

申請日期	86.12.12
案號	86118821
類別	C30B

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書 480294		
一、發明 名稱	中 文	生產矽單晶體的方法及實施該方法的加熱器
	英 文	Process for producing a silicon single crystal, and heater for carrying out the process
二、發明 創作人	姓 名	維爾弗里德·安孟博士 艾里希·唐治格博士 保羅·福克斯 尤瑞·蓋夫加特教授
	國 籍	德 國 德 國 奧 國 立 陶 宛
	住、居所	德國布格豪森市赫爾措格巴德路三號 德國布格豪森市赫爾措格巴德路四號 德國布格豪森市赫爾措格巴德路六十九號 立陶宛瑞嘉市伯林葉拉路三號之六 a
三、申請人	姓 名 (名稱)	德商·瓦克半導體材料矽子公司
	國 籍	德 國
	住、居所 (事務所)	德國布格豪森市約漢斯-海氏路二十四號
	代 表 人 姓 名	羅伯特·樂默爾博士 蓋爾德·凱勒

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

德國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

1996-12-17 196 52 543.8

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(1)

發明背景：

本發明乃關於用曹克勞斯基法生產矽單晶體的方法。本發明也關於專為加熱裝矽材料的坩堝而安裝在坩堝下面的加熱器。

用曹克勞斯基法生產矽單晶體時，實塊(固體)的矽材料於石英玻璃坩堝(以下簡稱"坩堝")內熔化，然後將一塊晶體種子浸入熔體中，再自熔體中拉出單晶體。該方法自始就不斷改進，到目前為止已經可以拉出直徑超過200公厘的單晶體。然而，製造大型單晶體則問題重重，其中之一乃有關矽材料熔化和單晶體拉出時熱力分佈和流態變化的情況。在熔化矽材料方面，希望能儘可能的快速，並且希望能具備熔體中所需要的熱力分佈及流態變化條件，所拉出的單晶體無排差(位錯)缺陷。生產大型單晶體，相對地必須在坩堝內熔化大量矽材料，一般要使用複(多)晶碎塊和因含有排差而必須再熔化的單晶體。熔化矽材料所需要的熱能通常是以環繞坩堝周圍以及安裝在坩堝下面的電阻加熱元件提供。一種具有此類加熱元件的裝置在，例如，美國專利US-5360599號中揭示過。藉發熱體加熱至遠超過矽材料熔化點的溫度，以求迅速熔化矽材料的一項不利(實在)因素為，如果過度加熱該坩堝壁，熔化的矽材料會侵襲(腐蝕)該坩堝。危險的是，自坩堝材料脫落的顆粒在提升(拉製)單晶體期間到達結晶界面而造成排差。在坩堝壁與結晶界面之間過大的溫度梯度會進一步產生無法控制的對流，此對流又導致不欲有的熔體內局部性溫度起伏和

五、發明說明(2)

熔體內摻雜劑及雜質的濃度變異。

本發明達到了減少矽材料在石英玻璃坩堝中熔化所花費的時間及防止坩堝過熱和穩定熔體的目標。

發明詳細說明：

本發明乃關於藉於石英玻璃坩堝中熔化矽材料和從熔化矽材料中提升單晶體生產矽單晶體的一種方法。其特徵為至少於一段時間為由裝置於坩堝下面的一具線圈加熱器以感應方式將熱能送進熔體。

本發明也關係到一具安裝在坩堝下面的，用來加熱裝矽材料的石英坩堝的加熱器。該加熱器要設計成繞線圈的形狀，並配置可兼用交流電及直流電運作的接線盒。

本發明特別顯著的特徵是該熱能不單只是直接傳送到熔融矽材料中，更經由電磁場感應產生對流迅速均勻地分佈在熔體內。因為爐子其他元件(石墨元件)的電阻相當高，大部份能量都會傳送入熔材之中。這種熱能傳送的方式和前述的種種後果，大量節省熔化矽材料所需的時間。更甚者，藉直接進入坩堝內部的熱能輸送防止了環繞坩堝周圍的電阻加熱器造成過熱。在拉提單晶體期間，藉感應熱源在熔體內造成的對流又可以減低無法控制的局部溫度起伏和摻雜劑與雜質的濃度變化，以穩定熔體。這樣更增進了拉製的單晶體無排差和摻雜均勻的機率。

因為矽材料只有在其液態才會與感應電磁場產生所欲的反應，所以在製程開始時要藉電阻加熱器將固態矽材料熔化，同樣地，環繞著坩堝裝置的傳統式加熱器，為了相

五、發明說明(3)

同的用途也可以按照本發明的方式裝置為底部加熱器。該底部加熱器與直流電源相連可以作為電阻加熱器用。然而，該底部加熱器也可以轉接上交流電源，以感應方式熔化大部份矽材料，將熱能傳送至矽材料，較合意的方法是使用正弦波交流電壓、用直流電壓分量調通的交流電壓或是連續轉切電源產生的交流電壓。交流電壓的頻率最好是自20赫到10千赫之間。因為較高的交流電壓頻率會使局部的熱熔化效果比較低的交流電壓頻率更強。然而在較低頻率下熱傳送可更深入坩堝內部，因此在此建議於熔化矽材料時，為了矽材料儘快熔化，首先用較高頻率接著改用較低頻率以穩定熔材料。在提升單晶體期間，底部加熱器可以用直流電源(如習用電阻加熱器的功能一樣)，或者用交流電源或調過的直流電源進一步穩定熔體。

如果以調過的直流電源運作加熱器，熔體中的含氧量可能也得以控制。含氧量特別受到熔體對流運動速度的影響，該調過的電流中的交流電分量決定輸進熔體內的熱能，因而影響對流的驅動，至於加熱器所需要的總加熱能量則由直流電分量控制。因此對流速度可以用改變調幅的方式控制，而與全部熱能消耗量無關。

控制熔體中氧含量的其他可能措施，計有選擇一相對強的調幅，因而設定一高對流速度，以及藉穿透熔體的外靜電磁場審慎節制對流速度。

影響熔體中氧含量另一可能措施是藉改變交流電分量的頻率，因為改變頻率能改變電磁場的集膚深度，故而影

五、發明說明(4)

響對流。

裝置的具體內容藉圖式作更詳細的說明。圖式中祇有對本發明作更清晰的瞭解所需之特徵才予以披露。圖一以示意方式顯示藉曹克勞斯基法提升單晶體裝置的縱向截(剖)面圖，及實施本發明方法的加熱器。圖二至圖四是加熱器較合意的設計特色的詳圖。圖五所示的是該加熱器的一個特殊優先實施例，在這些圖式中，同樣的特徵用相同的參考號碼。

首先參閱圖一，該圖示一個石英玻璃坩堝(1)深深嵌入支持(承)坩堝(2)之內，兩個坩堝支持(承)在一個座落在一支既可旋轉又可軸向移動的軸頂的支持盤(3)上。該坩堝(1)的側面(周圍)被圓筒形電阻加熱器環繞。依照本發明，底部加熱器(4)安裝在坩堝下面，徑向的空槽(該圖中未予顯示)減低不欲有的對支持坩堝(2)的感應偶合。相應地在底部加熱器下面的其他部件最好也在徑向開有空槽。該底部加熱器(4)主要包括一具線圈，最好是以石墨、CFC(碳纖維複合物)、或者如鉬或鈿等金屬製成。線圈內的各個匝(6)自內部電路連接體(7)於寬廣路徑引接至外部電路連接體(8)，線圈的匝數受到線圈材質的限制，以碳材製造的線圈，因為碳材的電阻率較高的關係，比用金屬做的同直徑線圈少幾匝。線圈的各匝可作單層排列，亦可作多層(各圈重疊)排列，底部加熱器下面有一片絕熱底板(9)。最好是線圈的每一匝電線至少有三個支持點機械地固定在底板上。例如使用一些支持元件扣住各匝電線，這

五、發明說明(5)

些元件是電絕緣或者以電絕緣材料製成的。這些支持元件同時使各匝電線相互間保持恆定距離以減緩可能發生的匝振動。該底板最好是以石墨製成，並且同時權宜充作底部加熱器內電極的電路連接體。

所用的支持元件可以是例如圖二所示的橋接元件(10)連接於匝(6)，並從後者(6)如底座般突出。在圖中顯示的實施例中，底板(9)由一石墨板和下面的數石墨類板組成的複合物。該橋接元件(10)適恰插入一個最好由石英玻璃製成的管座(11)之中，該管座乃深深嵌入底板中相應的孔內。

圖三顯示線圈的各個匝如何被支撐在底板上的另一個實例。在本實施例中，使用一具梳形電絕緣隔片(12)置放在底板上(圖中未顯示)發揮支持元件的功能，該隔片(12)最好是以氮化硼製成，該隔片的一側有管腳(13)插入各匝(6)之間的縫隙。

圖四示構成匝的支持件的另一實施例。此例所提出的支持元件是一環形電絕緣隔片(14)，該隔片支持兩個連接的匝(6)並用螺桿(15)旋緊在底板(9)上。螺桿頭(16)穿過一個電絕緣墊片(17)將匝固定於隔片上，該螺桿最好是以CFC製成。該隔片及墊片最好是以氮化硼製成。另一個類似支持匝的可能做法為將匝以環形電絕緣墊片固定在底板上(圖中未顯示)。此實施例便於用(例如)螺桿將匝連接在底板上。該螺桿為電絕緣或是以電絕緣材料製成的，穿過底板和墊片旋入匝內。如果底板是以電絕緣材料(例如氮

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(6)

化硼)製成的,則匣更可以用CFC螺桿直接固定在底板上。

在提升一塊單晶體時,通常用軸舉起坩堝,使熔體表面保持恆定高度,不因體積減少而降低。由於熱能輸入的總量因底部加熱器與坩堝間的距離變化而不同,所以最好讓底部加熱器跟隨著坩堝的軸向運動移動,並以同樣方式使其與坩堝間的距離保持恆定。原則上,為此可設置獨立機構,同步移動底部加熱器及坩堝。在一項優先實施例中,坩堝底部加熱器的軸向運動用一種特殊設計的軸(18)來帶動(圖五所示)。軸(18)分成兩個同軸組件(18a)及(18b),內軸組件(18a)乃設計成底部加熱器(4)的內部電路連接體。外軸組件(18b)連同底板(9)及底管(19)做為底部加熱器的外部電路連接體,並且同時支持底板(9)。底板(9)連同底管(19)及支持坩堝(2)三者共同構成一個空室(20)用以容納該底部加熱器(4)。底部加熱器實質上被包封在空室(20)之內,於是加熱器所產生的雜質不會經由氣相抵達熔體。電路連結體經由兩個滑環(21a)及(21b)和電源連接。

圖式簡單說明:

圖一:藉曹克勞斯基法提升單晶體裝置的縱向截(剖)面圖,及實施本發明方法的加熱器。

圖二:加熱器較合意的設計特色的詳圖。

圖三:加熱器較合意的設計特色的詳圖。

圖四:加熱器較合意的設計特色的詳圖。

圖五:加熱器的一個特殊優先實施例。

五、發明說明(7)

主要元件編號：

- 1 石英玻璃坩堝
- 2 支持坩堝
- 3 支持盤
- 4 加熱器
- 6 匝
- 7 內部電路連接體
- 8 外部電路連接體
- 9 底板
- 10 橋接元件
- 11 管座
- 12 隔片
- 13 管腳
- 14 環形電絕緣隔片
- 15 螺桿
- 16 螺桿頭
- 17 墊片
- 18 軸
- 18a 內軸組件
- 18b 外軸組件
- 19 底管
- 20 空室
- 21a 滑環
- 21b 滑環

四、中文發明摘要 (發明之名稱：生產矽單晶體的方法及實施該方法的加熱器)

本發明乃一種藉曹克勞斯基法生產矽單晶體的方法，以及專為加熱裝有矽材料的坩堝的加熱器，該加熱器安裝在該坩堝下面，該方法的特徵為至少有一段時間用安裝於坩堝下面的線圈加熱器以感應方式供應熔體熱能。該加熱器設計成繞線線圈的形式。

英文發明摘要 (發明之名稱： Process for producing a silicon crystal, and heater for carrying out the process)

The invention relates to a process for producing a silicon single crystal by the Czochralski method, and to a heater which is intended for heating a silicon-filled crucible and is arranged below the crucible. The process is characterized in that energy is delivered to the melt at least some of the time inductively using a coiled heater arranged under the crucible. The heater is designed in the form of a wound coil.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

90. 9. 5
年 月 日A8
B8
C8
D8

補正

六、申請專利範圍

1. 一種生產矽單晶體的方法，包括
在石英—玻璃坩堝內將矽熔化成矽熔體；
在矽熔體中提升單晶體；及
藉線圈加熱器(石墨或碳纖維複合體製者)將能量送入
矽熔體內，該加熱器，至少在一段時間以感應方式加
熱該熔體；
該加熱器，至少在一段時間，充作電阻加熱器；及
該加熱器並不主動冷卻該加熱器。
2. 一種提升矽單晶體之裝置，包括
一裝滿矽熔體之石英—玻璃坩堝；
一加熱該坩堝之加熱器，安放在坩堝下面，無主動冷
卻該加熱器之裝置，其中該加熱器為繞線線圈式，由
石墨或碳纖維複合體製者；
該加熱器以感應方式加熱該熔體；及
該加熱器為電阻加熱器。
3. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該交流電源的頻
率是變化的。
4. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在矽材料熔化期
間，至少有一段時間用調過的直流電運作該裝置。
5. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在提升單晶體期
間，用直流電運作該裝置。
6. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在提升單晶體期
間，用交流電運作該裝置。
7. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在提升單晶體期

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

間，用調過的直流電運作該裝置，交流電分量與直流電分量之間的比率是變化的。

8. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在提升單晶體期間，用調過的直流電運作該裝置，並且產生穿透該熔體的靜磁場。

9. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中在提升單晶體期間，用調過的直流電運作該裝置，交流電分量的頻率是變化的。

10. 如申請專利範圍第 2 項的裝置，其中該加熱器線圈的各匝藉橋接元件以機械方式固定在底板上。

11. 如申請專利範圍第 2 項的裝置，其中該加熱器線圈各匝藉隔片以機械方式固定在底板上，該隔片由電絕緣材料製成，並如梳子般嵌入各匝之間。

12. 如申請專利範圍第 2 項的裝置，其中該加熱器線圈各匝藉以絕緣材料製成的環形隔片以機械方式固定在底板上。

13. 如申請專利範圍第 2 項的裝置，其中該加熱器線圈各匝直接固定在由電絕緣材料製成的底板上。

14. 如申請專利範圍第 11、12 或 13 項的裝置，其中該電絕緣材料為氮化硼。

15. 如申請專利範圍第 2、10、11、12 或 13 項的裝置，其中該加熱器線圈可垂直位移。

16. 如申請專利範圍第 2、10、11、12 或 13 項的裝置，其中該加熱器線圈置放於空室中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

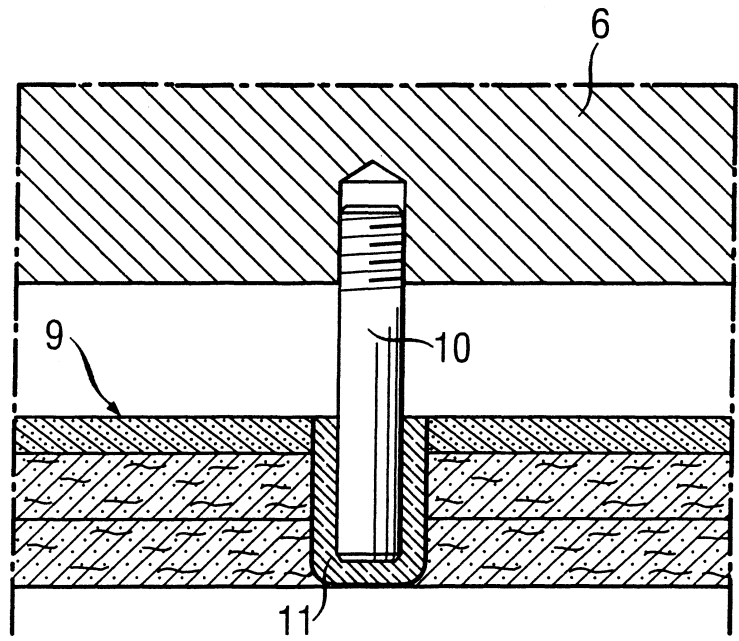
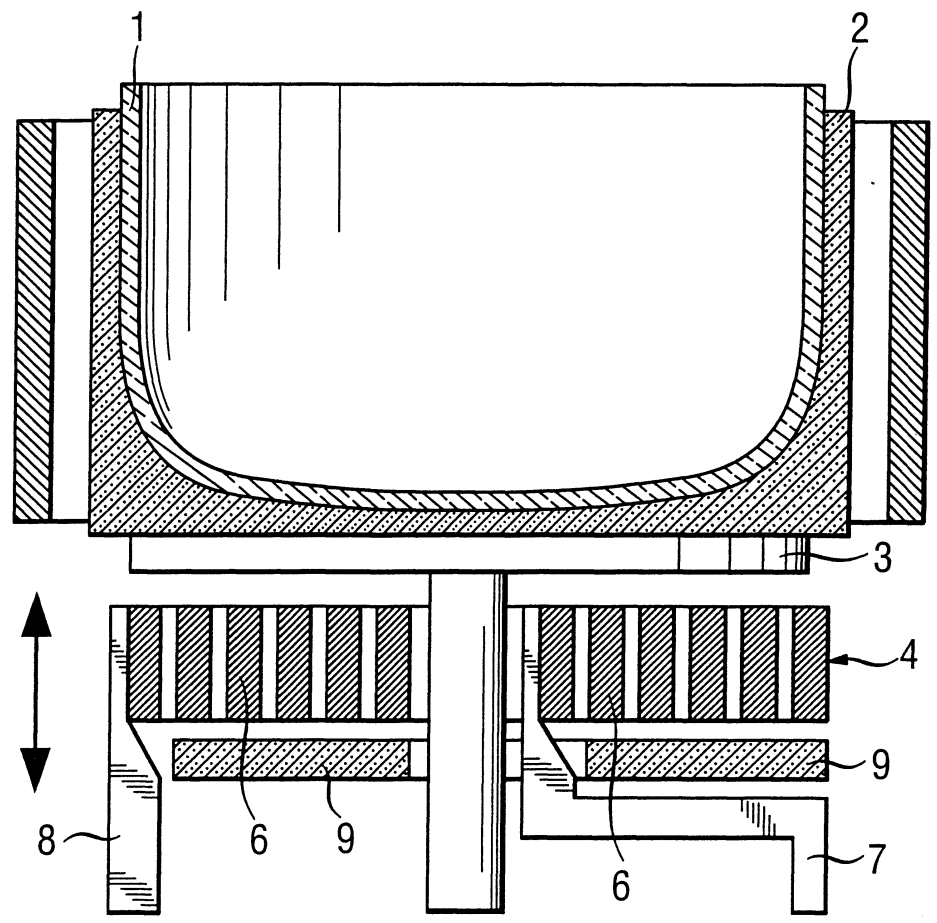
表

訂

線

3611-22

圖一



圖二

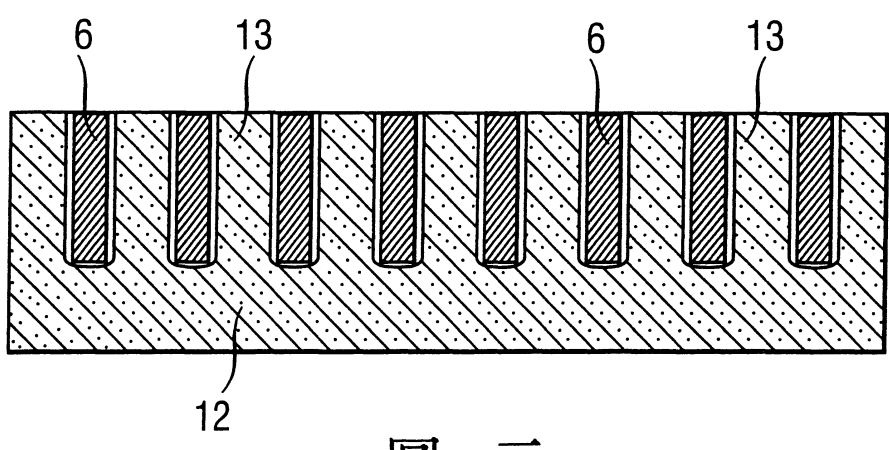


圖 三

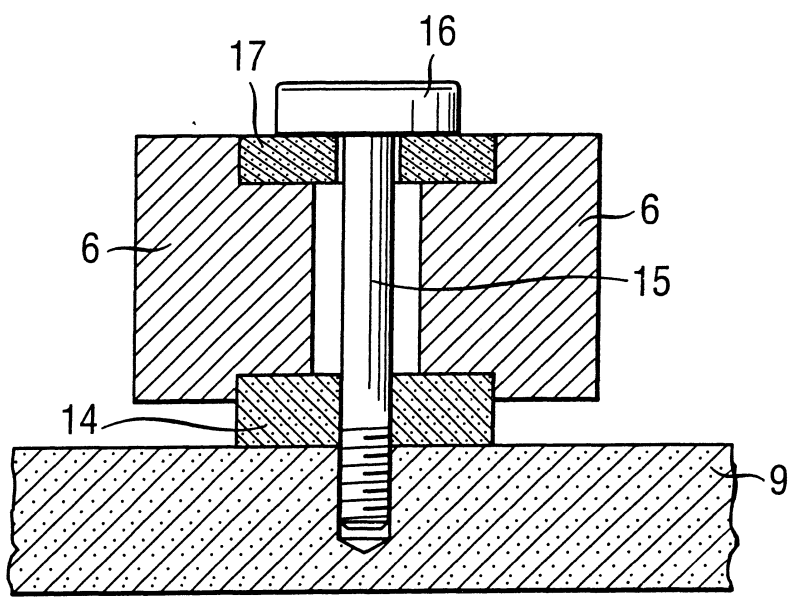


圖 四

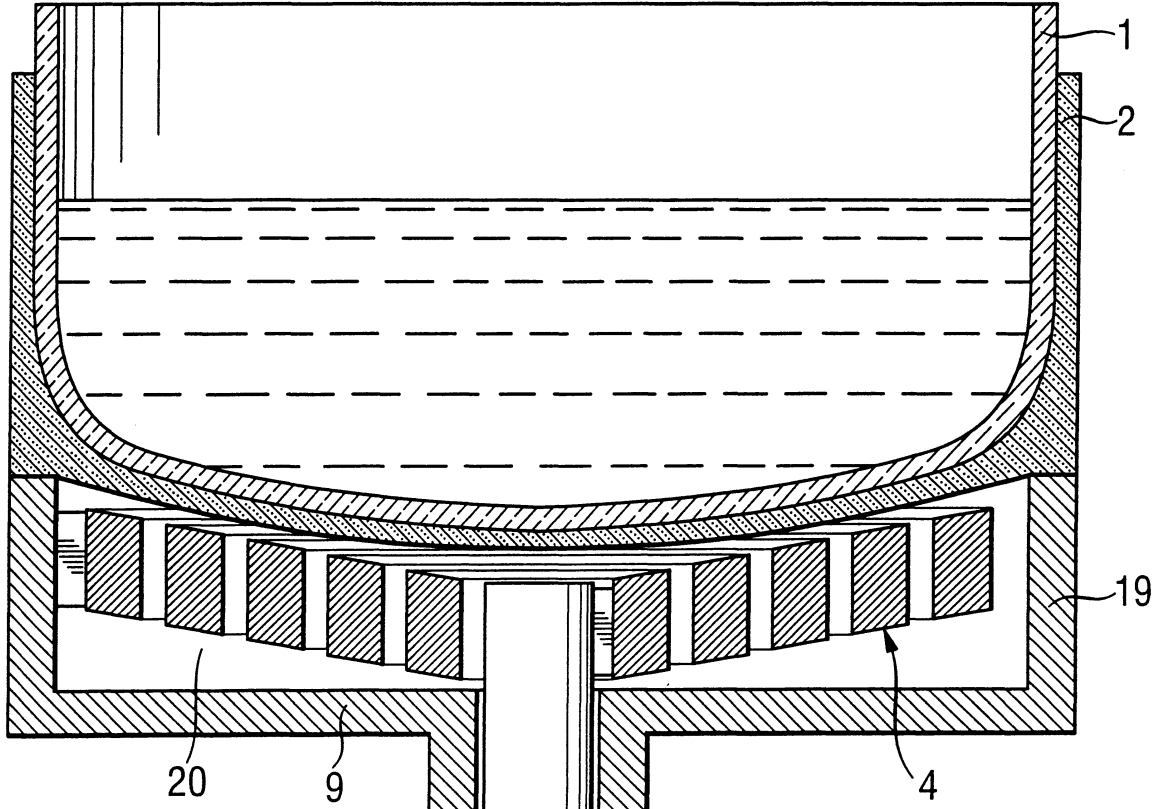


圖 五

