀態。此處應著眼的事項係在溫度設定值的分佈中，預先追加依循功率比率設定值分佈的功率比率變化，所產生之加熱溫度變化。相關此點，容後進行具體說明。

在控制裝置 11 中，不僅規劃上述直徑、速度、溫度及功率比率的設定值，亦預先規劃著結晶 22 旋轉速度、與坩堝 14 旋轉速度等目標值。但是，因為該等並非屬直接控制結晶直徑的參數，因而便省略說明。

如第 2 圖所示，控制裝置 11 係設有：直徑控制器 40、速度控制器 50、及溫度控制器 60。直徑控制器 40、速度控制器 50、及溫度控制器 60 均屬於構成對設定值與回饋值的偏差，施行 PID 運算並計算出操作值的控制器。

直徑控制器 40 係在結晶拉晶步驟中，將利用直徑檢測用相機 42 所檢測到的結晶 22 液面直徑值（以下稱「實際直

徑值」)，與預先規劃的直徑設定值進行比較，並依若實際直徑值較小於直徑設定值，便降低拉晶速度，若較大的話，便提高拉晶速度的方式，對利用結晶升降馬達 44 所進行的結晶 22 拉晶速度進行控制。即，直徑控制器 40 係藉由對實際直徑值與直徑目標值間的偏差，施行既定 PID 運算，而求得速度指令值，並將該速度指令值輸出給結晶升降馬達 44。利用依照該速度指令值的速度，將結晶 22 進行拉晶。另外，結晶 22 直徑的測定方法中，上述使用直徑檢測用相機 42 的方法僅為一例示而已，就其他的方法，尚可使用諸如測量每單位時間的結晶 22 重量變化，再計算出直徑的「重量式直徑檢測方式」等。

速度控制器 50 係利用從結晶升降馬達 44 所連結的編碼器 46 發出之信號，掌握實際的拉晶速度值（以下稱「實速度值」），並將該實速度值、與預先規劃的速度設定值進行比較。此處，速度控制器 50 與溫度控制器 60 的組合，將依使實速度值接近速度設定值的方式，施行加熱溫度的操作。即，速度控制器 50 係藉由將實速度值就對與速度設定值間之偏差，施行既定 PID 運算，而計算出使實速度值接近速度設定值的溫度調整值。該溫度調整值將被輸入於加法器 52 中，並加計上預先規劃的溫度設定值。藉此，將預先規劃的溫度設定值（即「基本」溫度目標值），經利用上述溫度調整值進行調整過的數值，將被決定為「最終」溫度目標值，並輸入於溫度控制器 60 中。

溫度控制器 60 係將利用高溫計 36 所測得實際加熱溫

度值(以下稱「實溫度值」)、與上述最終溫度目標值進行比較，並輸出使實溫度值接近溫度目標值的功率指令值。即，溫度控制器 60 係藉由對實溫度值與溫度目標值間的偏差，施行既定 PID 運算，而計算出使實溫度值接近溫度目標值的功率指令值，並將該功率指令值輸入於功率運算器 62 中。功率運算器 62 係輸入功率比率設定值，並依使上下層加熱器 16,18 的功率比率能依循功率比率設定值，且上下層加熱器 16,18 的合計功率能依循功率指令值的方式，計算出上層加熱器功率指令值與下層加熱器功率指令值，並分別將上層加熱器功率指令值與下層加熱器功率指令值，輸出於上層加熱器電源 64 與下層加熱器電源 66 中。上層加熱器電源 64 與下層加熱器電源 66，便分別依使上層加熱器功率指令值與下層加熱器功率指令值呈一致的方式，控制著對上層加熱器 16 的供應功率、與對下層加熱器 18 的供應功率。

依如上述所構成的控制裝置 11，就結晶直徑，將依使結晶 22 的實直徑接近直徑設定值的方式，控制著拉晶速度，另一方面，就加熱溫度，將依使結晶 22 的拉晶速度接近速度設定值的方式，調整溫度設定值並決定溫度目標值，且依使加熱溫度的實際溫度接近該溫度目標值的方式，控制著加熱器功率，即施行所謂的「串級控制」。採用此種控制方法的理由係如下述。即，一般加熱溫度的時間常數較大(即，在加熱溫度產生變化之後起，截至結晶直徑出現變化為止，將較耗時間)，因而有使用為粗步決定結

晶形狀之參數的傾向。相對於此，因為拉晶速度的時間常數較小(在拉晶速度產生變化之後起，截至結晶直徑出現變化為止的時間較短)，因而對隨時連續發生的控制上擾動，將有可使用為立效性(immediately effective)控制結晶直徑的參數之傾向。但是，因為拉晶速度係決定結晶中出現點缺陷濃度的重要因子，因而最好儘可能控制呈預定速度設定值狀態，最理想的是僅依靠加熱溫度便可控制結晶直徑。

另外，本發明原理並不僅侷限於採用上述控制方法的本實施形態控制裝置 11，亦可適用於採用其他控制方法的控制裝置。

再者，依如上述構成的控制裝置 11 應著眼之處在於，溫度設定值分佈中，將預先追加依循功率比率設定值分佈的功率比率(上層加熱器功率/上下層加熱器合計功率)變化，而所產生的加熱溫度變化。以下，就此點進行具體說明。

第 3 圖所示係利用高溫計 36 所測得加熱溫度、與功率比率間之關係，就不同拉晶長度 A, B, C 時的例示。第 3 圖中的拉晶長度 A, B, C，分別對應於後述第 4 圖所示拉晶長度 A, B, C。

如第 3 圖所示，利用高溫計 36 所測得加熱溫度測定值，係即使上下層加熱器 16, 18 的合計功率相同，但是若功率比率有改變則亦將有所變化。且，該測定加熱溫度亦將依拉晶長度而異。若考慮此種測定溫度依功率比率而有

不同的現象，則只要功率比率不同，那適當的溫度設定值應該亦不同。

第 4 圖所示係不同功率比率所分別對應的適當溫度設定值例。另外，圖示例係為說明上的方便，便較實際簡單化。

如第 4 圖所示，例如針對 0.7, 0.5, 0.3 的不同功率比率，分別存在有不同的適當溫度設定值 70, 72, 74。該等溫度設定值 70, 72, 74，在下述中係指分別對應一個固定功率比率的適當溫度設定值，稱「固定功率比率溫度設定值」。

再者，第 2 圖所示本實施形態的控制裝置 11 中，溫度設定值並非使用如第 4 圖所示固定功率比率溫度設定值 70, 72, 74，而是使用根據該等固定功率比率溫度設定值 70, 72, 74 所製成，能因應可變功率比率的溫度設定值（以下稱「可變功率比率溫度設定值」）。

第 5 圖所示係本實施形態所使用的可變功率比率溫度設定值分佈例，與功率比率設定值分佈例。

第 5 圖中，元件編號 80 係指可變功率比率溫度設定值，元件編號 82 係指功率比率設定值。功率比率設定值 82 係例如依最初為 0.7，接著為 0.3，最後為 0.5 的方式，配合結晶拉晶長度進行變化。可變功率比率溫度設定值 80 係配合此種功率比率設定值的變化產生變化，並依與現時點的功率比率設定值 82，所對應固定功率比率溫度設定值 70, 72 或 74 為一致的方式進行設定。即，可變功率比率溫度設定值 80 係依隨功率比率設定值從第 1 比率值變化為另

一第 2 比率值(例如從 0.7 變化為 0.3，或者從 0.3 變化為 0.5)，而從第 1 比率值所對應的固定功率比率溫度設定值，偏移為第 2 比率值所對應的固定功率比率溫度設定值(例如從設定值 70 偏移為設定值 74，或者從設定值 74 偏移為設定值 72)的方式進行設定。換言之，可變功率比率溫度設定值 80 係依具有經追加因功率比率設定值變化，所產生如第 3 圖所示加熱溫度測定值變化之分佈的方式進行設定。在此種分佈中設定可變功率比率溫度設定值 80 的方法一例，係可採用在功率比率設定器 96 內預先準備數據對照表[其係定義：結晶拉晶步驟中因功率比率設定值變化，而產生變化的加熱溫度測定值，與獲得各個測定值時點下的結晶位置(結晶拉晶長度)間之間關係]，並由功率比率設定器 96 根據該數據對照表，進行可變功率比率溫度設定值設定(例如從該數據對照表中，讀出預先記憶的可變功率比率溫度設定值)的方法。

依此藉由使用具有經追加隨功率比率設定值變化，而產生加熱溫度變化之分佈的可變功率比率溫度設定值 80，第 2 圖所示控制裝置 11 將對因功率比率變化所產生溫度變化的擾動進行補償，便可提升結晶直徑的控制性。另外，本實施形態的可變功率比率溫度設定值 80 係以籽晶浸漬時的加熱溫度值為基準，並依相對於該基準的溫度差(即相對溫度)表示。

第 6A、6B 圖所示係依本實施形態所產生的直徑控制性提升效果之試驗結果。

本試驗中，第 2 圖所示控制裝置 11 將設定第 6B 圖（或第 5 圖）中之元件編號 82 所示功率比率。使用該功率比率 82，就溫度設定值係使用單一固定功率比率溫度設定值的情況，以及依照本實施形態，使用第 5 圖所示可變功率比率溫度設定值 80 的情況，分別試作結晶 22。第 6A 圖所示係該試驗中，溫度設定值係使用單一固定功率比率溫度設定值時所製得結晶 22 的形狀例。第 6B 圖所示係該試驗中的直徑值 110 與直徑值 112 之對比。該直徑值 110 係溫度設定值為使用單一固定功率比率溫度設定值時，所製得結晶 22（第 6A 圖所示物）的直徑值 110。該直徑值 112 係依照本實施形態，使用第 5 圖所示可變功率比率溫度設定值 80 時，所製得結晶 22 的直徑值 112。

如第 6A、6B 圖所示，在配合拉晶長度產生變化的功率比率 82 下，使用固定功率比率溫度設定值時，結晶 22 直徑值 110 將呈不穩定，將出現較直徑設定值大出容許值以上（第 6A 圖所結晶部分 100），或較小於容許值以上（第 6A 圖所示結晶部分 102）的情況。特別係在出現功率比率變化的時點後將發生明顯的直徑誤差。相對於此，依照本實施形態，當使用可變功率比率溫度設定值 80 時的直徑值 112，則偏離直徑設定值的誤差將可抑制為非常小，能穩定地控制於直徑設定值附近。

再者，上述實施形態中，可變功率比率溫度設定值係預先決定並設定記憶於控制裝置 11 中，但是變化例亦可為在控制裝置 11 中，組裝入計算可變功率比率溫度設定值的

裝置。

第 7 圖所示係計算可變功率比率溫度設定值的裝置構造例。

如第 7 圖所示，該計算裝置 120 係設有：功率比率分佈決定部 122、與溫度分佈轉換部 124。功率比率分佈決定部 122 係決定功率比率設定值的分佈。溫度分佈轉換部 124 係根據從功率比率分佈決定部 122 所決定的功率比率設定值分佈，決定可變功率比率溫度設定值的分佈。

功率比率分佈決定部 122 係輸入諸如：目標氧(Oi)濃度、熱區種、原料重量、結晶旋轉速度、坩堝旋轉速度、爐內氣體流量、壓力及磁場強度/位置等，在功率比率設定值決定時所應考慮的既定複數參數值。功率比率分佈決定部 122 係預先具有將該等輸入參數各自與功率比率間之關係進行定義的對照表(或函數)150，藉由該對照表(或函數)150 分別使用上述複數輸入參數值，計算出上述複數輸入參數值組合中，具有最佳適合分佈的功率比率設定值。

溫度分佈轉換部 124 係輸入由功率比率分佈決定部 122 所計算出的分佈。溫度分佈轉換部 124 係具有依每個不同的功率比率，將適合該功率比率的固定溫度設定值分佈進行定義的對照表(或函數)152，藉由該對照表(或函數)152 使用上述所輸入的功率比率設定值，便可計算出具有依在追隨功率比率設定值而產生功率比率變化，從變化前的功率比率值所適用固定溫度設定值，偏移為經變化後的功率比率值所適用固定溫度設定值之狀態分佈的可變功

率比率溫度設定值。

藉由將此種計算裝置 120 組裝入控制裝置 11 中，便可輕易地因應結晶製造裝置的規格變更、與欲製造的結晶規格變更。即，若結晶製造裝置的規格、或欲製造的結晶規格不同，則雖功率比率設定值分佈亦將不同，但是如上述，當構成自動計算出可變功率比率溫度設定值的控制裝置時，該控制裝置便可自動地因應不同的功率比率設定值。且，藉由使用此種控制裝置，在結晶拉晶步驟中，便可配合目前的功率比率值，即時的計算並輸出可變功率比率溫度設定值目前值。

以上，雖就本發明實施形態進行說明，惟本實施形態僅為本發明的說明所例示而已，並非指本發明的範圍僅侷限於本實施形態而已。本發明係在不脫逸主旨的前提下，亦可實施其他各種態樣。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係主要為本實施形態的結晶製造裝置中的處理室部分之構造剖視圖。

第 2 圖係主要為本實施形態的結晶製造裝置中的控制裝置之構造方塊圖。

第 3 圖係利用高溫計 36 所測得測定溫度、與功率比率的關係圖。

第 4 圖係依照功率比率的不同最佳溫度設定值例圖。

第 5 圖係本實施形態所使用，對應功率比率變化的溫

度設定值分佈例，與功率比率設定值分佈例圖。

第 6A、6B 圖係本實施形態的直徑控制性提升效果試驗結果圖。

第 7 圖係計算可變功率比率溫度設定值的裝置構造例方塊圖。

【主要元件符號說明】

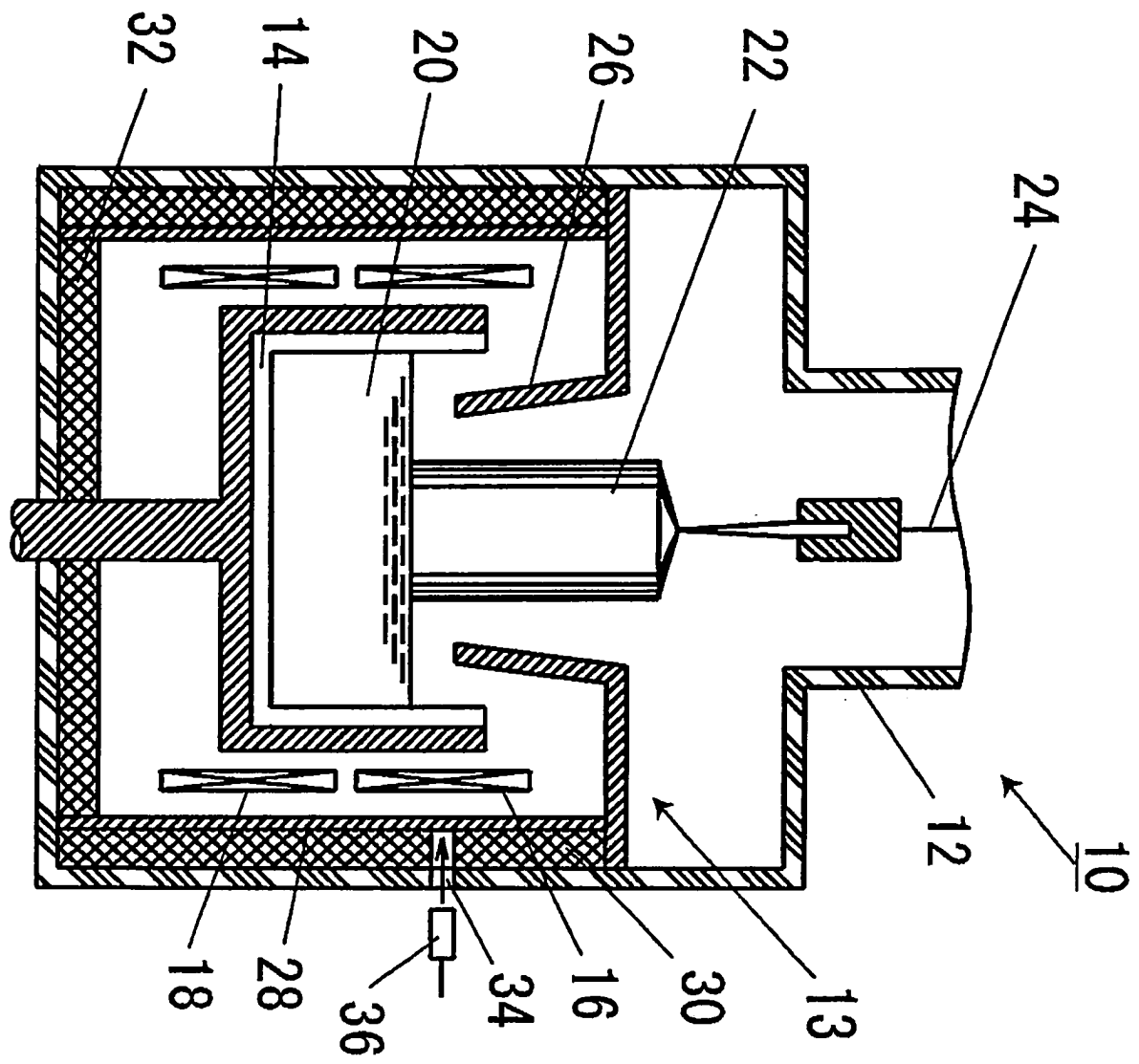
10~結晶製造裝置；	11~控制裝置；
12~處理室；	13~熱區(爐)；
14~坩堝；	16~上層加熱器；
18~下層加熱器；	20~熔融液；
22~單結晶；	24~拉晶線；
26~熱遮蔽筒；	28~熱遮罩；
30~絕熱筒；	32~底部絕熱材；
34~玻璃窗；	36~高溫計；
40~直徑控制器；	42~直徑檢測用相機；
44~結晶升降馬達；	46~編碼器；
50~速度控制器；	52~加法器；
60~溫度控制器；	62~功率運算器；
64~上層加熱器電源；	66~下層加熱器電源；
70, 72, 74~溫度設定值；	82~功率比率設定值；
90~直徑設定器；	92~速度設定器；
94~溫度設定器；	96~功率比率設定器；
100~結晶部分；	102~結晶部分；

- 110, 112~直徑值；
- 120~計算裝置；
- 122~功率比率分佈決定部；
- 124~溫度分佈轉換部；
- 130~目標氧濃度；
- 132~熱曲種類；
- 134~原料重量；
- 136~結晶旋轉速度；
- 138~坩鍋旋轉速度；
- 142~磁場強度/位置；
- 140~爐內氣體流量/壓力；
- 80~可變功率比率溫度設定值；
- 150~氧濃度-功率比率對照表；
- 152~功率比率-溫度設定值對照表。

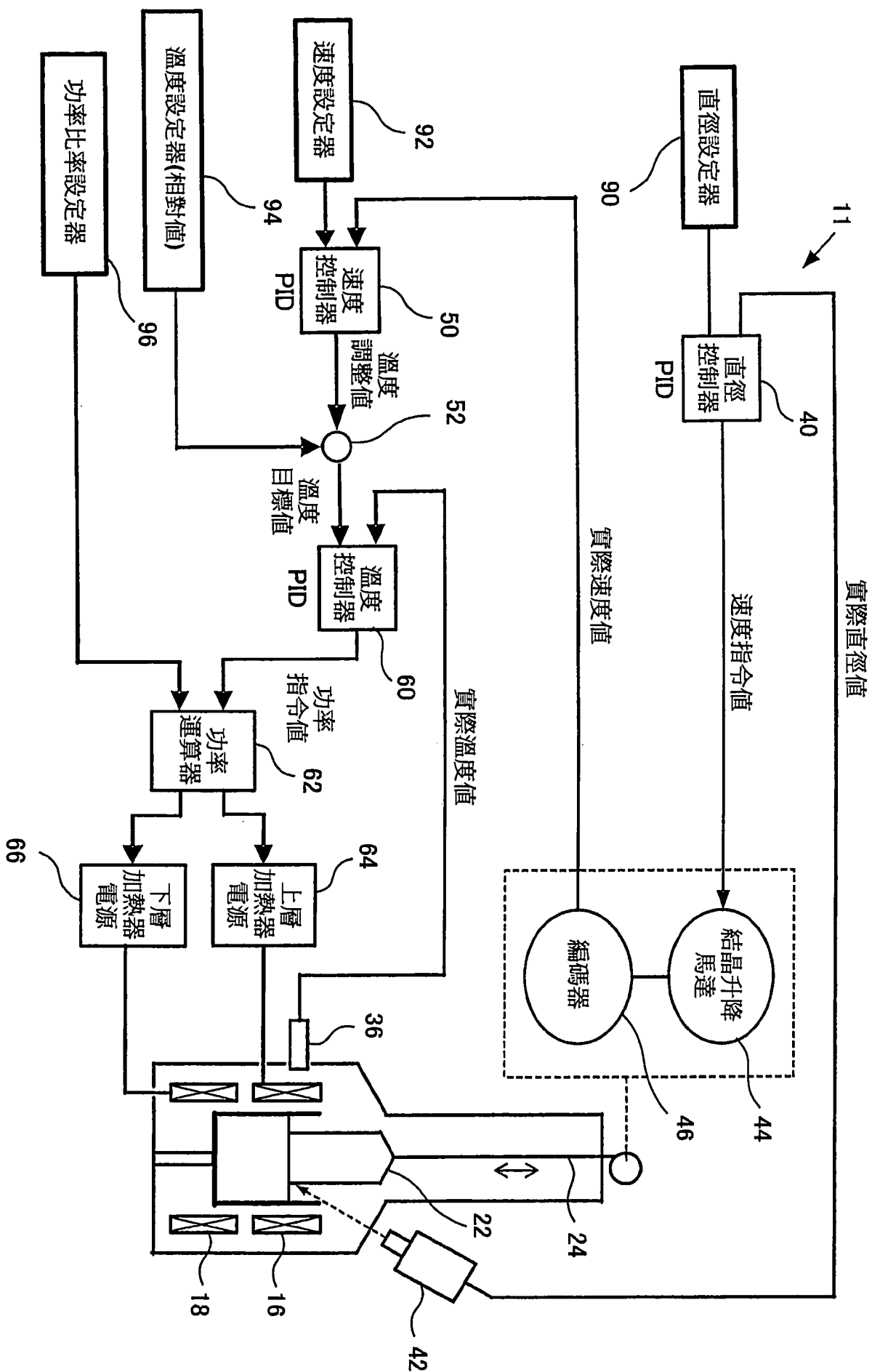
五、中文發明摘要：

本發明係使用複數層加熱器的捷可拉斯基單結晶製造裝置，將改善結晶直徑的控制性。為控制結晶直徑而操控拉晶速度。為使拉晶速度能接近既定速度設定值，且使加熱器溫度接近既定溫度目標值，便操控複數層加熱器(16,18)的功率。加熱器(16,18)的功率比率係控制呈與既定功率比率設定值一致狀態。功率比率設定值係配合結晶拉晶長度而進行變化，並隨該變化而使加熱器溫度進行變化，此便將成為直徑控制的擾動。為將該擾動進行補償，便在決定溫度目標值基礎的溫度設定值中，追加隨功率比率設定值變化，所產生的加熱器溫度變化。所以，溫度設定值便將隨功率比率設定值的變化，而變化為適合目前功率比率設定值的數值。

六、英文發明摘要：

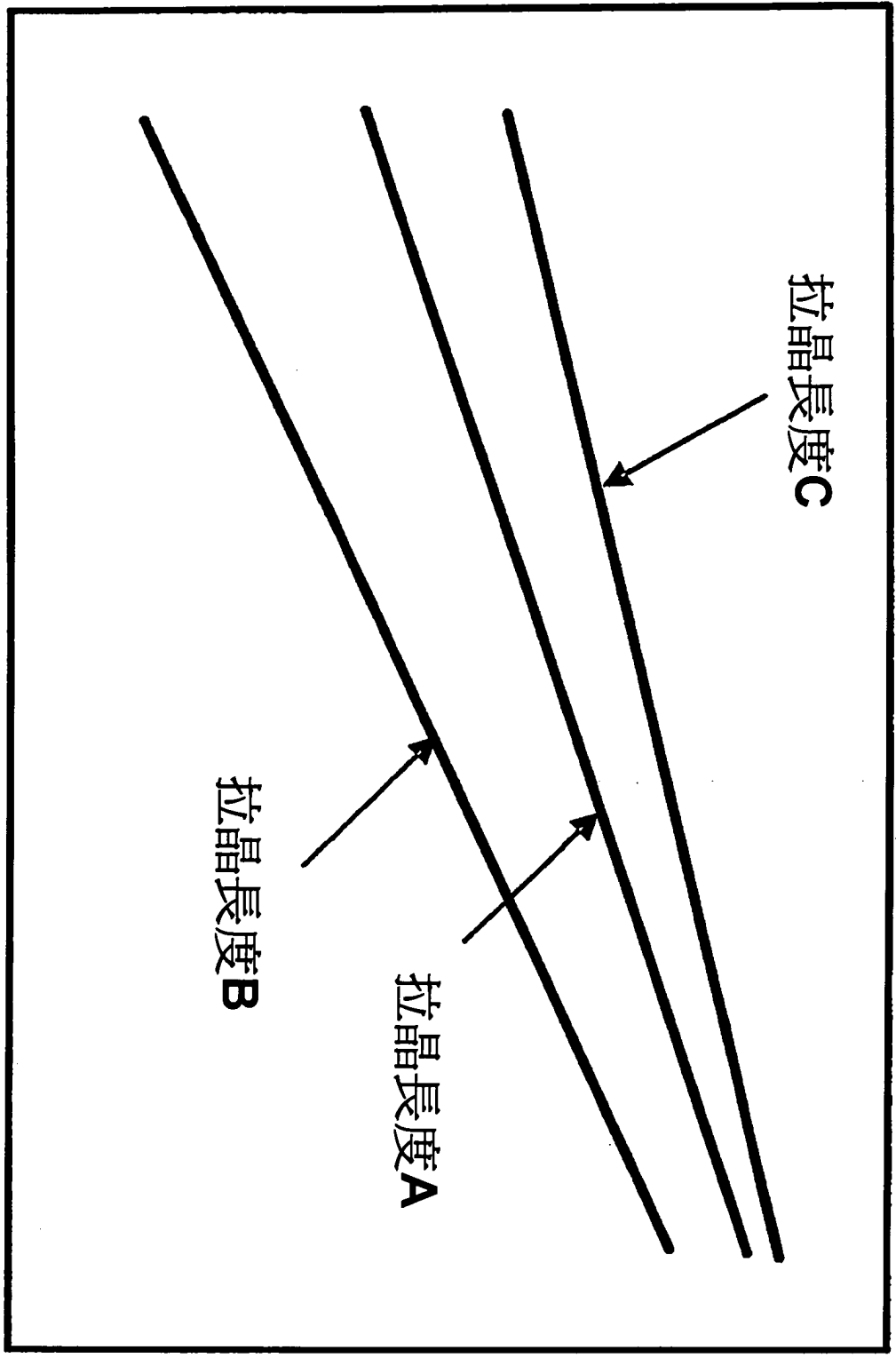


第1圖



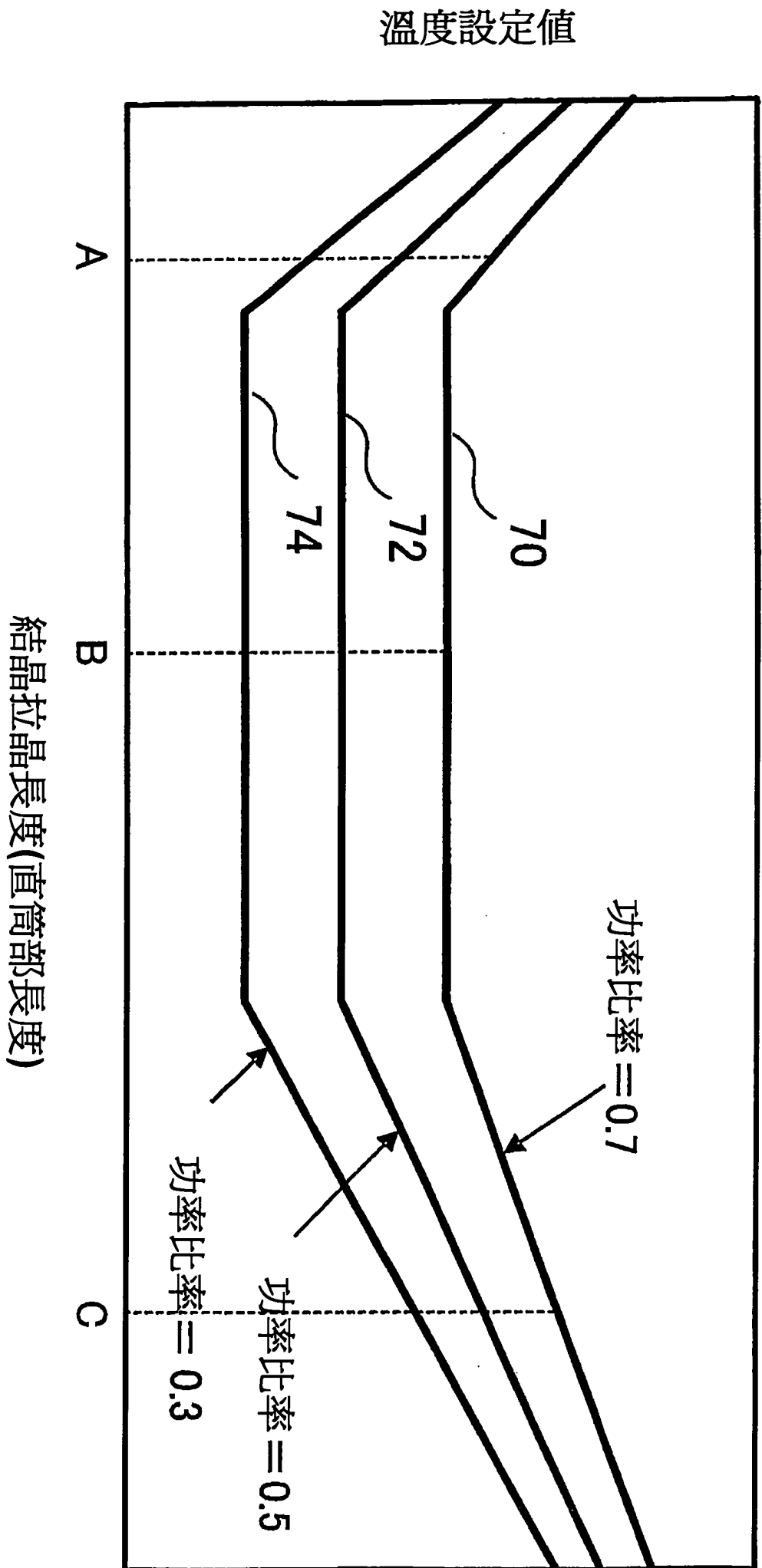
第2圖

高溫計設定溫度

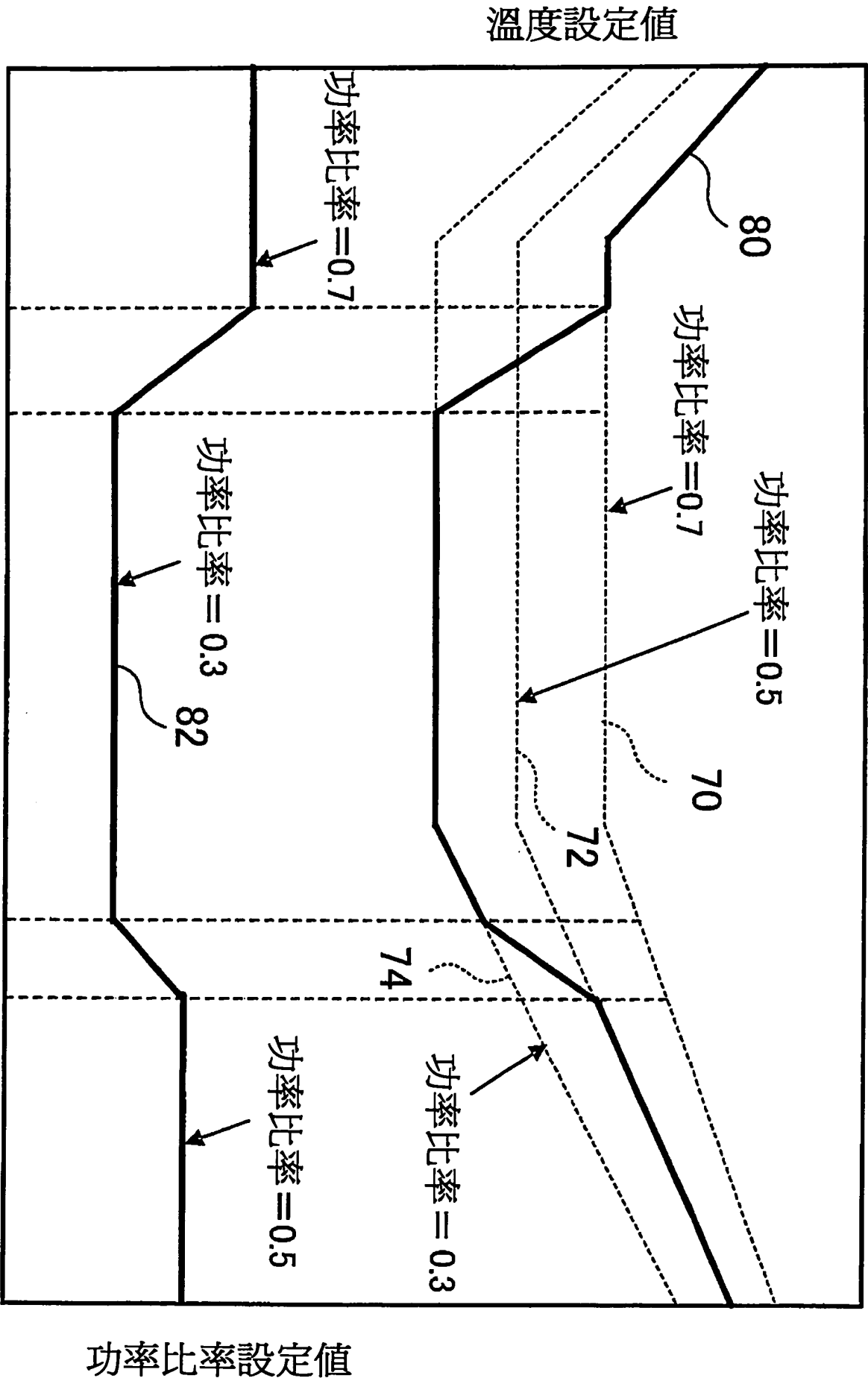


功率比率

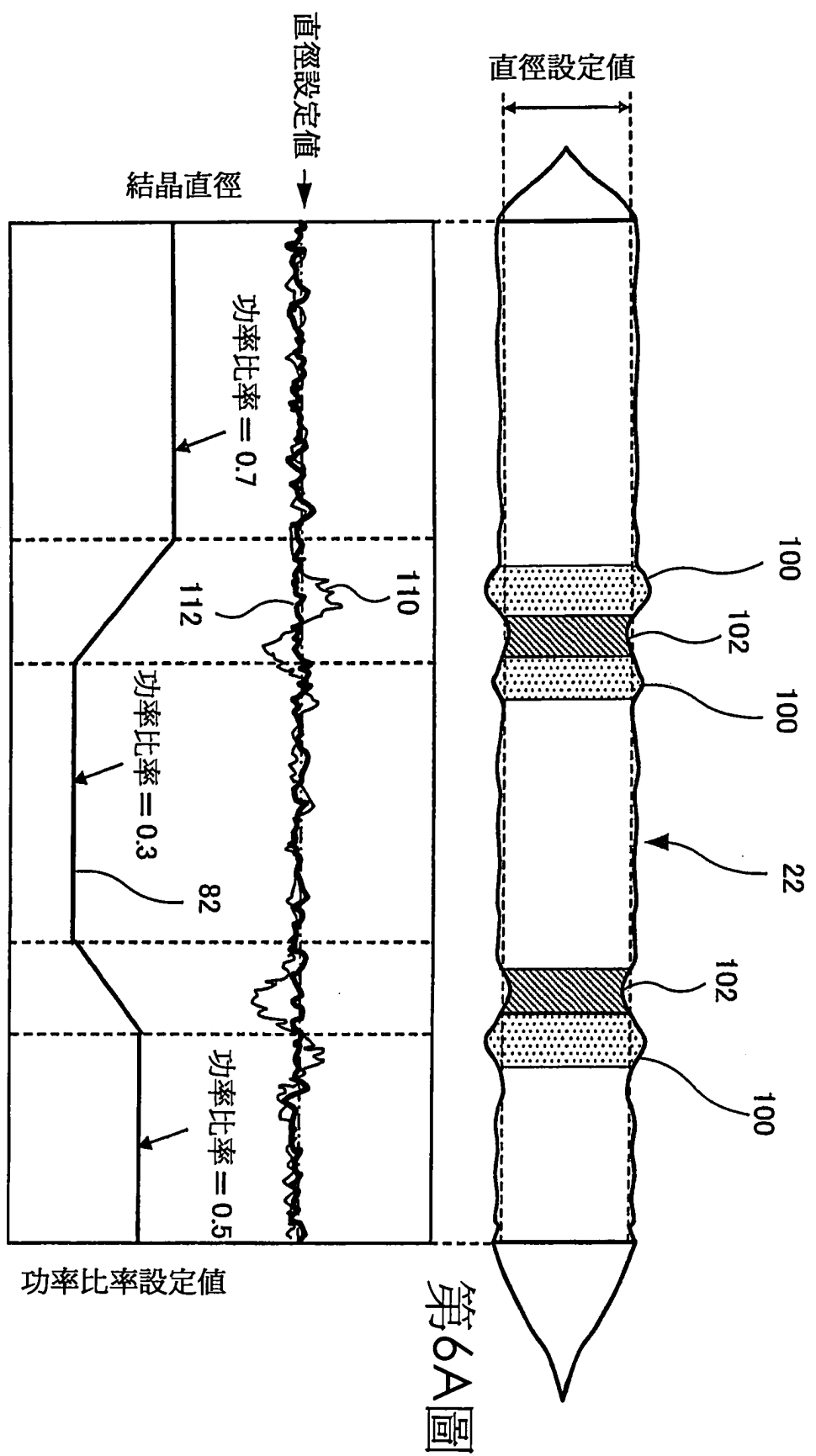
第3圖



第4圖



第5圖



第6A圖

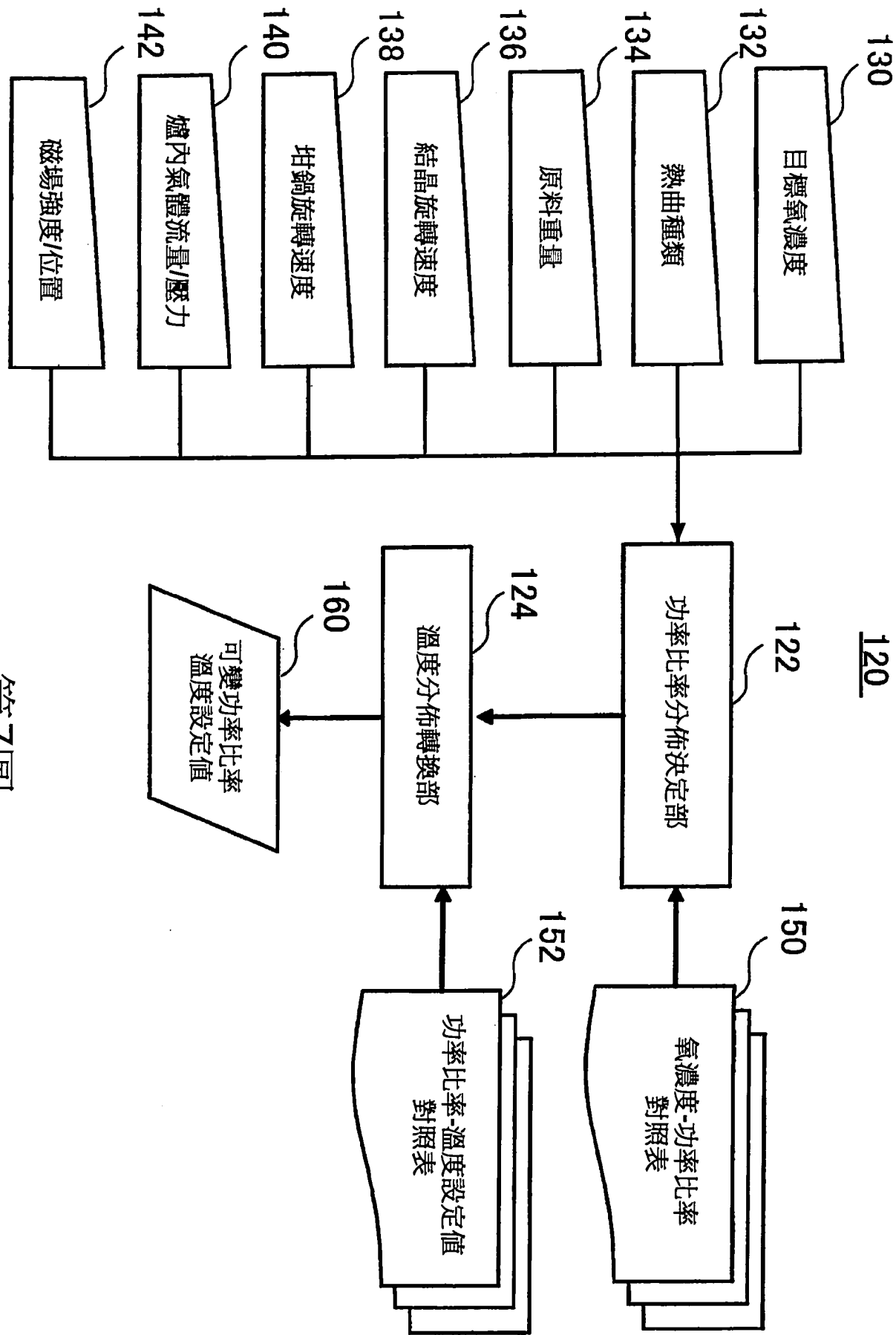
第6B圖

範例

82: 功率比率設定值

110: 使用固定功率比率溫度設定值時的結晶直徑

112: 使用可變功率比率溫度設定值時的結晶直徑



第7圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|------------|-----------|
| 10~結晶製造裝置； | 12~處理室； |
| 13~熱區(爐)； | 14~坩堝； |
| 16~上層加熱器； | 18~下層加熱器； |
| 20~熔融液； | 22~單結晶； |
| 24~拉晶線； | 26~熱遮蔽筒； |
| 28~熱遮罩； | 30~絕熱筒； |
| 32~底部絕熱材； | 34~玻璃窗； |
| 36~高溫計。 | |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

年	月	日	修正替換頁
100	07	05	

十、申請專利範圍：

1. 一種單結晶製造裝置，利用捷可拉斯基法施行的單結晶製造裝置(10)，包括：

複數層加熱器(16, 18)，對坩堝(14)施行加熱；

升降裝置(44)，從該坩堝(14)中將結晶(22)拉晶；

溫度測定器(36)，對該單結晶製造裝置(10)的既定部位處，因該加熱器(16, 18)的加熱而產生之加熱溫度進行測定；

直徑測定器(42)，測定該結晶(22)直徑；

速度測定器(46)，測定該升降裝置(44)的拉晶速度；
以及

控制裝置(11)，對該升降裝置(44)的該拉晶速度與該複數層的加熱器(16, 18)功率進行控制，而該控制裝置(11)係設定：直徑設定值、速度設定值、可變功率比率溫度設定值(80)、及功率比率設定值(82)，並輸入從該溫度測定器(36)、該直徑測定器(42)及該速度測定器(46)所獲得的測定值，在使該複數層的加熱器(16, 18)功率比率追隨該功率比率設定值(82)之情況下，根據從該溫度測定器(36)、該直徑測定器(42)及該速度測定器(46)所獲得的測定值、以及該直徑設定值、該速度設定值、及該可變功率比率溫度設定值(80)，對該升降裝置(44)的該拉晶速度、與該複數層的加熱器(16, 18)功率進行控制；

其中，該功率比率設定值(82)係配合結晶拉晶步驟的進行狀態而進行變化；

該可變功率比率溫度設定值(80)係依成為該功率比率設定值(82)目前值所對應溫度值的方式，隨該功率比率設定值(82)的變化進行變化；

該可變功率比率溫度設定值(80)，係設定成對因該功率比率設定值(82)變化，所產生的該加熱溫度測定值變化進行補償之方式，其中係預先準備定義在因該功率比率設定值(82)變化而產生變化的該加熱溫度測定值，與獲得該測定值時點的結晶(22)位置間之關係的數據對照表，並根據該數據對照表設定可變功率比率溫度設定值(80)。

2. 如申請專利範圍第 1 項之單結晶製造裝置，其中，該可變功率比率溫度設定值(80)，係當該功率比率設定值從第 1 比率值變化為另一第 2 比率值時，便從該第 1 比率所對應的第 1 固定功率比率溫度設定值(70 或 74)，偏移至該第 2 比率所對應的第 2 固定功率比率溫度設定值(74 或 72)。

3. 如申請專利範圍第 1 項之單結晶製造裝置，其中，該控制裝置(11)係依該直徑測定值接近該直徑設定值的方式，對該拉晶速度進行控制，並依該拉晶速度測定值接近該速度設定值的方式，調整該可變功率比率溫度設定值，而決定溫度目標值，然後，在該複數層加熱器(16, 18)的功率比率追隨該功率比率設定值(82)之情況下，依使該加熱溫度測定值接近該溫度目標值的方式，對該複數層加熱器(16, 18)的功率進行控制。

4. 如申請專利範圍第 1 項之單結晶製造裝置，其中，

該控制裝置(11)係具有根據該功率比率設定值(82)、以及表示功率比率與該加熱溫度間之關係的資訊(152)，而計算出該可變功率比率溫度設定值的手段。

5. 一種單結晶製造方法，利用捷可拉斯基法施行的單結晶製造方法，包括：

利用複數層加熱器(16, 18)對坩堝(14)施行加熱的步驟；

從該坩堝(14)中將結晶(22)拉晶的步驟；

測定因該加熱器(16, 18)的加熱而產生加熱溫度的步驟；

測定該結晶(22)直徑的步驟；

測定該結晶(22)拉晶速度的步驟；

設定：直徑設定值、速度設定值、可變功率比率溫度設定值(80)、及功率比率設定值(82)的步驟；

在使該複數層加熱器(16, 18)的功率比率依循該功率比率設定值(82)的情況下，根據該加熱溫度、該直徑及該拉晶速度的測定值，以及該直徑設定值、該速度設定值、及該可變功率比率溫度設定值(80)，對該拉晶速度與該複數層加熱器(16, 18)的功率進行控制的步驟；

使該功率比率設定值(82)配合結晶拉晶步驟進行狀態進行變化的步驟；以及

依使該可變功率比率溫度設定值(80)成為該功率比率設定值(82)目前值所對應溫度值的方式，依循該功率比率設定值(82)的變化，使該可變功率比率溫度設定值(80)

年	月	日	修正替換頁
100	07	05	

進行變化的步驟；其中

該可變功率比率溫度設定值(80)，係設定成對因該功率比率設定值(82)變化，所產生的該加熱溫度測定值變化進行補償之方式，其中係預先準備定義在因該功率比率設定值(82)變化而產生變化的該加熱溫度測定值，與獲得該測定值時點的結晶(22)位置間之關係的數據對照表，並根據該數據對照表設定可變功率比率溫度設定值(80)。