



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I435958 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：097150583

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 25 日

(51)Int. Cl. : C30B13/14 (2006.01)

(30)優先權：2007/12/25 日本

2007-332559

(71)申請人：水晶系統股份有限公司 (日本) CRYSTAL SYSTEMS CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：進藤勇 SHINDO, ISAMU (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

JP 4-367585A

JP 5-43378A

JP 11-92271A

JP 2002-362997A

JP 2007-99602A

JP 2007-145611A

審查人員：李明翰

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：9 共 0 頁

(54)名稱

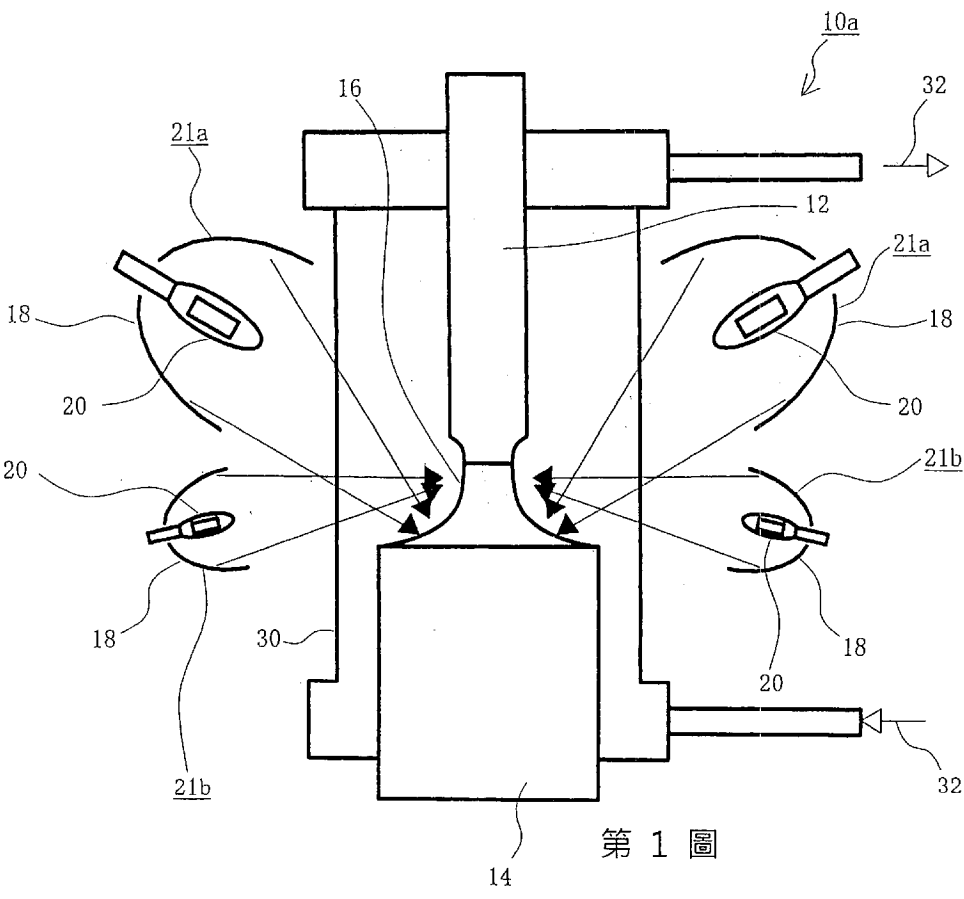
浮游帶域熔融裝置

FLOATING ZONE FURNACE

(57)摘要

本發明之目的為提供一種浮游帶域熔融裝置，其尤其可確實且穩定地進行大口徑試料棒之熔解，將所育成之結晶的固液界面形狀維持平坦，而可育成大口徑之單結晶。本發明之浮游帶域熔融裝置為紅外線集中加熱式之浮游帶域熔融裝置，其係將試料配置於以透明石英管構成的試料室內，且使氛圍氣體流入前述試料室內，於該狀態下使從複數個紅外線照射手段所照射的紅外線聚光於前述試料，俾對試料進行加熱熔融而獲得融液，且使該融液固化於種子結晶上而育成單結晶；其中，前述複數個紅外線照射手段係構成為：複數個下方照射型紅外線照射手段，係從斜上方朝下方照射紅外線；以及複數個上方照射型紅外線照射手段，係從斜下方朝上方照射紅外線。

The present invention provides a floating zone furnace being especially capable of stably and precisely melting a specimen rod with a large diameter, and bringing up single crystal with large diameter while maintaining a flat solid-liquid interface shape of the brought-up crystal, wherein the floating zone furnace is of an infra-red ray concentrated heating type, which introduces ambient gas into a specimen chamber made of transparent quartz tube while allocating a specimen inside the specimen chamber, whereby infra-red rays irradiated from a plurality of infra-red ray irradiation means are gathered upon the specimen to heat and melt the specimen in order to obtain melt, and the melt is then solidified upon seed crystal to bring up single crystal, in which the plurality of infra-red ray irradiation means are comprised by a plurality of bottom irradiative type infra-red ray irradiation means that irradiate infra-red rays from the top to the bottom obliquely, and a plurality of top irradiative type infra-red ray irradiation means that irradiate infra-red rays from the bottom to the top obliquely.



- 10a . . . 浮游帶域熔融裝置
- 12 . . . 試料棒
- 14 . . . 育成結晶
- 16 . . . 熔融部
- 18 . . . 旋轉橢圓面反射鏡(橢圓鏡)
- 20 . . . 紅外線燈
- 21a . . . 下方照射型紅外線燈單元
- 21b . . . 上方照射型紅外線燈單元
- 30 . . . 試料室
- 32 . . . 氛圍氣體

第 1 圖

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種紅外線集中加熱式之浮游帶域熔融裝置，係例如於棒狀試料之一部分照射紅外線而加熱、熔解，且藉由使該試料固化於種子結晶等上而育成棒狀單結晶。

【先前技術】

準備於橢圓面反射鏡(以下稱為橢圓鏡)之一方焦點位置配設有鹵素燈、氙氣燈等紅外線燈的紅外線燈單元，將從該紅外線燈單元放射出的紅外線聚光而集中於剩下的焦點位置，使設置於該處的固體試料(例如棒狀試料)局部加熱而熔解、析出，以作成單結晶的方法係被稱為浮游帶域熔融法，至目前為止已有很多利用此方法的浮游帶域熔融裝置和應用例。

該浮游帶域熔融法由於不使用坩鍋等容器即可熔解/析出試料，故沒有來自坩鍋等的污染，且由於可繼續進行棒狀試料(以下將棒狀試料稱為試料棒)之熔解/析出，故為可從調合為均質組成的棒狀試料中育成均質組成之單結晶之相當優良的方法。

另一方面，專供工業上使用的單結晶之育成方法為拉升法(pull method)。該方法係將原料放入白金、鉕等貴金屬製的坩鍋而使其熔解，於坩鍋中浸入種子結晶，使其長大後再拉升而育成大型單結晶者。

然而，於該拉升法中，有會導致坩鍋材混入結晶之中

而成為雜質，或添加物質之濃度無法為一定等缺點存在。

因此，若可藉由前述之浮游帶域熔融法來進行大型單結晶之育成，則該方法係具有以下之優點：

(1) 由於不使用坩鍋，故可降低成本；

(2) 由於無來自坩鍋的污染，故可製成高純度的單結晶製品；以及

(3) 使用均質組成之原料而可育成均質組成之單結晶；

故為在工業上相當有利的方法。

接著，針對使用前述浮游帶域熔融法的雙橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置，採用於第 8 圖所示之概念圖進行說明。

該雙橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置 100 係將橢圓鏡 108 於棒柱試料 102 之左右各配置 1 個，將分別設定於其焦點位置的紅外線燈 110 之光分別集中於共有第 2 焦點的中心位置，在此使棒狀試料 102 熔解，且復藉由使棒狀試料 102 之熔解、析出持續進行而育成單結晶者。又，符號 106 為熔融部分，104 為育成結晶。

該浮游帶域熔融裝置 100 中，由於在圖之近與遠方向並沒有光線照射，故例如於直徑 10mm 的棒狀試料 102 之表面設置溫度檢測端子，且在不使棒狀試料 102 旋轉之前提下測定棒狀試料 102 之溶解部份的溫度分佈時，在與紅外線燈 110 相對向之方向（圖之左右方向）和與該方向成直角之方向（圖之遠近方向）間會有較大的溫度差，而有難以進行均質之熔解、析出之缺點。

因此，為了彌補此缺點，開發有一種亦於雙橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置 100 之遠近方向設置紅外線燈，使用合計 4 個橢圓鏡的四橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置（未圖示）（例如，參照後述之專利文獻 1）。

上述裝置與雙橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置 100 相比，其水平方向之溫度分佈有明顯的改善，而可育成良質的單結晶。

然而，即使使用上述四橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置，也僅能合成直徑最大 1 英吋左右的單結晶，雖作為研究用而言相當充分，但若要育成工業上所需要之直徑超過 4 英吋（約 100mm）的大口徑單結晶卻非常困難。

造成上述問題最大的原因，是因為若以紅外線熔解試料則會使試料吸收紅外線，因此隨著從表面不斷地被吸收，紅外線之強度（或量）會減少，故即使欲形成大量融液也因無法使紅外線到達中心位置，而無法提昇中心部之溫度，也無法形成大量之融液，因此無法育成大口徑單結晶。

另外，於該等習知方法中，例如即使形成了大量的融液，也因該融液會落下而無法穩定地保持，因此無法進行穩定的單結晶育成。

因此，接著開發一種如第 9 圖所示地斜向配置 4 個橢圓鏡 108，且可從斜上方將紅外線照射在棒狀試料 102 的傾斜四橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置 200，藉此即可一邊抑制融液之落下，一邊形成大量之融液，以進行大口徑之

單結晶育成（例如，參照後述之專利文獻 2）。

（專利文獻 1）日本特開平 9-235171 號公報

（專利文獻 2）日本特開 2007-99602 號公報

【發明內容】

（發明所欲解決的課題）

然而，若實際使用該傾斜四橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置 200 進行單結晶育成，則雖可藉由來自斜上方的紅外線照射而容易地保持大量之融液（不使融液落下而將單結晶育成為大口徑），但難以熔解棒狀試料 102 的情形卻增加。

另外，僅利用紅外線燈 110 而形成大量的高熔點物質之融液，有時會導致紅外線燈 110 之負擔過大。亦即，為了提昇紅外線燈 110 之輸出，可考慮提昇燈絲的溫度，或加大燈絲的大小等手段。然而，提昇燈絲溫度也有其極限，即使增大燈絲之大小則也會導致聚光部的大小擴大，且提昇融液溫度之效果不佳之問題點。

因此，為了解決上述問題點，必須開發新的浮游帶域熔融裝置。

有鑑於上述現狀，本發明之目的為提供一種浮游帶域熔融裝置，其可穩定且確實地進行大口徑試料棒的熔解，且將所育成的單結晶固液界面形狀維持為平坦，而可育成大口徑單結晶。

另外，本發明之目的為提供一種浮游帶域熔融裝置，可藉由儘可能地減輕紅外線燈的負擔，而可進行更為實際

的大口徑單結晶育成。

(解決課題的手段)

本發明係為了達成如上所述之習知技術中的課題及目的而研發者，

本發明之浮游帶域熔融裝置，

係紅外線集中加熱式之浮游帶域熔融裝置，係將試料配置於以透明石英管構成的試料室內，且使氛圍氣體流入前述試料室內，於該狀態下使從複數個紅外線照射手段所照射的紅外線聚光於前述試料，俾對試料進行加熱熔融而獲得融液，且使該融液固化於種子結晶上而育成單結晶，其中，

前述複數個紅外線照射手段係由以下手段所構成：

複數個下方照射型紅外線照射手段，係從斜上方朝下方照射紅外線；以及

複數個上方照射型紅外線照射手段，係從斜下方朝上方照射紅外線。

如上所述，從上方至下方、及從下方至上方的2種方向照射紅外線，藉由從上方至下方的紅外線照射，可進行育成結晶之固液界面控制；藉由從下方至上方的紅外線照射即可有效且穩定地熔解試料，因此即使是大口徑的試料也可確實地進行加熱熔解，且可藉由進行所形成的大量融液和育成結晶之固液界面的形狀控制而穩定地育成大口徑的單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述複數個下方照射型紅外線照射手段和複數個上方照射型紅外線照射手段係以前述試料之軸為中心而等間隔地設置；

當從上方辨視兩組紅外線照射手段時，

以單一個上方照射型紅外線照射手段位於以等間隔設置的複數個下方照射型紅外線照射手段之各隙縫內的方式，將其各者之位置錯開而配置。

只要於如上所述地等間隔排列的下方照射型紅外線照射手段之各隙縫內配置排列於下段的上方照射型各紅外線照射手段，即可使彼此的排列間角度接近，而可提昇整體之聚光效率。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段，

係為於將內面作為反射面使用的旋轉橢圓面反射鏡之一方之焦點設有紅外線燈的紅外線燈單元。

如上所述，若紅外線照射手段為紅外線燈單元，則不但可有效地產生必要照射量之紅外線，而且由於只要更換紅外線燈即可重複使用，故可抑制製品成本。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段，

為藉由雷射而放射紅外線的雷射振盪器。

如上所述，若紅外線照射手段為雷射振盪器，則由於指向性高，故不需要使用如上述紅外線燈單元之旋轉橢圓面反射鏡，例如可確實地熔融試料之定點而穩定地獲得大

量融液。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述下方照射型之紅外線照射手段和上方照射型之紅外線照射手段，係構成可分別獨立地進行其位置控制。

如上所述，若可分別獨立地對配置於下方向與上方向的旋轉橢圓面反射鏡進行控制，則可調整試料之加熱熔融程度而調整單結晶之直徑、育成速度。另外，例如若個別地控制旋轉橢圓面反射鏡，則可調整欲育成的單結晶之形狀，藉此即可育成具有圓柱狀或角柱狀等形狀的大口徑且良質的單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述下方照射型之紅外線照射手段和上方照射型之紅外線照射手段，係分別具有可獨立地調整紅外線之照射角度及照射量的照射位置調整機構。

如上所述，若具有照射位置及照射量調整機構，即可一邊因應試料之材質、狀態而調整熔融狀態，一邊調整育成結晶之固液界面形狀，而穩定地育成大口徑之單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段係具有以配置有前述試料之位置為中心而朝放射方向水平移動的水平位置調整機構。

如上所述，若具有水平位置調整機構，則可輕易地將焦點位置配置在配合試料粗細、光吸收特性、以及欲育成的單結晶之口徑程度的最佳位置，藉由進行因應單結晶口徑的最佳光學配置，即可穩定地育成單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，

以包圍前述試料之周圍的方式設有管狀的試料加熱手段。

採用如上所述的構成，即可將試料棒之溫度預先維持於高溫，與例如僅以紅外線照射手段熔解高熔點之試料棒時相比較，更可穩定地進行單結晶育成。

此外，即使紅外線照射於該管狀試料加熱手段，也會因該管狀試料加熱手段而使紅外線被吸收而無法到達試料。

因此，可抑制因在試料棒斜向照射有紅外線而使熔解遲緩地進行，而成為容易產生不連續熔解之組成變動之原因而使均質組成之單結晶育成難以進行，而可進行高品質的單結晶育成。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，係設有控制前述試料加熱手段之位置的位置控制機構。

如上所述，若可控制試料加熱手段之位置，則可配合試料棒之熔融部位而使試料加熱手段移動，藉此即可僅於試料棒之所期望部位照射紅外線而進行試料棒之熔融。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，係以包圍前述育成結晶之周圍的方式設有管狀之結晶加熱手段。

若採用如上所述之構成，則將單結晶之固液界面附近的溫度維持於高溫所需的熱量並非只仰賴紅外線照射手段，也可藉由來自結晶加熱手段的熱量而填補育成單結晶所需的熱量而維持高溫，藉此即可育成大口徑的單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置係設有控制前述結晶加熱手段之位置的位置控制機構。

如上所述，若可控制結晶加熱手段之位置，則不但可配合單結晶之育成程度而移動結晶加熱手段，同時可藉由該結晶加熱手段因應需要而遮蔽從下方朝上方照射的紅外線，使得育成結晶側之固液界面形狀之控制變得容易，因此可育成良質且大口徑的單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，係於前述試料及育成結晶之周圍設置有：具備用以限制由前述紅外線照射手段所照射的紅外線之照射量的遮蔽構件，而可使該遮蔽構件與育成結晶之旋轉及移動同步之機構。

若採用如上所述之構成，則即使為於單結晶育成之際易成為扁平而難以大口徑化之材質時，只要配合育成單結晶的方位，使遮蔽構件與育成結晶同步而旋轉、移動，即可恆常地限制來自一定方向的紅外線照射量。因此，即可育成圓柱狀或角柱狀等形狀之單結晶，藉此而可育成大口徑之單結晶。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，於前述試料室之內壁與試料之間係設有由透明石英所構成的導氣管，

該導氣管係用以將於前述試料之加熱熔融時所產生的蒸發物與前述氛圍氣體一起有效率地排出至試料室外。

藉由如上所述構成，由於可將在試料之加熱熔融時所產生的蒸發物與氛圍氣體一起有效率地排出至試料室外，故於以透明石英管構成的試料室之內壁不會附著由蒸發物

所產生的析出物，而可進行穩定的單結晶育成。

另外，藉由設置導氣管，且將該導氣管與試料或軸狀的試料支持部間之間隙縮小至不會對通常使用中造成阻礙的程度，藉此即使不大量提昇氛圍氣體之供給量，也可相對地使氛圍氣體在導氣管內的流速增大。

因此，從熔解部產生之來自蒸發物的微粒子，由於係與氛圍氣體一起急速地被排出至試料室外，故不僅可抑制蒸發物對於透明石英管製之試料室內壁的附著，也可抑制對於該導氣管內壁的附著，而可長時間穩定地使用。

此外，由於導氣管由透明石英所構成，故不會遮蔽到從紅外線照射手段所照射的紅外線，而可使導氣管之下部接近熔融部而育成單結晶，也可使蒸發物之排出效果更加增大。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，位於前述導氣管之前述試料的被加熱熔融側的端部之形狀，係構成為比其他部位更擴徑。

亦即，導氣管之內徑與試料或支撐試料的軸狀試料支持部之大小間的間隙若越小，越可增大氛圍氣體之流速，雖可增大蒸發物之排出效果而較為有利，但有導氣管之內徑越小則導入蒸發物之效果越小的缺點。

因此，為了克服如上所述之缺點，在將導氣管之內徑儘可能地縮小至所需最小限度的前提下，為了使蒸發物之導入效果成為最大，故於導氣管前端部附加比其他部位更擴徑後之形狀的蒸發物集積管極有效果。

藉由設置如上所述形狀的導氣管，且使該導氣管之下部接近熔融部而配置，即可將於試料棒之加熱熔融時所產生的蒸發物之幾乎全部導入導氣管內而朝試料室外排出。

因此，可使停留於試料室內部而附著於透明石英管製之試料室內壁的析出物之量變得極少。

因此，即使於易蒸發物質之長時間的單結晶育成中，也幾乎不會於透明石英管內壁產生析出物，而可進行長時間穩定的單結晶育成。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，係構成為能以使通過前述導氣管內部的氛圍氣體之流速成為每秒 10cm 以上之速度的方式導入氛圍氣體。

亦即，從熔融部自然蒸發的蒸發物係因熱對流而流向上側，且就這樣擴散而附著於周圍的透明石英管之內壁。

此時，當氛圍氣體之流量大、流速大時，該蒸發物即會與氛圍氣體一起被排出至試料室外。

因此，只要以使通過導氣管內部的氛圍氣體之流速成為每秒 10cm 以上的方式導入氛圍氣體，即可有效地抑制析出物附著於透明石英管內壁。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，係具有用以將從前述試料室內排出的氛圍氣體再度供給至試料室內的循環裝置。

另外，本發明之浮游帶域熔融裝置，其中，前述循環裝置係構成為：

利用過濾器構件將與前述氛圍氣體一起排出的前述

試料之加熱熔融時所產生的蒸發物予以分離，而僅使前述氬圍氣體供給至前述試料室內。

若為如上所述的循環裝置，則由於可將蒸發物與氬圍氣體一起排出至試料室外，且僅使藉由過濾器構件將蒸發物分離後的氬圍氣體進行循環，故可將以石英管構成的試料室之內壁維持在經常清淨的狀態，而可持續進行穩定的育成單結晶。

（發明之效果）

依據本發明，若以從下方向與上方向之兩種方向對試料照射紅外線的方式將複數個紅外線照射手段兩段配置，且一邊獨立地控制各個紅外線照射手段，一邊配合實際之熔融性質狀態而控制各自的紅外線照射角度及紅外線照射量，藉此，可提供一種浮游帶域熔融裝置，其係使用大口徑試料棒而育成所期望的大口徑單結晶。

另外，藉由設置試料加熱手段和結晶加熱手段，而可提供一種減輕紅外線照射手段之負擔的浮游帶域熔融裝置。

【實施方式】

以下，參照圖式詳細說明本發明之實施形態（實施例）。

第1圖為使用本發明之下方照射型和上方照射型兩者之紅外線照射手段的浮游帶域熔融裝置之第1實施例的概略圖，為使用紅外線燈單元作為紅外線照射手段的浮游帶域熔融裝置。

本發明之浮游帶域熔融裝置係例如於棒狀試料之一

部份照射紅外線而加熱、溶解，且使其固化於種子結晶等上而育成棒狀單結晶。

又，於本說明書中所使用的下方照射型之「下方」，係指以水平線為基準的 0° 至 90° 之範圍內者，「上方」係指以水平線為基準的 0° 至 -90° 之範圍內者，其各者並非將水平方向及垂直方向除外者。

另外，本說明書中之所謂「種子結晶」，係指使用浮游帶域熔融裝置育成大口徑單結晶時，結晶的最初形態，所謂「育成結晶」係指育成中之單結晶。

如第 1 圖所示，本發明之浮游帶域熔融裝置 10a 係構成為於以透明石英管構成的試料室 30 內配置試料棒 12，並且使氛圍氣體 32 流入該試料室 30 內，於該狀態下使從複數個紅外線燈 21 所照射的紅外線聚光於試料棒 12，並對試料棒 12 進行加熱熔融而獲得融液，且藉由使該融液固化於種子結晶上而育成單結晶。

又，複數個紅外線燈單元 21 係由旋轉橢圓面反射鏡 18（以下簡稱橢圓鏡 18）與紅外線燈 20 所構成，且以包圍試料棒 12 的方式配置。

此外，該等紅外線燈 21 係於試料棒 12 所在的中心位置中彼此共有其焦點。

在紅外線燈單元 21 之各個橢圓鏡 18 的聚光側之相反側的焦點位置係配置有紅外線燈 20，從該紅外線燈 20 之燈絲所發出的紅外線係由橢圓鏡 18 反射，而聚光於另一方之焦點且加熱試料棒 12。

又，就紅外線燈 20 而言，可使用鹵素燈、氙氣燈等紅外線燈。

如上所述而構成的複數個紅外線燈單元 21 係由下述構件所構成：下方照射型紅外線燈單元 21a，以從一方焦點朝另一方之焦點的直線朝下方傾斜的方式配置；以及上方照射型紅外線燈單元 21b，以從一方焦點朝另一方之焦點的直線朝上方傾斜的方式配置。

首先，下方照射型紅外線單元 21a 係設置為使被橢圓鏡 18 之反射面所反射的紅外線從斜上方照射至試料棒 12。下方照射型紅外線燈單元 21a 之設置數量係以 4 個以上為佳，但未特別限定於此，可適當加以變更。

另一方面，上方照射型紅外線燈單元 21b 係設置為使被橢圓鏡 18 之反射面所反射的紅外線從下方照射至試料棒 12。此上方照射型紅外線燈單元 21b 之設置數量也是以 4 個以上為佳，但並未特別限定於此。

如上所述，下方照射型紅外線燈單元 21a 以及上方照射型紅外線燈單元 21b 係以試料棒 12 為中心而等間隔地設置，於本實施例中，各 4 個的紅外線燈單元係間隔 90 度而設置。

又，下方照射型紅外線燈單元 21a 及上方照射型紅外線燈單元 21b 係設有調整紅外線照射角度及照射量的照射位置調整機構（未圖示），藉此，而可配合試料棒 12 之大小、材質，及照射於試料棒 12 的紅外線之照射角度、照射量等，而於所期望的位置設置前述紅外線燈 21a、21b。

更且，除了照射位置調整機構之外，亦具有以配置有試料棒 12 之位置為中心而朝放射方向水平移動的水平位置調整機構（未圖示），藉由前述兩種類之位置調整機構，可將紅外線燈單元 21a、21b 設置於所期望的位置。

藉由該等位置調整機構，被紅外線燈單元 21a、21b 之橢圓鏡 18 的反射面所反射的紅外線係分別從斜上方及斜下方照射至單結晶成長部及試料棒 12 的熔融部 16，即使在單結晶之口徑較大時也可使育成結晶 14 與熔融部 16 間的固液界面形狀穩定化。

尤其是下方照射型的紅外線燈單元 21a 係可藉由調整紅外線燈單元 20 之照射量和照射位置，而防止試料棒 12 之經熔融的融液從育成結晶 14 上落下。亦即可藉由以前述位置調整機構對育成結晶 14 之固液界面狀態恆常地進行控制，而可將結晶育成至成為大口徑單結晶為止。

另外，上方照射型的紅外線燈單元 21b 係藉由特別將紅外線照射於試料棒 12 之熔融部 16，而可特化於試料棒 12 之熔融進而穩定地獲得大量融液。

而且，藉由將前述紅外線燈單元 21a、21b 分別獨立進行控制，即可從大口徑之試料棒 12 獲得例如直徑 100mm 左右的大口徑單結晶。對於紅外線單元 21a、21b 之控制，可藉由另外設置例如習知之控制裝置等而分別獨立進行控制。

另外，於本實施例中，下方照射型紅外線燈單元 21a 與上方照射型紅外線燈單元 21b 雖皆使用 4 個而構成，但

並不限於此數量，也可例如各為 6 個。又，較理想為，各個紅外線燈單元 21a、21b 之配置角度於 4 個時係偏移 90 度而配置，於 6 個時係偏移 60 度而配置。

又，於下方照射型之紅外線燈單元 21a 之彼此相鄰的縫隙間配置位於下段的上方照射型紅外線燈 21b，藉此可使彼此之角度接近，而提昇整體之聚光效率。

另外，就下方照射型紅外線燈單元 21a 及上方照射型紅外線燈單元 21b 之設置角度而言，如上所述，下方照射型係以水平線為基準的 0° 至 90° 之範圍，上方照射型係以水平線為基準的 0° 至 -90° 之範圍，若在上述範圍內則無特別限定。較理想為，下方照射型為以水平線為基準的 25° 至 35° 之範圍，上方照射型為以水平線為基準的 0° 至 -5° 之範圍。

若於如上所述角度設置下方照射型紅外線燈單元 21a 及上方照射型紅外線燈單元 21b，則會使融液的保持變得容易，而可穩定地育成單結晶，並且可抑制試料遲緩地熔解的現象，而使固液界面穩定，且使高品質之單結晶的育成容易進行。

另外，就適用於紅外線燈單元 21a、21b 的橢圓鏡 18 之材質、形狀、製造方法等而言，也可採用例如於專利文獻 2 中記載之習知技術者。

接著，對於藉由如上所述之浮游帶域熔融裝置 10a 而進行的單結晶育成方法進行說明。

在如第 1 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10a 形成有以石

英管構成的試料室 30，試料棒 12 係收容於試料室 30 之中。另外，於浮游帶域熔融裝置 10a 係設有壓力控制手段以及環境控制手段，藉此可使試料室 30 內為真空狀態，或使氛圍氣體 32 流通。

試料棒 12 係於前述由石英管所構成的試料室 30 內，以通過聚光側焦點位置的方式於上下方向設置，其上端側則由軸（shaft）狀的試料棒支持部（未圖示）所支持。

另一方面，使育成結晶 14 成長的種子結晶之下端側係由軸狀的育成結晶支持部（未圖示）所支持。

前述各支持部係成為可經由安裝於該等支持部的驅動部而可藉由驅動裝置進行朝上下方向的移動及以試料棒 12 之軸為中心的旋轉。

該等構件係被收納於收納體內，操作者藉由另外的控制盤而隨著試料棒 12 之移動進行紅外線燈單元 21a、21b 之橢圓鏡 18 的位置調整和紅外線燈 20 之電壓調整等各種操作。

於收納體內設置有對熔融域進行攝像的 CCD 攝影機，操作者係一邊進行熔融域之觀察一邊控制對於紅外線燈 20 的施加電壓等。

又，紅外線燈單元 21a、21b 之紅外線燈 20 及橢圓鏡 18 係例如採用藉由風扇等而進行的空冷等而被冷卻。

於單結晶之育成開始時，使由試料棒支持部所支持的試料棒 12 之前端部與由育成結晶支持部所支持的種子結晶之前端部相對向，配置由石英管所構成的試料室 30 之

後，將紅外線燈 20 點亮，一邊使試料棒 12 以及種子結晶旋轉，一邊緩緩地使施加於紅外線燈 20 之施加電壓上升，而使其各前端部熔融。

在將雙方之前端部熔融的階段，使兩者接近而使各熔融部合體。此時，藉由使試料棒 12 及種子結晶兩方旋轉，並控制施加於紅外線燈 20 之施加電壓，而調整熔融部 16 之大小，形成穩定的熔融域。

在形成穩定的熔融域後，藉由驅動裝置以相同速度或使試料棒 12 之下降速度比種子結晶之下降速度更高速的方式等將試料棒 12 及種子結晶移動至下方（例如 0.1 至 100mm/h），使試料棒 12 之熔融與結晶的育成繼續進行，而育成棒狀之單結晶。

如上所述，依據本實施例之浮游帶域熔融裝置 10a，下方照射型之紅外線燈單元 21a 係專注於使固液界面形狀成為最適於育成高品質單結晶的形狀，上方照射型之紅外線燈單元 21b 則專注於熔融試料棒 12。

亦即，於 2 個相異的位置設置紅外線燈單元，且使紅外線燈單元 21a、21b 分別發揮不同的功效，藉此即可高品質且穩定地育成大口徑之單結晶。

接著，對於本發明之浮游帶域熔融裝置之第 2 實施例使用第 2 圖所示之概略圖進行說明。

第 2 圖所示之浮游帶域熔融裝置 10b 係基本上與於第 1 圖所示之實施例的浮游帶域熔融裝置 10a 為相同構成，故於相同構成構件附加相同元件符號而省略其詳細說明。

第 2 圖所示之浮游帶域熔融裝置 10b 係以包圍試料棒 12 之周圍的方式設置管狀試料加熱手段 22，在以包圍育成結晶 14 之周圍的方式設置管狀結晶加熱手段 24 之點上，與於第 1 圖所示之實施例的浮游帶域熔融裝置 10a 不同。

在如上所述的浮游帶域熔融裝置 10b 中，藉由使試料加熱手段 22 動作，即可預先將試料棒 12 之溫度維持於高溫，例如比起僅以紅外線燈 20 溶解高熔點試料棒 12 之情形時，更可穩定地育成單結晶。

另外，由於成為以試料加熱手段 22 將試料棒 12 之熔融部 16 以外之部位覆蓋的狀態，故該部份之由紅外線燈 20 所照射之紅外線照射量會減低，而成為可僅使試料棒 12 之所期望部位熔融。

因此，可抑制紅外線斜向照射於試料棒 12，溶解遲緩地進行而容易產生不連續的溶解，成為組成變動的原因而導致均質組成之單結晶育成困難的情形。

另外，藉由結晶加熱手段 24，則無須僅仰賴紅外線燈 20 供給用以將單結晶之固液界面附近的溫度維持於高溫的熱量，而可藉由來自結晶加熱手段 24 之熱量而填補單結晶育成所需的熱量，從而維持高溫。

另外，於試料加熱手段 22 及結晶加熱手段 24 係設有位置控制機構(未圖示)，藉此即可配合試料棒 12 之熔融狀態和育成結晶 14 之形狀等而移動位置。

又，試料加熱手段 22 及結晶加熱手段 24 係只要為可加熱試料棒 12 和育成結晶 14 者即可，但若考量到高溫下

的使用，較佳為使用碳化矽發熱體和白金線或添加銻 (Rhodium) 的白金線等所構成的試料加熱手段 22 及結晶加熱手段 24。

如上所述，若於第 1 圖所記載的浮游帶域熔融裝置 10a 復設有試料加熱手段 22 和結晶加熱手段 24，則可育成更高品質且大口徑的單結晶。

接著，對於本發明之浮游帶域熔融裝置之第 3 實施例，使用第 3 圖所示之概略圖進行說明。

第 3 圖所示之浮游帶域熔融裝置 10c 係基本上與第 1 圖所示之實施例的浮游帶域熔融裝置 10a 為相同構成，故於相同構成構件附加相同元件符號而省略其詳細說明。

第 3 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10c 係在試料棒 12 及育成結晶 14 之周圍設有用以限制由紅外線燈 20 所照射之紅外線照射量的遮蔽構件 26，此點與第 1 圖所示之實施例的浮游帶域熔融裝置 10a 不同。

在如上所述的浮游帶域熔融裝置 10c 中，係藉由於試料棒 12 及育成結晶 14 的周圍設置遮蔽構件 26，藉此限制由紅外線燈 20 所照射的紅外線之照射量。

又，遮蔽構件 26 只要為可限制紅外線之照射量者則為任何形狀皆可，例如第 4 圖(a)及第 4 圖(b)所示，較佳為在育成結晶 14 之周圍適當設置棒狀之遮蔽構件 26a、26b。

若如上所述地設置遮蔽構件 26，於單結晶育成時即使為容易成為扁平而難以大口徑化之材質，也可配合育成單結晶之方位，將遮蔽構件 26 與育成結晶 14 同步而經由驅

動裝置(未圖示)之驅動部 28 而旋轉，即可恆常地限制來自一定方向的紅外線照射量。

因此，可育成例如圓柱狀或角柱狀等形狀的單結晶，藉此可育成大口徑之單結晶。

又，遮蔽構件 26 之材質雖未被特別限定，但考慮到高溫下的使用，較佳為使用以礬土(alumina)或富鋁紅柱石(mullite)構成的遮蔽構件 26。

接著，對於本發明之浮游帶域熔融裝置之第 4 實施例，使用於第 5 圖及第 6 圖所示的概略圖進行說明。

第 5 圖及第 6 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10d 基本上係與第 1 圖所示的實施例之浮游帶域熔融裝置 10a 為相同構成，因此於相同的構成構件附加相同元件符號而省略其詳細說明。

於第 5 圖及第 6 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10d，係在試料室 30 之內壁與試料棒 12 之間設有以透明石英構成的導氣管 34，此點與第 1 圖所示之實施例的浮游帶域熔融裝置 10a 不同。

若如上所述地設置導氣管 34，則可將於試料棒 12 加熱熔融時所產生的蒸發物與氛圍氣體 32 一起有效率地排出至試料室 30 外。

又，如第 5 圖所示的導氣管 34 之形狀為直線狀，導氣管 34 之內徑與試料棒 12 或試料棒 12 間的間隙若越小則可增大氛圍氣體 32 之流速，或增大蒸發物之排出效果而較為有利，但導氣管 34 之內徑越小則導入蒸發物之效果會越

小。

因此，當導氣管 34 之內徑較小時，如第 6 圖所示的導氣管 34 使端部的形狀比其他部位更擴徑，藉此即可於將導氣管 34 之內徑縮小至所需最小限度的情形下，使蒸發物之導入效果良好。

再者，通過導氣管 34 之內部的氬圍氣體 32 之流速係以設定在每秒 10cm 以上為佳。

亦即，從熔融部 16 自然蒸發的熔融物，以往係藉由以熱而進行的對流而流向上側，且順勢擴散而附著於以透明石英管所構成的試料室 30 之內壁，但藉由如上所述地設定氬圍氣體 32 之流速，即可將蒸發物與氬圍氣體 32 一同朝試料室 30 外排出。

因此，可有效地抑制析出物對試料室 30 之內壁的附著。

接著，對於本發明之浮游帶域熔融裝置的第 5 實施例，使用第 7 圖所示的概略圖進行說明。

第 7 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10e，基本上係為與第 1 圖所示的實施例之浮游帶域熔融裝置 10a 相同的構成，故於相同的構成構件附加相同元件符號而省略其詳細說明。

第 7 圖所示的浮游帶域熔融裝置 10e 係設有將從試料室 30 內所排出的氬圍氣體 32 再度供給至試料室 30 內的循環裝置 36，此點與第 1 圖所示的實施例之浮游帶域熔融裝置 10a 不同。

又，循環裝置 36 係構成為以過濾器構件 38 將與氬圍氣體 32 一起排出之於試料棒 12 加熱熔融時所產生的蒸發物分離，且僅將氬圍氣體 32 供給至試料室 30 內。

若如上所述地具有循環裝置 36，則可不浪費地使用高價的氬圍氣體 32 而抑制單結晶育成之成本。

另外，由於將蒸發物與氬圍氣體 32 一同排出至試料室 30 外，且僅使藉由過濾器構件 38 而分離蒸發物後的氬圍氣體 32 循環，故可將由透明石英管構成的試料室 30 之內壁恆常地保在清淨的狀態而持續穩定地進行單結晶育成。

於上述第 1 至第 5 實施例中，雖使用由橢圓鏡 18 和紅外線燈 20 所構成的紅外線燈單元 21 作為紅外線照射手段之情形為例進行說明，但也可使用放射紅外線的雷射振盪器(未圖示)作為紅外線照射手段。

在使用雷射振盪器作為紅外線照射手段時，由於雷射光的指向性高，例如若從下方照射型之雷射振盪器所放射的紅外線雷射光被融液反射而照射至位於下段的上方照射型雷射振盪器，則有導致該雷射振盪器被破壞的可能性。

然而，下方照射型的雷射振盪器及上方照射型的雷射振盪器若以與前述紅外線燈單元之配置方法相同的方式，亦即依據數量差異而彼此偏移 90 度(配置 4 個時)或偏移 60 度(配置 6 個時)而進行配置，則該等雷射振盪器不會損壞而可適用於本浮游帶域熔融裝置。

又，就下方照射型之雷射振盪器及上方照射型之雷射

振盪器的設置角度而言，與前述之紅外線燈單元 21a、21b 相同地，只要為下方照射型為以水平線為基準之 0° 至 90° 的範圍內，上方照射型為以水平線為基準之 0° 至 -90° 的範圍內則並無被特別限定者，較佳為下方照射型為以水平線為基準的 25° 至 35° 之範圍內，上方照射型為以水平線為基準的 0° 至 -5° 之範圍內。

若於如上所述的角度設置下方照射型的雷射振盪器及上方照射型的雷射振盪器，則可使融液的保持變得容易，而可穩定地育成單結晶，並且可抑制試料遲緩地熔解的現象，而使固液界面穩定，易於育成高品質的單結晶。

以上，雖針對本發明之較佳實施形態進行說明，但本發明並不被限定於上述實施形態，例如亦可為將第 2 實施例與第 3 實施例組合後的構成，或將第 4 實施例與第 5 實施例組合後的構成。

另外，就下方照射型之紅外線照射手段和上方照射型之紅外線照射手段而言，雖以分別設置 4 個或 6 個的方式較佳，但例如亦可採用設置上方照射型紅外線照射手段 4 個、設置下方照射型紅外線照射手段 6 個等各自的數量不一致的方式，在不逸脫本發明之目的的範圍內可進行種種變更。

(實施例)

以下，對於使用了本發明之浮游帶域熔融裝置之實施例進行說明，但本發明並不被此實施例所限定。

(實施例 1)

以石英玻璃構成的 8 個橢圓鏡，係以彼此共有其中一方之焦點位置的方式設置於水平面上，於各橢圓鏡之另一方焦點位置則設置鹵素燈，以構成 8 個鹵素燈單元。於各鹵素燈則使用具有雙重螺旋構造之燈絲形狀的輸出 1000W 的燈。

接著，以將試料棒朝上下方向配置於橢圓鏡之中心的方式，藉由試料棒支持部而從上方支持口徑 20mm 之燒結試料棒，並且將種子結晶從下方支持於育成結晶支持部。

8 個鹵素燈單元之中，4 個鹵素燈單元是以試料棒為軸而間隔 90 度地設置，以紅外線會朝試料從斜上方照射至下方的方式配置成 30 度之角度。

另一方面，剩餘的另外 4 個鹵素燈單元，則以試料棒為軸而間隔 90 度地設置，並且以紅外線會朝試料從斜下方照射至上方的方式配置成 10 度之角度。此時，配置於上側的下方照射用之 4 個鹵素燈單元與配置於下側的上方照射用之 4 個鹵素燈單元係配置於從正上方觀察彼此錯開 45 度的位置。

接著，使試料棒之前端部與種子結晶之前端部相對向。

將石英管設置於如上所述構成的鹵素燈單元而成之橢圓鏡爐的周圍後，將 8 個鹵素燈點亮，一邊使試料棒及種子結晶旋轉，一邊緩穩地使施加於鹵素燈的施加電壓上升，且使其各前端部熔融。

在雙方之前端部熔融之階段，使兩者接近而使熔融部

合體。當形成有穩定的熔融體之後，一邊將試料棒及種子結晶等速地慢慢移動至下方，一邊繼續進行試料棒之熔融與結晶的育成而育成棒狀的單結晶。

可以輕易保持熔融體，且可穩定地育成口徑 55mm 的高品質單結晶。

(實施例 2)

除了以包圍試料棒之周圍的方式設置管狀試料加熱手段，復以包圍種子結晶(育成結晶)之周圍的方式設置管狀之結晶加熱手段，以試料加熱手段預先加熱試料棒，以結晶加熱手段持續加熱種子結晶之育成結晶以外，以與實施例 1 相同的條件育成棒狀的單結晶。

所育成的單結晶之口徑為 80mm，且為高品質之單結晶。

(實施例 3)

除了於試料棒及種子結晶之周圍配設棒狀的遮蔽構件，且於單結晶育成時限制從紅外線燈照射的紅外線之照射量以外，以與實施例 1 相同的條件育成棒狀的單結晶。

單結晶之口徑為 25mm，可育成角柱狀的高品質單結晶。

(實施例 4)

除了使用下方照射型和上方照射型雷射振盪器來取代下方照射型與上方照射型鹵素燈單元之外，以與實施例 1 相同的條件育成棒狀單結晶。

可輕易地保持熔融體，且穩定地育成口徑 25mm 的高

品質單結晶。

(比較例 1)

除了僅使用下方照射型之鹵素燈單元以外，以和實施例 1 相同的條件育成棒狀單結晶。

雖嘗試熔解口徑 20mm 的試料棒且欲保持熔融體，但因試料棒之熔解遲緩地進行，無法形成中心部易與下側之單結晶接觸且穩定的熔融體，故無法育成單結晶。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為使用了本發明之下方照射型與上方照射型兩者之紅外線燈單元的浮游帶域熔融裝置的第 1 實施例之概略圖。

第 2 圖為使用了本發明之下方照射型與上方照射型兩者之紅外線燈單元的浮游帶域熔融裝置的第 2 實施例之概略圖。

第 3 圖為使用了本發明之下方照射型與上方照射型兩者之紅外線燈單元的浮游帶域熔融裝置的第 3 實施例之概略圖。

第 4 圖為於第 3 圖所示之浮游帶域熔融裝置的俯視圖，第 4 圖(a)及第 4 圖(b)為遮蔽構件之實施例的概略圖。

第 5 圖為使用了本發明之下方照射型與上方照射型兩者之紅外線燈單元的浮游帶域熔融裝置的第 4 實施例之概略圖。

第 6 圖為表示使第 4 實施例之導氣管端部之形狀比其他部位更擴徑之狀態的概略圖。

第 7 圖為使用了本發明之下方照射型與上方照射型兩者之紅外線燈單元的浮游帶域熔融裝置的第 5 實施例之概略圖。

第 8 圖為於棒狀試料之一方側與另一方側設置橢圓鏡，俾從試料之水平方向照射紅外線的習知四橢圓鏡型浮游帶域熔融裝置的說明圖。

第 9 圖為將四橢圓鏡傾斜設置，俾從試料之斜上方照射紅外線的習知傾斜四橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置的說明圖。

【主要元件符號說明】

- 10a 浮游帶域熔融裝置
- 10b 浮游帶域熔融裝置
- 10c 浮游帶域熔融裝置
- 10d 浮游帶域熔融裝置
- 10e 浮游帶域熔融裝置
- 12 試料棒
- 14 育成結晶
- 16 熔融部
- 18 旋轉橢圓面反射鏡(橢圓鏡)
- 20 紅外線燈
- 21 紅外線燈單元
- 21a 下方照射型紅外線燈單元
- 21b 上方照射型紅外線燈單元
- 22 試料加熱手段

24	結晶加熱手段
26	遮蔽構件
26a	遮蔽構件
26b	遮蔽構件
28	驅動部
30	試料室
32	氛圍氣體
34	導氣管
36	循環裝置
38	過濾器構件
100	雙橢圓鏡型浮游帶域熔融裝置
102	棒狀試料
104	育成結晶
106	熔融部分
108	橢圓鏡
110	紅外線燈
200	傾斜橢圓鏡型之浮游帶域熔融裝置

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：P7150583

※申請日：P7.12.25 ※IPC 分類：C30B13/14(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

浮游帶域熔融裝置

FLOATING ZONE FURNACE

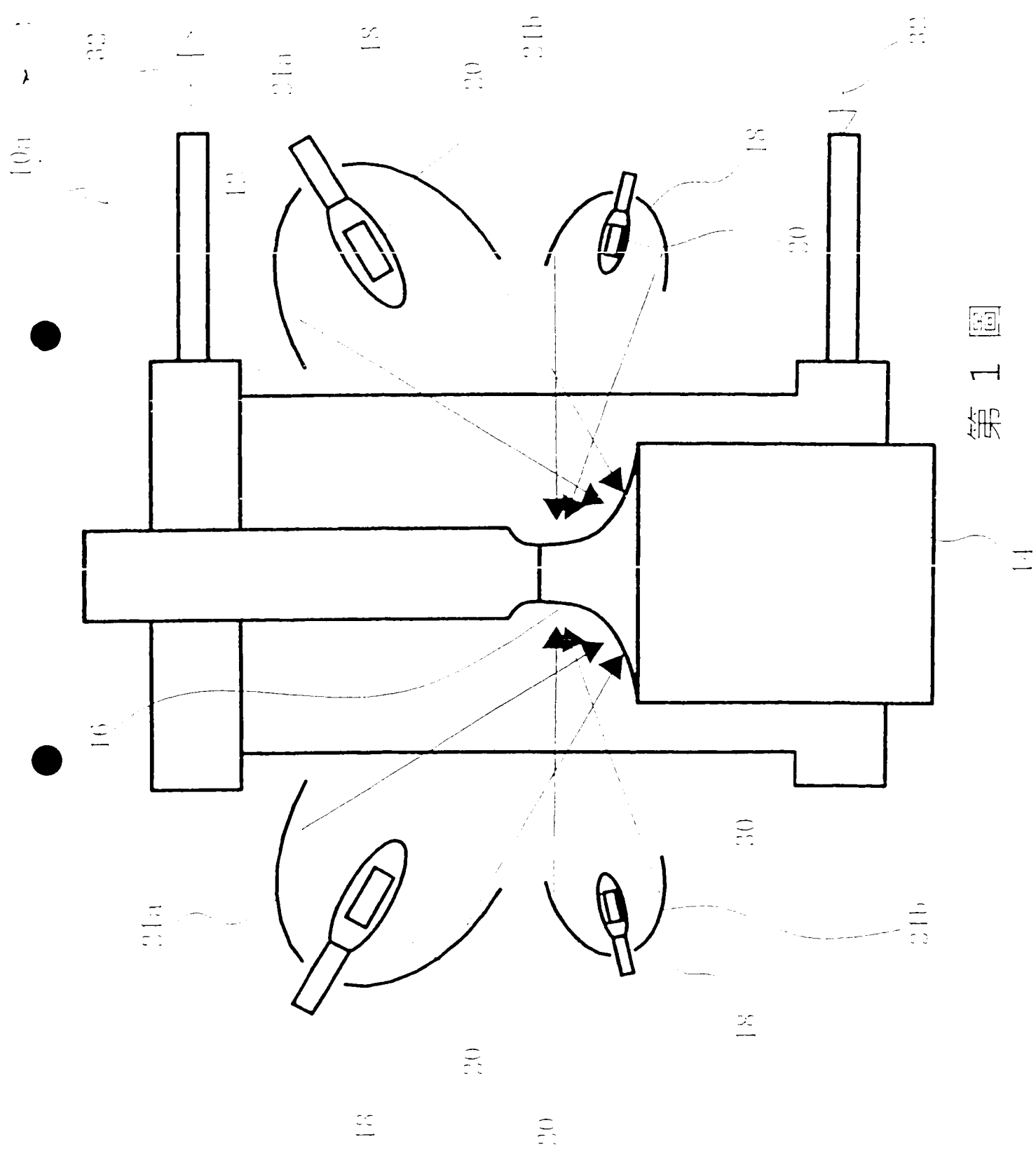
二、中文發明摘要：

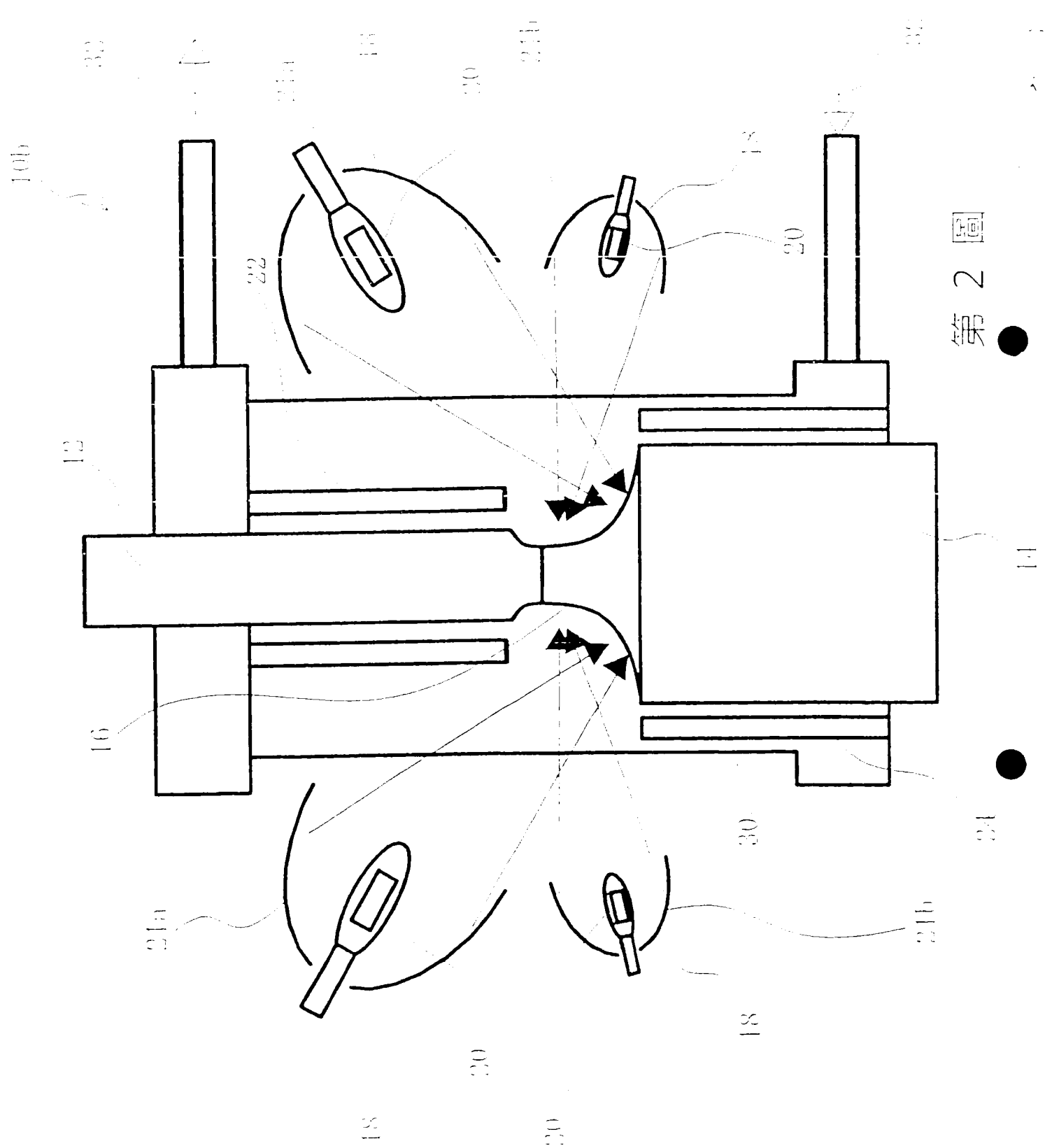
本發明之目的為提供一種浮游帶域熔融裝置，其尤其可確實且穩定地進行大口徑試料棒之熔解，將所育成之結晶的固液界面形狀維持平坦，而可育成大口徑之單結晶。本發明之浮游帶域熔融裝置為紅外線集中加熱式之浮游帶域熔融裝置，其係將試料配置於以透明石英管構成的試料室內，且使氬圍氣體流入前述試料室內，於該狀態下使從複數個紅外線照射手段所照射的紅外線聚光於前述試料，俾對試料進行加熱熔融而獲得融液，且使該融液固化於種子結晶上而育成單結晶；其中，前述複數個紅外線照射手段係構成為：複數個下方照射型紅外線照射手段，係從斜上方朝下方照射紅外線；以及複數個上方照射型紅外線照射手段，係從斜下方朝上方照射紅外線。

三、英文發明摘要：

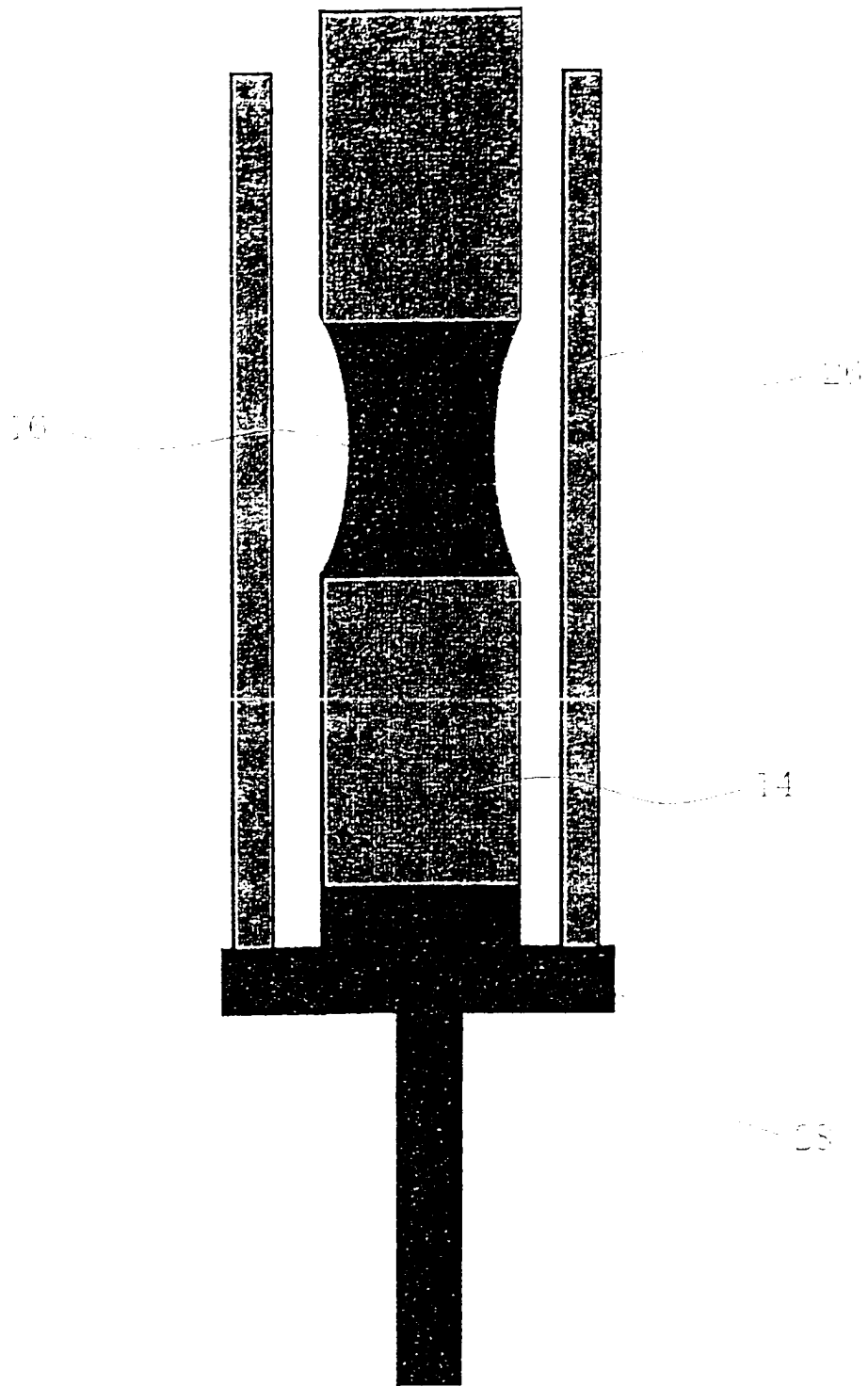
The present invention provides a floating zone furnace being especially capable of stably and precisely melting a specimen rod with a large diameter, and bringing up single crystal with large diameter while maintaining a flat solid-liquid interface shape of the brought-up crystal, wherein the floating zone furnace is of an infra-red ray concentrated heating type, which introduces ambient gas into a specimen chamber made of transparent quartz tube while allocating a specimen inside the specimen chamber, whereby infra-red rays irradiated from a plurality of infra-red ray irradiation means are gathered upon the specimen to heat and melt the specimen in order to obtain melt, and the melt is then solidified upon seed crystal to bring up single crystal, in which the plurality of infra-red ray irradiation means are comprised by a plurality of bottom irradiative type infra-red ray irradiation means that irradiate infra-red rays from the top to the bottom obliquely, and a plurality of top irradiative type infra-red ray irradiation means that irradiate infra-red rays from the bottom to the top obliquely.

八、圖式：

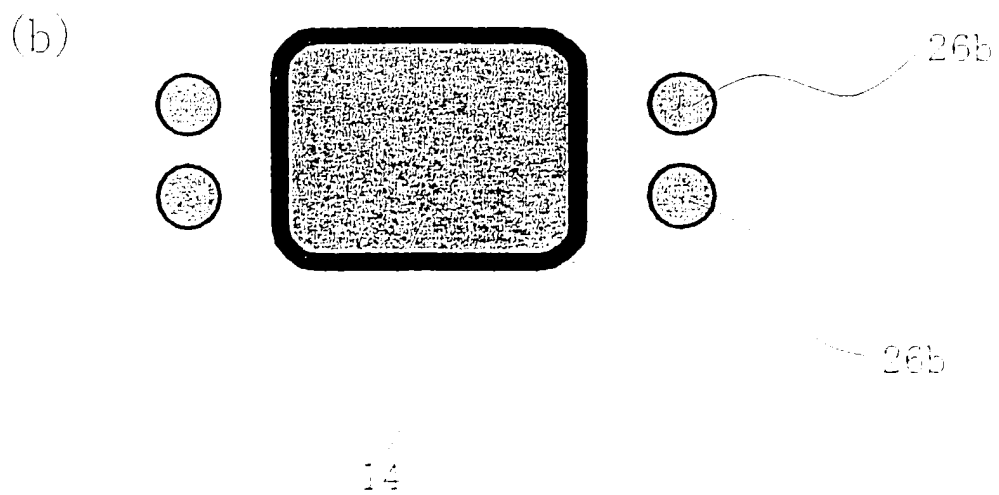
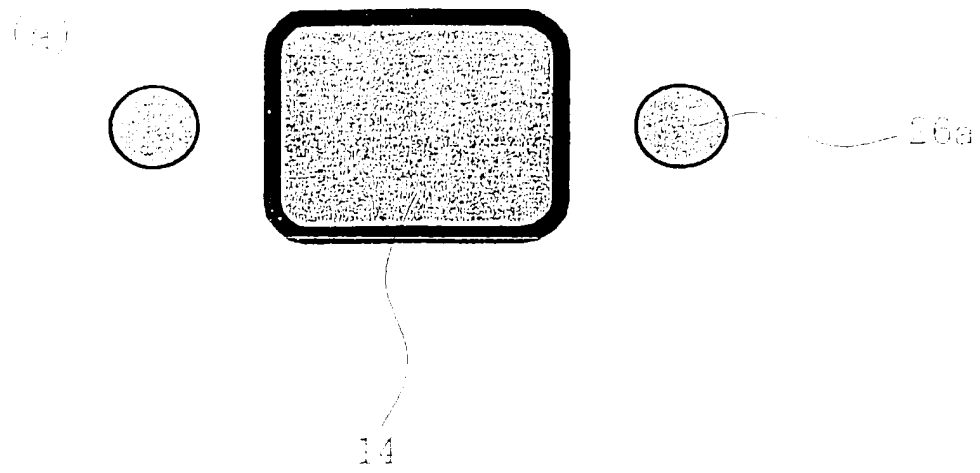




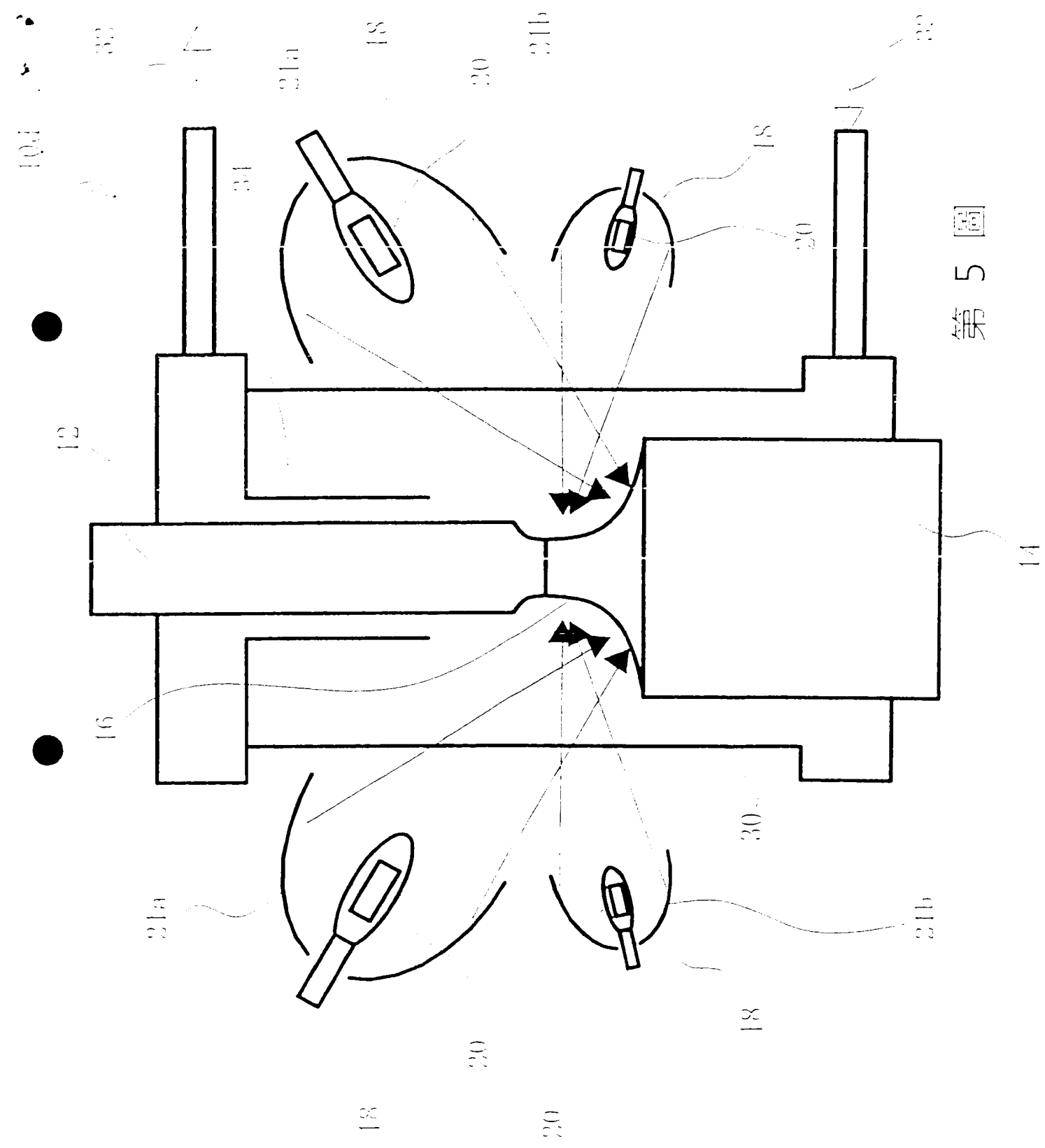
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

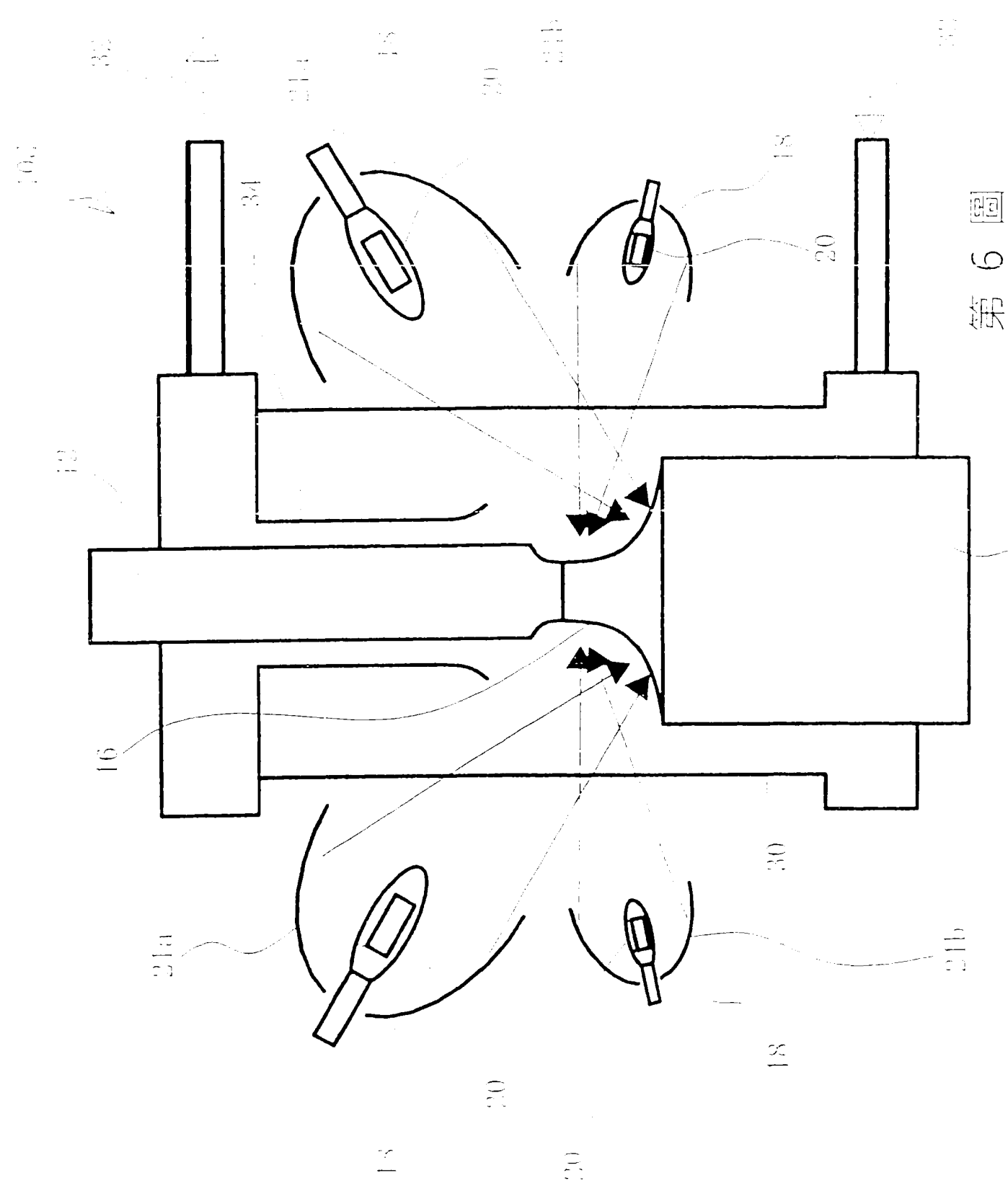
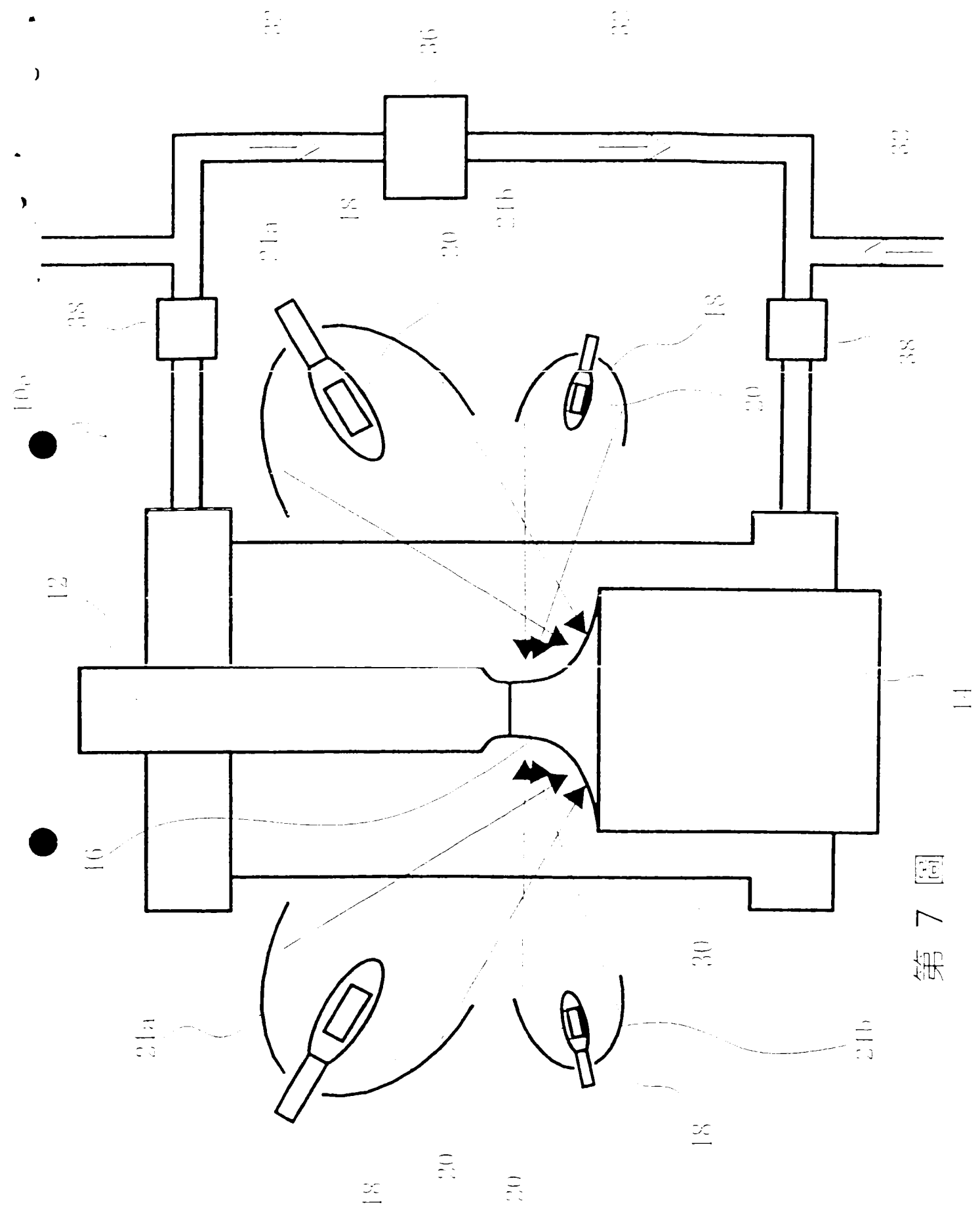


圖 6



第 7 圖

100

100

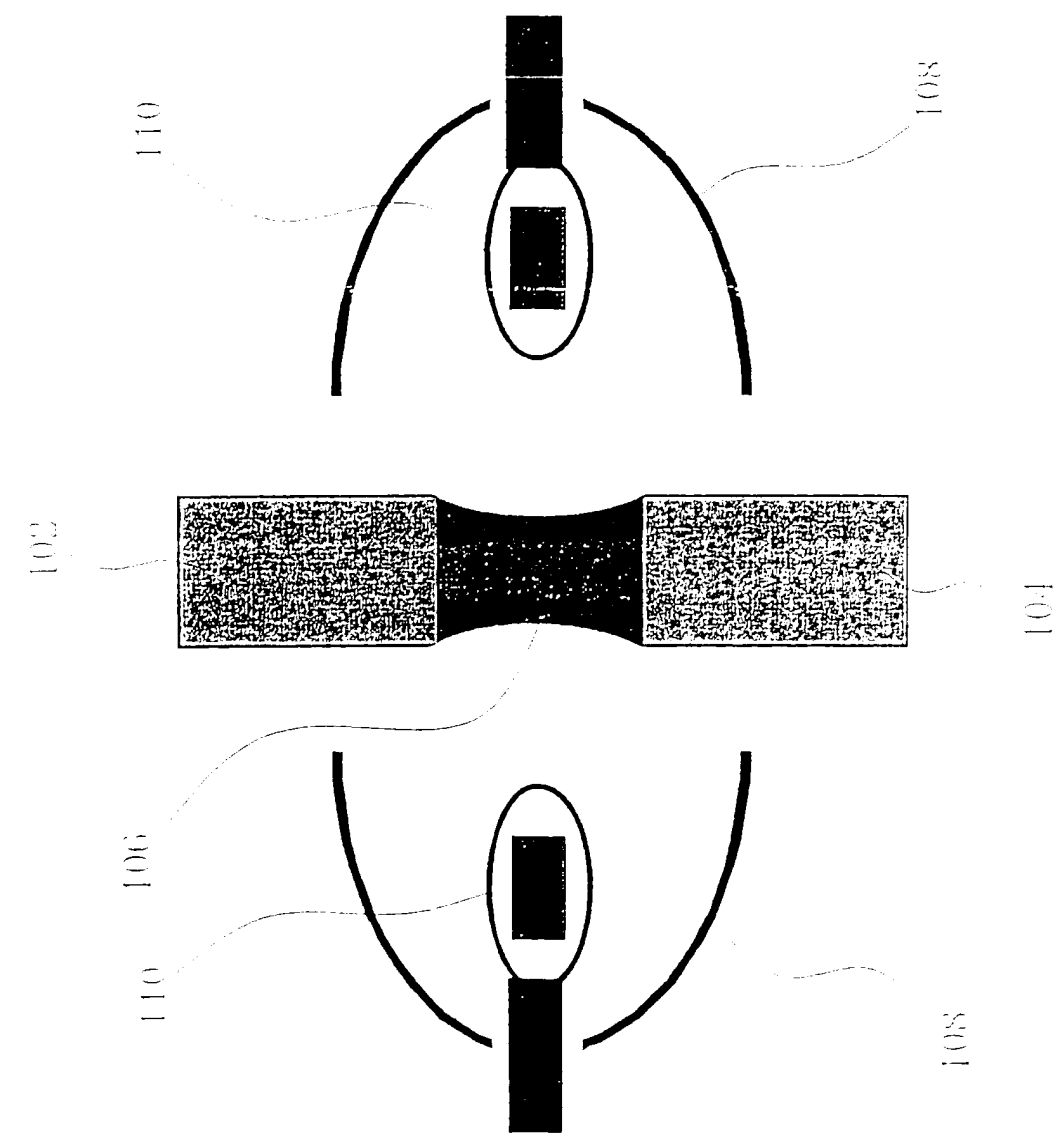
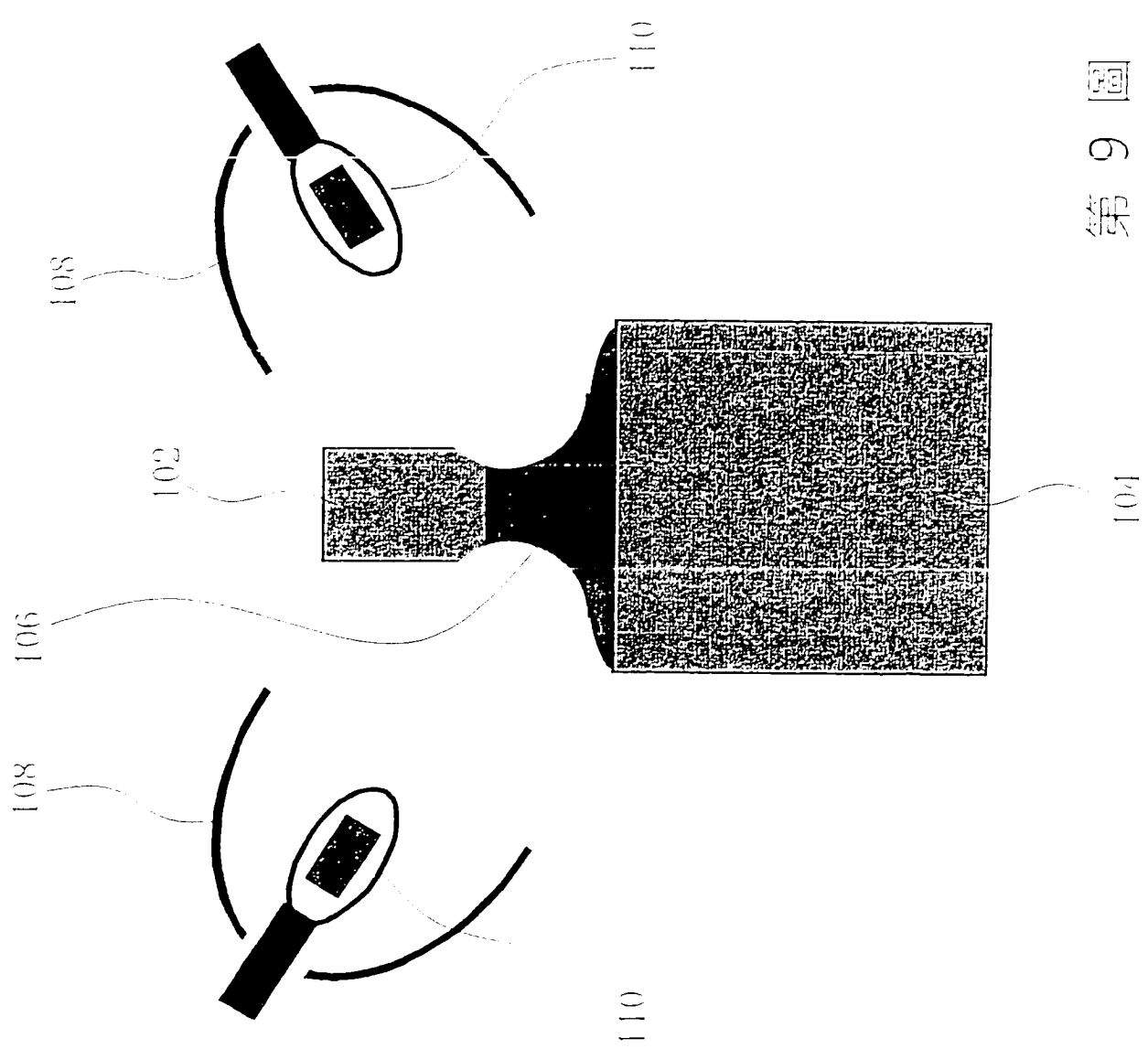


圖 8

200

圖 9



四、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：

- 10a 浮游帶域熔融裝置
- 12 試料棒
- 14 育成結晶
- 16 熔融部
- 18 旋轉橢圓面反射鏡(橢圓鏡)
- 20 紅外線燈
- 21a 下方照射型紅外線燈單元
- 21b 上方照射型紅外線燈單元
- 30 試料室
- 32 氛圍氣體

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

七、申請專利範圍：

1. 一種浮游帶域熔融裝置，係將試料配置於以透明石英管構成的試料室內，且使氛圍氣體流入前述試料室內，於該狀態下使從複數個紅外線照射手段所照射的紅外線聚光於前述試料，俾對試料進行加熱熔融而獲得融液，且使該融液固化於種子結晶上而育成單結晶之紅外線集中加熱式之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述複數個紅外線照射手段係由以下手段所構成：

複數個下方照射型紅外線照射手段，係對於前述試料，以水平線為基準，從 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的範圍照射紅外線；以及

複數個上方照射型紅外線照射手段，係對於前述試料，以水平線為基準，從 $0^{\circ} \sim -5^{\circ}$ 的範圍照射紅外線。

2. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述複數個下方照射型紅外線照射手段和複數個上方照射型紅外線照射手段係以前述試料之軸為中心而等間隔地設置；

當從上方辨視兩組紅外線照射手段時，

以單一個上方照射型紅外線照射手段位於以等間隔設置的複數個下方照射型紅外線照射手段之各隙縫內的方式，將其各者之位置錯開而配置。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段係為於將內面作為反射面使用的旋轉橢圓面反射鏡之一方之焦點設有紅外線燈的紅外線燈單元。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段係為藉由雷射放射紅外線的雷射振盪器。

5. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述下方照射型之紅外線照射手段和上方照射型之紅外線照射手段，係構成為可分別獨立地進行其位置控制。

6. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述下方照射型之紅外線照射手段和上方照射型之紅外線照射手段，係分別具有可獨立地調整紅外線之照射角度及照射量的照射位置調整機構。

7. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

前述紅外線照射手段係具有以配置有前述試料之位置為中心而朝放射方向水平移動的水平位置調整機構。

8. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，
係以包圍前述試料之周圍的方式設有管狀的試料加熱手段。

9. 如申請專利範圍第 8 項之浮游帶域熔融裝置，其中，

係設有控制前述試料加熱手段之位置的位置控制機

構。

10. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，係以包圍前述育成結晶之周圍的方式設有管狀結晶加熱手段。
11. 如申請專利範圍第 10 項之浮游帶域熔融裝置，其中，係設有控制前述結晶加熱手段之位置的位置控制機構。
12. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，係於前述試料及育成結晶之周圍設置有：具備用以限制由前述紅外線照射手段所照射的紅外線之照射量的遮蔽構件，而可使該遮蔽構件與育成結晶之旋轉及移動同步之機構。
13. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，於前述試料室之內壁與試料之間係設有：

用以將於前述試料之加熱熔融時所產生的蒸發物與前述氦圍氣體一起有效率地排出至試料室外的由透明石英所構成的導氣管。
14. 如申請專利範圍第 13 項之浮游帶域熔融裝置，其中，位於前述導氣管之前述試料的被加熱熔融側之端部之形狀，係構成為比其他部位更擴徑。
15. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之浮游帶域熔融裝置，其中，係構成為能以使通過前述導氣管內部的氦圍氣體之流速成為每秒 10cm 以上之速度的方式將氦圍氣體導入。

16. 如申請專利範圍第 1 項之浮游帶域熔融裝置，其中，
係具有將從前述試料室內排出的氬圍氣體再度供給至
試料室內的循環裝置。
17. 如申請專利範圍第 16 項之浮游帶域熔融裝置，其中，
前述循環裝置係構成為：

利用過濾器構件將與前述氬圍氣體一起排出的前
述試料之加熱熔融時所產生的蒸發物予以分離，而僅
使前述氬圍氣體供給至前述試料室內。