

# 公告本

修正  
本  
冊  
第  
冊

申請日期	89.1.14
案 號	87100441
類 別	C30B15/0

A4  
C4

495563

(以上各欄由本局填註)

第 87100441 號		<b>發 明 專 利 說 明 書</b>		修正頁	91.05.23
一、發明 名稱	中 文	坩堝基座、單晶長晶方法及左柯拉斯基長晶方法			
	英 文	Crucible Susceptor, Single Crystal Growing Process and Czochralski Crystal Growing Process			
二、發明 人	姓 名	(1) 羅伯特 H. 梅特 Robert Howard Metter (2) 約瑟夫 D. 海斯寇克 Joseph David Hathcock (3) 彼特 M. 文塞克 Peter M. Winzek			
	國 籍	美 國			
住、居所	住、居所	(1) 美國加州奧倫治市東白里爾渥路 7821 號 7821 East Briarwood Road, Orange, California 92669 U.S.A. (2) 美國加州亨丁頓海濱·里度巷 17362 號 17362 Lido Lane, Huntington Beach, California 93647 U.S.A. (3) 美國加州新港海濱卡尼巷 280 號#212 280 Cagney Lane #212, Newport Beach, California 92663 U.S.A.			
	代 表 人 姓 名	道格·威爾生 Doug Wilson			
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·希特克碳合成物股份有限公司 HITCO CARBON COMPOSITES, INC.			
	國 籍	美 國			
住、居所 (事務所)	住、居所 (事務所)	美國加州伽德納市西第 135 街 1600 號 1600 W. 135 <sup>TH</sup> Street, Gardena, California 90249-2529 U.S.A.			

經濟部智慧財產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：

美 國 ( 地區 ) 申請專利，申請日期： 1997,06,03 案號： 08/868,211 ， 有 無主張優先權

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 ( 1 )

### 相關申請對照資料

本專利申請案係為 1995 年 2 月 27 日提申的共審查案美國專利申請案第 08/394,605 號之一件部分延續申請案。

### 技術領域

本發明係有關一個碳基體內之高純度碳纖維複合材料及其製備。更特別地，本發明係關於可有效地作為半導體材料加工之構件，例如左柯拉斯基(Czochralski)爐子構件及配件。

### 發明背景

單晶被使用在多種不同高功能性產業。例如，單晶矽晶圓被使用在半導體工業及單晶之藍寶石晶體被使用在國防(天線窗)電子(發光二極體)及一般工業(雷射掃瞄窗)。像這種單晶晶體一般在一種高溫操作條件下被製造。

一個關於這種的例子是藉由左柯拉斯基(Czochralski)或“CZ”方法所製造之用於半導體工業之矽晶圓。在該“CZ”方法中，一個已知排列方向的晶種被浸在一熔融的矽池中。此誘發該矽使其固化及沉澱。當該晶體從該矽池被機械式地往上拉時，該固化中之前段的方向會模擬該晶種的方向。矽晶圓可以藉由加工及拋光該固體晶塊而被製造。

特殊構造的爐子被用以精準地控制多種不同的參數藉以確保製造高品質晶體。在這些長晶的爐子中數種主要的構件是石墨製的。這些包括多種不同的襯圈、遮護板、管子、坩堝基座及該類似物件。石墨因具有耐高溫性能及相當程度之化學鈍性，因此傳統上一直被用於像這類的方法。

## 五、發明說明( 2 )

石墨的缺點包括其高度易脆性質所導致之不持久性及在曝露於重覆的溫度循環期下具有微裂的傾向。像這樣的微裂會改變該構件的熱傳導，進而使該熔融晶體的溫控更困難。除此之外，該熔融晶體可以經由該石墨構件所滲出之不純物或從該石墨自身劣化所產生的顆粒而受污染。在該半導體加工系統中，半導體的標準要求非常低程度的不純物，以使該半導體材料幾乎完全沒有不純物存留，因為只要些微的量集可改變該半導體材料的電性。

又，在該矽晶體製造過程中，當矽氧化物沉積在該石墨構件上達到某一程度時，該構件就必須循例清潔及定期更換。更換損壞的石墨構件是一種費時費錢的過程。

因此，對於製造該用於單晶長晶反應器的構件一直有一種需要，亦即須具有該石墨的優點而沒有該石墨的缺點。像這樣的構件應可使高品質單晶體的生產更具經濟效益，其中包括矽半導體晶圓。

在相似之電子材料製造方法中，使用碳/碳複合物以取代石墨的構件及配件的嚐試一直在進行中。授予維冷第恩(Valentian)之美國專利第 5,132,145 號及對應的 EP 申請專利案第 88401031.5 號揭示一種製造一個複合材料坩堝之方法，該坩堝是用於製造金屬材料半導體單晶體之布力基美(Bridgeman)方法中。

維冷第恩建議從一個被碳或矽碳化物浸漬過之碳纖維或矽碳化物纖維之單壁作成一個用於盛裝一個熔融樣品之圓柱型坩堝，及積附一層結合矽，矽氮化物，及矽氮化物/鋁之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

### 五、發明說明 ( 3 )

矽碳化物，或在另一個實施例，為非晶形碳，硼氮化物，鈦氮化物或二硼化物，及銦氮化物或二硼化物之薄的內襯於該坩堝的內壁。該薄的內襯係必需有的藉以避免污染該熔融的樣品、提供一個與該熔融樣品相配的熱傳導、及避免裂縫延伸，此必需有之需求對該整體材料而言係一種缺陷。

在高溫單晶長晶爐子中最重要構件是基座。該基座的功能是支撐一個坩堝(在矽晶體長晶之方法中一般為石英)，該坩堝與該熔融晶體緊密接觸。該基座也必須容許熱從該加熱器傳至該晶體熔塊。此熱傳必須儘可能的均勻。準確地控制熱環境對於成功地製造高品質單晶晶體是非常重要的。

石墨基座的製造係非易事。石墨具低強度的特性及其需要支撐該多量的晶體，意味需要使用厚的區段，特別是在該坩堝的基底。這些厚的區段提供一個高程度的熱質量因而造成準確地控制該熱環境上的困難。

在左柯拉斯基(CZ)方法中，現有之傳統的 CZ 拉晶基座係設計成使在該-CZ 拉晶過程中在該處支撐該石英坩堝，因此進而支撐用於製造該矽晶體之多矽材料。石英在約 1150°C 會軟化。該 CZ 方法操作在約 1450°C。該石英坩堝在該 CZ 操作過程時軟化及順應於該基座。

該基座在一減壓之氬氣環境下必須能夠維持其形狀。其必須不會釋出氣體及其必須具足夠之純度使其不會影響該裝在該石英坩堝內之多矽晶的性質。最後，其必須具有適當的熱特性藉以容許正確的熱力學條件，該熱力學條件對於一種要達到最少或零差排缺點之矽晶體長晶是需要的。目前該傳

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 4 )

統之 CZ 基座材料是石墨。雖然石墨對於該現有尺寸的 CZ 拉晶是適當的，但其可以在操作過程中崩塌。如果該石墨基座崩塌，其在 CZ 操作過程中將會失去其支撐該石英坩堝的功能。該失去支撐石英坩堝的功能會有嚴重的後果。如果該熔融的多矽晶與該水冷式不銹鋼爐容器接觸，該爐子將會嚴重的損壞。此包括破壞該爐子及更重要的是會造成人員嚴重的傷害。某些現有爐子之石墨結構被特別設計成使其在該長晶操作階段之過程中用以支撐該多矽晶。

石墨基座的另一缺點是源自其需要四個物件藉以製造該石墨構件。其中三個物件組成該基座及需要第四個物件作為該基座的基底，此基底將基座固定在一起及作為該基座與該爐子托架的界面。如此做的目的是因為石墨在該長晶過程並不具有足夠避免斷裂的硬度及衝擊的強度。該 CZ 矽晶體長晶方法在長晶結束後遺留一些液態矽金屬。該殘留中之矽金屬在冷卻時約膨脹 9%。藉由該矽金屬膨脹所產生之應力會造成該單件式石墨基座的斷裂。另外，一單件式石墨基座當在去除該石英坩堝時會斷裂。

雖然該石墨可藉由加工封閉縫隙，但縫隙仍存在於該構件三個部份之間。該拉晶過程的氣體副產品是具有高度的腐蝕性(例如在該 CZ 方法中之一氧化矽)及會經由這些縫隙侵蝕該石墨的結構。此現象將因此減低該構件的壽命及嚴重影響該晶體生產速率。

該石墨基座所牽涉的另一問題是熱控制。該現有石墨基座的設計包括一圓錐形側邊，一般為 0.5 英吋至 1 英吋厚。

## 五、發明說明 ( 5 )

其底部區段與該石英坩堝底部的形狀相合。該底部區段幾乎完全比該圓錐形側邊區段厚。另外，在爐子中，該基座是固定在一個石墨基底上。結合該石墨基底與該基座厚的底部會增加該熱區中熱控制的困難。

該熱控制的困難源自兩個因素。第一是該基座側邊部份區域及該基底區域之間的厚度不均勻。第二，該基座的突出基底足以對該基座隔鄰的加熱器形成遮護作用。此遮護作用促使該加熱器加入更多的能量進入該系統中藉以補償該額外之熱質量及隔熱作用。因此有需要開發一單件式、低熱質量的基座，使其具有耐久性。

因此本發明的目的是提供使用於半導體加工上的構件，該構件在機械及熱的性質上是優於傳統石墨構件。

本發明另一個目的是提供使用於半導體加工上的構件，該構件在純度上的特性上是優於傳統石墨構件及傳統的碳/碳材質。

本發明更進一步的目的是提供一個足以提供完全支撐坩堝之碳/碳基座，因此排除額外盛裝溢出物設施之需求。

本發明復進一步的目的是提供一個足以在該 CZ 爐子熱區之熱控制上供以改善之碳/碳基座，因而提供潛在的節能及藉由減少晶體的排差以改善矽晶體的品質。

本發明再進一步的目的是對於一個固定的或尺寸的爐子容器藉由減少該基座側邊的厚度，提供一個足以賦予熱區容量增加之碳/碳基座，因而可提供該 CZ 長晶器容納更多裝在該增大之石英坩堝內之多矽晶。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(6)

本發明再更進一步的目的是提供一個足以提供該長晶器一個壽命大為增加之碳/碳基座，亦即在汰舊換新之前增加使用周期的次數。

本發明復更進一步的目的是提供一個足以製造一種具有強硬與耐久之單件式之碳/碳基座。

### 發明之綜合說明

本發明提供一個高純度之碳/碳複合材料物質，該複合材料物質包括在一個碳基體內之碳纖維強化物。該複合材料物質具有優秀之熱的能力，特別是在非氧化的環境中。在本發明之前，碳/碳複合材料物質在電子工業上的應用受到很大的限制，其原因係因其不足以在高溫下製造出不僅具有良好的機械性質且具有非常純的，不會污染像半導體材料或物件，及特別是矽晶圓之具敏感性之電子產品。

因此本發明提供一種高純度、半導體級複合材料，該複合材料包含一個總量具有低於約 10 ppm 程度的金屬不純物之碳纖維強化之碳基體，較佳地為低於約 5 ppm，及更佳地為具有一個低於該感應式偶合電漿分光器對於銀、鋁、鋇、鈹、鈣、鎘、鈷、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、鋇及鋅金屬所能偵測範圍的金屬不純物位準。

本發明又更進一步提供長晶爐子之構件及配件，例如用於左柯拉斯基半導體加工上，包含該上述高純度、碳/碳複合材料，該複合材料包括一個總量具有一低於約 10 ppm 程度的金屬不純物之碳纖維強化之碳基體，較佳地為低於約 5 ppm，及更佳地為具有一低於該感應式偶合電漿分光器對於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 7 )

銀、鋁、鎳、鉍、鈣、鎘、鈷、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、錒及鋅金屬所能偵測範圍的金屬不純物位準。

在一個實施例中，本發明提供一個左柯拉斯基方法之坩堝基座，該基座包含該高純度之半導體級複合材料，較佳地為以一單件式構造。

因此，依據本發明，其提供一種從一熔融晶體材料拉出一個單晶晶塊之長晶方法，例如從一個熔融的矽拉出一個矽晶塊，該方法包括提供該熔融晶體材料(例如矽)在一石英坩堝中，其中該坩堝至少被一種高純度之碳/碳複合材料構件與污染源隔絕。在一個實施例中，該方法包括以上述之基座緊密的支撐該坩堝。

因此吾人發現，是有可能製造出具有所需之機械、化學及物理特性之碳/碳材料藉以使這些材料非常適合在該長晶及半導體電子工業上使用，且特別地適用於單晶長晶方法之坩堝基座。

吾人更進一步地發現，亦即製造一個單件式、約三分之一該傳統石墨基座重量及具有一個壽命大為加增之碳/碳基座是可能的。

### 圖式之概要說明

第 1 及 1A 圖是一半導體加工簡要橫截面圖，特別是左柯拉斯基長晶反應器。

第 2 圖是一爐子加熱遮護板或爐子管子視圈之透視圖。

第 3 圖是一爐子加熱遮護板或爐子管子視圈之平面圖。

## 五、發明說明( 8 )

第 4 圖是一爐子加熱遮護板，或爐子管子襯圈之正視圖。

第 5 圖是一高純度複合材料坩堝基座之平面圖。

第 6 圖是一高純度複合材料坩堝基座之正視圖。

第 7 圖是一高純度複合材料坩堝基座之透視圖。

第 8 圖是一可替代之高純度複合材料坩堝基座之平面圖。

第 9 圖是一可替代之高純度複合材料坩堝基座之正視圖。

第 10 圖是一可替代之高純度複合材料坩堝基座之透視圖。

### 本發明詳細說明書

碳纖維強化之碳基體材料或碳/碳複合材料，在高溫應用下具有熱穩定性、高抗熱衝擊，該熱衝擊導因於高熱傳導及低熱膨脹行為(亦即，熱膨脹係數或TEC)，及具有高的韌性，強度及硬度。碳/碳複合材料包含碳強化混合物或與基體前驅物接觸形成一種”綠”複合材料，之後再被碳化形成該碳/碳複合材。其也可以包含碳強化物，其中之該基體係藉由化學蒸氣滲濾方式被完全或部分引進。

該碳強化物之商品可自亞曼可(Amoco)、杜邦、赫可勒司(Hercules)及其他公司取得，及可以採用連續纖維、布或織物、線及捲帶(單方向排列纖維)形式。線形可以藉由紮束或藉由多向編織方式織成所需的形狀。該線形、布及/或捲帶可以包覆或纏繞在一心軸上藉以形成一多樣的形

## 五、發明說明 ( 9 )

狀及強化物方向。該纖維可以在乾燥下包覆或可以在包覆、纏繞、或堆疊前填充所須之基體前驅物。像這種預填充及編織結構之強化物之商品可以自希特可(Hitco)技術公司取得。該強化物是經由像聚丙烯腈(PAN)、螺縈或瀝青前驅物所製備。依據本發明之一較佳實施例，該強化物為編織布之形式。

依據本發明該可以被使用藉以形成碳/碳複合材料之基體前驅物包括高純度(亦即，半導體品質)碳來源，例如酚類樹脂及瀝青，及氣體來源包括碳氫化合物，例如甲烷、乙烷、丙烷及類似之氣體。酚類樹脂的代表包括，但不限定這些範圍，例如由亞司蘭化工(Ashland Chemical)提供，以USP39及91LD商品，及由博登化工(Borden Chemical)提供，以SC1008商品販賣之酚類。

在本發明中具效用之該碳/碳複合材料可以藉由一多種的技術被製造。傳統上，填充樹脂之碳纖維在一器具或一壓模內被高壓壓模或壓模壓成所須之形狀。該成模物件在一鈍氣環境下被以約從700°C至約900°C的溫度進行熱處理藉以將該有機物轉變為碳。之後該被碳化物件以碳化學蒸鍍方式或藉由多重填充該上述樹脂方式被緻密化。其他製造的方法包括熱壓，及預成形物之化學蒸鍍。依據本發明可以被用來製造碳/碳複合材料的方法係描述於美國專利第3,174,895及3,462,289號，其在此以參照方式併入本發明中。

用於半導體加工構件之成形之碳/碳複合材料物件可

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 10 )

以在碳化前或之後以整體的方式被製造，或同樣是在碳化前或之後以連結各片段材料至所須形狀之方式被製造。

一旦該大致成形之碳/碳複合材料物件被製造後，該物件可以隨時被加工藉以使縫隙精確至約0.1 mm或更小的等級。更進一步地，由於碳/碳複合材料的強度及機械性，除了在製造的初期具該成形的可能外，碳/碳複合材料可以形成構件的形狀是石墨不可能做到的。

依據本發明該高純度碳/碳複合材料具有傳統製造的碳/碳複合材料的性質，另具有改進之純度，該純度之改進是從本發明之用以製造一種半導體級複合材料之方法所得到的。

依據本發明的方法，纖維(強化物)純度藉由將碳纖維強化物，較佳地為以編織物之形式，在一非氧化(鈍氣)狀態之環境被以熱處理至一約從2400°C (4350°F)至約3000°C之溫度以去除不純物而增加。該熱處理更進一步固定該強化物，避免在後續的程序中縮小。

碳基體的純度係藉由在填充該熱處理過之碳強化物過程中時使用高純度基體前驅物而被增加。該碳源的純度應低於約50 ppm金屬的含量。例如，該酚類樹脂應含低於50 ppm的金屬，應使用非金屬加速器進行熟化，及較佳地應在一不鏽鋼反應器中被造成。

該填充過的強化物，或預填充物，除了該加工的條件是保持在半導體級外，係以傳統方式被架上，平置，熟化及碳化(或熱裂解)。之後該碳化物件藉由使用上述之碳源

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 11 )

材料以化學蒸氣填充或高壓液體填充被緻密化。

在以該化學蒸鍍(CVD)方式使該碳化物件緻密化時，必須注意不使任何元素的不純物進入到該CVD爐子中。在加工該碳化物件之前，該爐子藉由輸入一鈍氣，例如氫，氬或氦，並經由在約從2400°C至約3000°C下之數個熱處理循環週期被清洗。

在該構件藉由緻密化該物件而被形成之後，該構件被更進一步地在一為約2400°C至約3000°C之非氧化或鈍氣的環境下被熱處理藉以確保該石墨化的結構及去除任何可能被引進之不純物。此程序所須的時間是根據該石墨化的時間/溫度的動力原理，並考量爐子的熱載量及質量被計算。如有必要，該構件可以如上述被加工藉以精確其規格及誤差。

在一更進一步之純化過程，該熱處理過構件係更進一步在2400°C至約3000°C及在一鹵素環境下被熱處理藉以揮發性鹵化物形態去除任何金屬元素。合適之鹵素包括氯，溴及碘，係以氯較佳。當在該排放氣體偵測不到金屬物時該純化處理可以被終止。

在整個製造過程中，必須非常注意不污染到任何物件。如上述，加工係在半導體級的標準下完成，包括在工作區使用層流空氣流動藉以確保符合ISO 1000的條件。

依據本發明製備之高純度碳/碳複合材料藉由感應式耦合電漿分光器(ICP)被分析並與傳統之石墨構件比較，該後者也藉由原子吸收光譜儀(AAS)被分析，及該結果係列

## 五、發明說明 ( 12 )

在下表 1 中。

表 1

元素 (PPM)	石墨 (1)	偵測範圍 (2)	高純度 碳/碳級 (2)
鋁	<0.08	0.1	ND
鈣	0.13	0.1	ND
鉻	<0.07	0.01	ND
銅	<0.08	0.02	ND
鐵	0.09	0.04	0.18
鎂	<0.02	0.02	ND
錳	<0.08	0.01	ND
鎳	<0.10	0.04	ND
鉀	<0.10	4	ND
鈉	<0.05	0.2	ND
鈣	<0.07	0.02	0.24

- (1) 藉由感應式耦合電漿分光器 (ICP)，  
原子吸收光譜儀 (AAS)      ND - 偵測不到
- (2) 藉由感應式耦合電漿分光器 (ICP)

依據本發明製備之高純度碳/碳複合材料藉由感應式  
耦合電漿分光器 (ICP) 被分析並與傳統之碳/碳複合材料比  
較，該後者係藉由高溫鹵化被分析，及該結果係列在下表  
2 中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 13 )

表 2

元素 (PPM)	傳統碳/碳(1)	偵測範圍(2)	高純度 碳/碳級(2)
鋁	4	0.1	ND
鈣	10-30	0.1	ND
鉻	<0.32	0.01	ND
銅	<0.06	0.02	ND
鐵	3-5	0.04	0.18
鎂	3-5	0.02	ND
錳	0.034	0.01	ND
鉬	1	0.02	ND
鎳	ND	0.04	ND
磷	5.8	0.02	ND
鉀	ND	4	ND
鈉	4.8	0.2	ND

(1)藉由高溫鹵化，

(2)藉由感應式偶合電漿分光器(ICP)

ND - 偵測不到

如表1及2所示，該本發明之高純度碳/碳複合材料，其鋁、鈣、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鈉、鎳及磷之金屬分析係低於該感應式偶合電漿分光器的能偵測範圍，然這些金屬不純物如所示的係存在石墨及在傳統碳/碳複合材料內(除了後者，對鎳及鉀而言)。

依據本發明製備之碳/碳複合材料被灰化及該稀釋的灰份藉由該感應式偶合電漿分光器被更進一步分析除了上述那些所測試的金屬以外之其它金屬含量。如下表3所示範的，這些金屬銀、鋇、鈹、鎘、鈷、鉛、鋇及鋅的濃度也低於該分析技術所能偵測的範圍。

## 五、發明說明 ( 14)

表 3

元素	偵測範圍	高純度碳/碳級
鋇	0.01	ND
鉍	0.01	ND
鎳	0.01	ND
鈷	0.02	ND
鉛	0.2	ND
銀	0.02	ND
錳	0.02	ND
鋅	0.02	ND

ND=偵測不到

依據本發明碳/碳複合材料可以在未塗覆該構件前被用於半導體加工上，雖然如此在使用前預塗覆該碳/碳複合材料係較佳的，藉以封鎖任何可能因該複合材料在製造或加工過程所產生的粒子。當在程序中的爐子環境內有改變時一個塗層或許是必須的。碳/碳複合材料可以隨時被塗覆一種保護性的耐溫塗覆，例如耐溫碳化物、耐溫氮化物以及特別是關於製造該砷化鎵晶體之耐溫溴化物。較佳的耐溫塗覆係碳化矽、氮化矽；氮化硼、熱解氮化硼及硼化矽。遞層或分層之碳化矽、氮化矽及硼化矽塗料也可以被使用。

碳/碳複合材料之優於石墨，特別是關於像在半導體長晶方法爐子中之半導體加工上，係源於改良之機械性質，即改良之強度，方向的穩定，及抗衝擊與熱衝擊，部分係因結合該強化纖維之故。代表石墨構件及依據本發明製備之碳/碳複合材料構件之物理的，熱的及機械的性質被

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 15)

測試，該測試的結果係描述在表4中。

表4

物理性質	石墨	碳/碳複合材料
密度(g/cc)	1.72-1.90	1.64-1.69
孔隙度(%)	9-12	2-15
硬度(支撐度)	12-80	超過刻度

熱性質	石墨	碳/碳複合材料
傳導度(W/mK)	70-130	100
熱膨脹係數TEC ( $\times 10^{-6}$ in/in/ $^{\circ}$ C)	2.0-3.6	1.4(在平面上) 6.3(交叉層)
輻射率	0.77	0.52

機械性	石墨	碳/碳複合材料
最大抗拉強度(ksi)	0.9-1.7	35-50
抗拉模數(msi)	0.8-1.7	3.5-16
抗彎強度(ksi)	1.7-13	16-42
抗壓強度(ksi)	4.4-22	11-30
斷裂強度(艾式衝擊ft-lb/in)	<1	13

雖然在上表4中該性質的測試係依本發明一個較佳實施例所製造之複合材料所作的，該高純度，本發明之半導體級碳/碳複合材料可以被製造成一個具有約1.6至約2克/毫升之密度，及一個約2至約25%之孔隙度。這些高純度複合材料之抗拉強度範圍一般在約25至約100 ksi，抗拉模數約從3至約30 msi，抗彎強度約從15至約60 ksi，藉由艾式衝擊量測之抗壓強度約從10至約50ksi，斷裂強度約5至約25呎-磅/英吋。

像該發明之高純度複合材料具有一個在平面之熱傳導約20至約500 W/mK及在交叉層的約5至約200 W/mK，在平面之熱膨脹係數從零至約 $2 \times 10^{-6}$  in/in/ $^{\circ}$ C及在交叉層的約從

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 16 )

$6 \times 10^{-6}$  in/in/ $^{\circ}\text{C}$  至約  $10 \times 10^{-6}$  in/in/ $^{\circ}\text{C}$ 。該高純度複合材料之熱輻射率約 0.4 至約 0.8。該高純度複合材料的電阻約  $1 \times 10^{-4}$  至約  $1 \times 10^{-2}$  歐姆-公分。

依據本發明，該高純度之半導體級碳/碳複合材料被製成用於半導體加工之構件，例如爐子的熱遮護板、爐子之管子的襯圈、及坩堝基座。這些構件可用於該製造半導體晶體或矽晶塊、藍寶石晶體以及其他半導體材料例如砷化鎵與碲化鎘鋅之左柯拉斯基長晶爐子內。

因此依據本發明，左柯拉斯基製程爐子之構件例如熱遮護板及坩堝基座已被製造，這些構件包含一個高純度之半導體級複合材料，該複合材料包含一種具有一總量低於約 10 ppm 金屬不純物含量之碳纖維強化之碳基體，較佳地為低於約 5 ppm，及最佳地為具有一低於該感應式偶合電漿分光器對於銀、鋁、鉬、鉍、鈣、鎘、鈷、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、鋇以及鋅金屬所能偵測範圍之金屬不純物位準。

該高純度碳/碳複合材料基座已被用於該左柯拉斯基長晶方法藉以從一矽熔融物拉出一矽晶塊。在這個方法，該矽熔融物係在一個石英坩堝中被形成，該坩堝係被該爐子內之基座緊密地撐住。同時，一個高純度碳/碳複合材料熱遮護板被安置於該盛裝該矽熔融物之坩堝與該爐子加熱元件之間。

如第 1 及 1A 圖之斷面示意圖面，一個典型左柯拉斯基半導體加工反應器包含一個爐子 10，該爐子具有一個藉以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 17)

圍住該加工區域之水夾套不鏽鋼壁11。隔熱裝置，未出現於圖中，係保護該壁直接受熱於加熱器元件12。該加熱器12朝內之徑向安置的為該晶體或晶塊拉晶區13，此區係該半導體被熔融及加工之處。

在該拉晶區13內，一個適合以石英材質製做的坩堝14係藉由該高純度複合材料坩堝基座15被緊密撐住，該基座係座落於一個用於轉動該坩堝基座15之耐溫熱表面，隔熱輪軸上，或爐子的另一個構件(未現在圖上)。該坩堝14內之半導體材料被加熱藉以形成一熔融物16，從這裡該晶體或晶塊藉由傳統拉晶裝置18被拉出，例如一種重力滑車。該半導體材料係高純度，電子級砷化矽或鎵。該拉晶區13可以藉由對該爐子抽氣被維持在一負壓(未現在圖上)。

如第1圖所示，該加熱元件12及該拉晶區13之間被安置一個爐子加熱遮護板或爐內管子襯圈19，該管子襯圈包含該高純度複合材料。該坩堝基座15，及特別是該熱遮護板或管子襯圈19，係保護該拉晶區13及該熔融物16及其包含其內之晶體17免受潛在之污染元素。

這些高純度複合材料元件提供一個穩定的熱環境，在該環境中該晶體或晶塊17之固化被容許繼續進行而不會造成不均形成熱偏差。如第1圖所示該熱遮護板有助於維持該拉晶區在一個對該半導體加工最適之溫度例如對矽而言約為1450°C，即使是該遮護板外表面曝露於該加熱元件12，可能遭遇一更高的溫度例如1500°C至2000°C。該坩堝基座15緊密地支撐該坩堝14，該坩堝可能軟化及在操作溫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 18 )

度下開始”流動”。該基座15在操作過程中維持該坩堝14結構的整體性。

如第1A圖所示，在一個較小的爐子設計中，該熱遮護板19可以被徑向地安置在一個結構外面，該結構包含一個幾乎靠近該加熱元件之基座16內之坩堝14，藉以在該拉晶區13保溫及避免熱徑向地散失。

該高純度複合物也具耐熱衝擊及熱/冷循環，此對傳統石墨構件而言提供一種改善。其他熱特性的優點被列於上表4中。

如第2、3及4圖所示，該爐子熱遮護板或爐內管子襯圈20一般可以是圓柱狀，雖然如此並不因此而限定該形狀，該管子襯圈具一高純度複合材料壁21，該壁界定出一內部的開孔22。該拉晶區13可以被涵蓋在該開孔22內。

如第5、6及7圖所示，該坩堝基座30具有一個高純度複合材料側壁31，一個上端開孔32及一個高純度複合材料基底33。該坩堝基座30的內部被成形藉以支撐該意圖設計之坩堝特殊造型，及因此該基底33可以被挖成一種碗狀形狀，及該側壁可以包含一個諸如用以棲置該坩堝之凸脊34。該側壁31可以包含固定用孔35藉以裝設該基座30。

另一個可選擇的實例如第8、9及10圖，該坩堝基座40也具有一個高純度複合材料側壁41，一個上端開孔42及一個高純度複合材料基底43。該基底43也可以被挖凹，及該側壁41可以包含一個或數個凸脊44。固定用孔45也可以存在在該側壁41上。該基底43可以包含一個高純度複合材料

## 五、發明說明 ( 19 )

合身物46，該合身物界定出一個相啮合區47使其與一輪軸相啮合藉以旋轉該坩堝/坩堝基座組合，一個排氣管藉以降低該爐子內部的壓力，或另一個爐子構件。該高純度複合材料其在碳化前易於製造及在碳化後易於機械加工的性质使該構件可以被製成任何所要的形狀。

依據本發明該高純度複合材料基座對於在該CZ方法及相關之單晶拉晶操作之長晶器提供下列的改善。該坩堝可以被完全地包含，此可排除另外加裝盛接溢出物容器的需要。該長晶爐子熱區的熱管理被改善，因而提供省能及藉由減少晶體排差而改善晶體品質。對於一個固定之爐子設備或爐子尺寸，其有效熱區的容量藉由減少該基座側壁的厚度被增加，因而提供增加長晶熔塊(例如多矽晶)的量，及該量增加的熔塊可以被放入該相對加大之石英坩堝。相對於石英坩堝，該碳/碳基座的壽命因其在置換之前可以忍受加熱與冷卻循環週期的次數增加而大為增加。

依據本發明整個碳/碳基座包括側環與基底這兩種，較佳地係以一種二維的連續式之碳纖維編織成的織物製造。此連續式纖維以及層疊狀構造提供一種具有十倍於現有石墨基座物性的基座。另外，碳/碳基座在一個高溫條件及一個氬氣環境下不會具有崩塌失效之現象。

本發明之碳/碳基座在爐子熱管理上提供一種超過石墨三重的改善。該基座的側邊及基底較佳地為在整個構造上具有幾乎相同的厚度。此藉由縮減可最多到75%之該基座的質量以在熱傳輸至該熱區時排除不必要的熱阻滯。另

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 20)

一個可理解的熱管理改善係排除該基座基底，此基底對於石墨基座是必要的，但對於本發明之碳/碳基座則不然。

該發明的構造藉由容許該基座的底部直接座落於該爐子的托架上而排除該基座的基底。此可以以本發明之碳/碳基座來完成，因為其可以包含一種具有一個純基底及純環(壁)之水平斷面設計，而非一種具有該基底與環成為一體之垂直斷面設計。該基底之排除減少該基座底部對該鄰近加熱器的遮護作用。此遮護作用的減少排除一在該熔塊內(例如熔融的多矽晶)相當部分的熱流。此直接影響所完成之單晶之排差的數目。

依據本發明在增加該爐子熱區之完成係直接從縮減在該基座側環之厚度獲得。該碳/碳基座的厚度較佳地範圍係從約0.12英吋直到約0.35英吋。此構件厚度之總縮減量超過石墨的50%至85%。該碳/碳基座與石墨構件厚度之間對應的差異轉換成一種在熱區容積上的增加係為1至2英吋。此意味一個單晶長晶器可以藉此增加其容量最多至24%。

本發明之碳/碳基座超過石墨基座的優點係描述於下面表5中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 21)

表 5

特性	石墨基座	碳/碳基座
構件件數	3至4	1
構件壽命	1個壽命	3至4個壽命
硬度	脆	堅硬
熱質量	高	低
構件重	約50磅	約15磅
純度	低	高
失效方式	崩塌	不會崩塌
抗熱衝擊	低	高
控制熱傳導能力	低	高(從纖維層 角度安置)
熔融晶體溢出 污染能力	低	高

以下為在該CZ長晶設備中使用本發明之高純度複合材料構件已被實現之更加之優點。

該高純度碳/碳複合材料構件之耐久性的改善使得停爐的次數減少。在該CZ半導體長晶工業上對於石墨構件而言其典型的壽命約3至個月，而對於該高純度複合材料構件，依據對即時現場測試所作之外差法，一約12至15個月之壽命可以被實現。

該高純度碳/碳複合材料構件之耐久性係源於其優越之熱與機械性質。另外，矽氧化物對該高純度複合材料物質的親合作用遠低於對石墨者，此減少所需之週期性清潔與更換。

該高純度碳/碳複合材料構件改善的純度超過石墨使得該矽晶塊或晶圓被污染的程度減少。此可藉由獲取一個於污染原子之間其電流通過的時間所證明。該電流通過於該污染原子之間的時間越短，該矽晶圓約不純。

## 五、發明說明 ( 22 )

對於分別從使用石墨構件與高純度碳/碳複合材料構件之爐子所製造出之矽晶圓之電崩潰時間作了測試。對於從使用石墨構件之爐子所製造出之矽晶圓之電崩潰時間其範圍為從200至250微秒。該從使用高純度碳/碳複合材料構件之爐子所製造出之矽晶圓係相當的純，具有大於300微秒之電崩潰時間。此改善對半導體工業相當的重要。

在另一種對在石墨與本發明材料內之不純物濃度的測試中，藉由在550°C並超過12個小時下直接的接觸傳入矽晶體內之不純物被測量。該列於表1與2之在本發明物質內之元素不純物顯示比石墨者低至少100個因子。

在CZ長晶反應器中使用高純度碳/碳複合材料構件對於被分類為”結構佳”之矽晶圓的產率產生一相當數額的增加。以石墨構件爐子製造之”結構佳”晶圓的產率為68%，而以高純度碳/碳複合材料構件爐子製造之”結構佳”晶圓的產率為72%。在該矽半導體晶圓製造工業須注意的係，一1%產率的增加被認為對財務極為重要。此在結構佳產率上的差異可以歸因於其超時優越之熱控制遍及於該高純度碳/碳複合材料構件。非常少之本發明的熱性質有變差的情形發生。

比起石墨而言，使用該高純度碳/碳複合材料構件之另一個及意外的好處係有關於生產大的構件。因石墨具低機械性質及石墨在支撐其本身之重量的能力差導致製造大的石墨物件係困難的。反之從高純度碳/碳複合材料可以製造大的構件是輕而易舉之事，例如，可大到48英吋的直徑。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

裝

## 五、發明說明 ( 23 )

就電力而言，一個設有高純度碳/碳複合材料構件之CZ爐子所需的電力係頗低於設有傳統石墨物件之類似之爐子。此係歸因於該高純度碳/碳複合材料構件之優越之熱特性，如上所述。使用高純度複合材料之爐內管子襯圈之爐子依據爐內構件的數量可經歷減少2%至5%所需之電量。此電力的節省就所需資本額及操作成本的角度而言是非常的重要。

關於粒子的生成，相較於傳統之石墨，高純度碳/碳複合材料構件具有出色之抗生成粉塵粒子，該粒子在習知技藝中之描述為乾粉狀。以高純度碳/碳複合材料構件爐子製造之矽晶圓的污染比起那些以石墨構件所製造的幾乎完全的消除。

因此，本發明的目的係藉由用於半導體加工之高純度碳/碳複合材料構件之製造及使用來達成。本發明物質相較於石墨之機械及純度的優點，以及本發明物質相較於石墨與傳統之碳/碳複合材料之純度的優點，已如上述被證實。須瞭解本發明不限於上述具體實施例，而包括如下面之專利申請範圍所界定之變化、修改及等效之實施例。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明 ( 24)

元件對照表

10	爐子	15	坩堝基座
11	水夾套不鏽鋼壁	16	熔融物
12	加熱器元件	17	晶體或晶塊
13	拉晶區	18	拉晶裝置
14	坩堝	20	管子襯圈
19	管子襯圈、熱遮護板	22	開孔
21	高純度複合材料壁	31	側壁
30	坩堝基座	32	上端開孔
33	基底	34	凸脊
35	固定用孔 35	42	上端開孔
40	坩堝基座	43	基底
41	高純度複合材料側壁	44	凸脊
45	固定用孔	47	齧合區
46	高純度複合材料合身物		

(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：坩堝基座、單晶長晶方法及左柯拉斯基長晶方法)

一種左柯拉斯基(Czochralski)方法之爐子構件包含一個高純度、半導體級複合材料，該複合材料包括一個具有總量低於約10ppm之金屬不純物，較佳為低於約5ppm，最佳為低於感應式耦合電漿分光器對該銀、鋁、鋇、鈹、鈣、鎳、鈷、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、鋇及鋅金屬所能偵測範圍之金屬不純物之碳纖維強化之碳基體。一個坩堝基座，其係用於一種藉由從一個在一坩堝中之晶體物質之熔融物拉出一個晶塊之長晶方法，包含一個高純度複合材料，該複合材料包含一個二維、連續編織之碳纖維織物強化之碳基體；該高純度複合材料具有一個總量低於約10ppm之金屬不純物；該坩堝基座係由該高純度複合材料構成之一種單件、層疊之結構，並具有一個側環及一個基底，該側環及該基底具有幾乎完全相同之厚度。

英文發明摘要 (發明之名稱：Crucible Susceptor, Single Crystal Growing Process and Czochralski Crystal Growing Process)

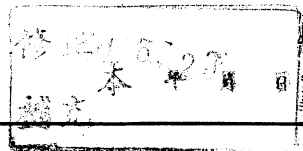
A Czochralski process furnace component comprises a high purity, semiconductor standard composite including a carbon fiber reinforced carbon matrix having a total level of metal impurity below about 10 ppm, preferably below about 5ppm, and most preferably having a level of metal impurity below the detection limit of inductively coupled plasma spectroscopy for the metals Ag, Al, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sr and Zn. A crucible susceptor for a crystal growing process for pulling a crystal ingot from a crystal material melt in a crucible comprises a high purity composite comprising a two dimensional, continuously woven carbon fiber fabric reinforced carbon matrix; the high purity composite having a total level of metal impurity less than about 10 parts per million; the crucible susceptor being a one piece, ply lay-up structure of said high purity composite, having a side ring and a base, said side ring and said base having substantially the same thickness.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線



## 六、申請專利範圍

第 87100441 號專利申請案申請專利範圍修正本 91.05.23

1. 一種坩堝基座，其係用於一種藉以從一個坩堝中之一個晶體物質之熔融物拉出一個晶塊之長晶方法，包含：

一個高純度複合材料，該複合材料包含一個二維、連續編織之碳纖維織物強化之碳基體；

該高純度複合材料具有一個總量低於 10ppm(百萬分之一)之金屬不純物；

該坩堝基座係由該高純度複合材料構成之一種單件、層疊式之構造，其具有一個側環及一個基底，該側環及該基底具有幾乎完全相同的厚度。

2. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該基底係順應以直接嚙合一長晶爐子之基礎。
3. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該基底及該側環的厚度係介於 0.12 英吋與 0.35 英吋之間。
4. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料供以從該基座至該支撐該熔融物幾乎完全均勻之熱傳。
5. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其具有一種選自包含碳化物、硼化物、及氮化物族類之耐溫塗層。
6. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其具有一種選自包含矽碳化物、矽氮化物、硼氮化物、熱解硼氮化物及矽硼化物族類之耐溫塗層。
7. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該金屬不純

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 六、申請專利範圍

物基本上包含銀、鋁、鋇、鉍、鈣、鎘、鈷、鉻、銅、鐵、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、鋨、釩及鋅金屬。

8. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個總量低於 5ppm(百萬分之一)之金屬不純物。
9. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個低於感應式偶合電漿分光器對該銀、鋁、鋇、鉍、鈣、鎘、鈷、鉻、銅、鉀、鎂、錳、鉬、鈉、鎳、磷、鉛、鋨及鋅金屬所能偵測範圍之金屬不純物。
10. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個 25 至 100ksi 之最大抗拉強度及一個 3 至 30msi 之抗拉模數。
11. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個 15 至 60ksi 之抗彎強度及一個 10 至 50ksi 之抗壓強度。
12. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個由艾式衝擊所測量之 5 至 25ft lb/in 之斷裂強度。
13. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個在平面上從零至  $2 \times 10^{-6}$  之熱膨脹係數及在十字層上從  $6 \times 10^{-6}$  in/in/ $^{\circ}$ C 至  $10 \times 10^{-6}$  之熱膨脹係數。

(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

14. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個在平面上  $1.4 \times 10^{-6}$  之熱膨脹係數。
15. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個在平面上 20 至 500W/mK 之熱傳導及在十字層上 5 至 200W/mK 之熱傳導。
16. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個 100W/mK 之熱傳導。
17. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個 0.4 至 0.8 之熱輻射率。
18. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個 0.52 之熱輻射率。
19. 如申請專利範圍第 1 項之坩堝基座，其中該高純度複合材料具有一個  $1 \times 10^{-4}$  至  $1 \times 10^{-2}$  ohm-cm 之電阻。
20. 一種單晶長晶方法，其方法係從一個晶體物質之熔融物拉出一個單晶晶塊，包括：  
供以該晶體物質之熔融物於一個坩堝中，及  
用如申請專利範圍第 1 項之該坩堝基座緊密地支撐該坩堝。
21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，包括直接座落該坩堝基座於一個長晶爐子之基礎上。
22. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該晶體物質係選自包含藍寶石、矽、砷化鎳與碲化鎳鋅之族類。
23. 一種左柯拉斯基長晶方法，其方法係從一個半導體物質之熔融物拉出一個半導體晶塊，包括：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

錄

## 六、申請專利範圍

供以該半導體物質之熔融物於一個石英坩堝中，  
及，

用如申請專利範圍第 1 項之該坩堝基座緊密地支撐該坩堝。

24. 如申請專利範圍第 23 項之方法，包括直接座落該坩堝基座於一個左柯拉斯基長晶爐子之基礎上。
25. 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中該半導體晶塊係一個矽晶塊，包括將矽晶塊切成矽晶圓，及復包括供以該矽晶圓使其具有一個大於 300 毫秒之電崩潰時間。
26. 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中該半導體晶塊係一個矽晶塊，包括將矽晶塊切成矽晶圓，及復包括供以一個大於 68% 之”結構佳”矽半導體晶圓之產率。
27. 如申請專利範圍第 23 項之方法，其中該半導體係選自包含矽、砷化鎵與碲化鎘鋅之族類。

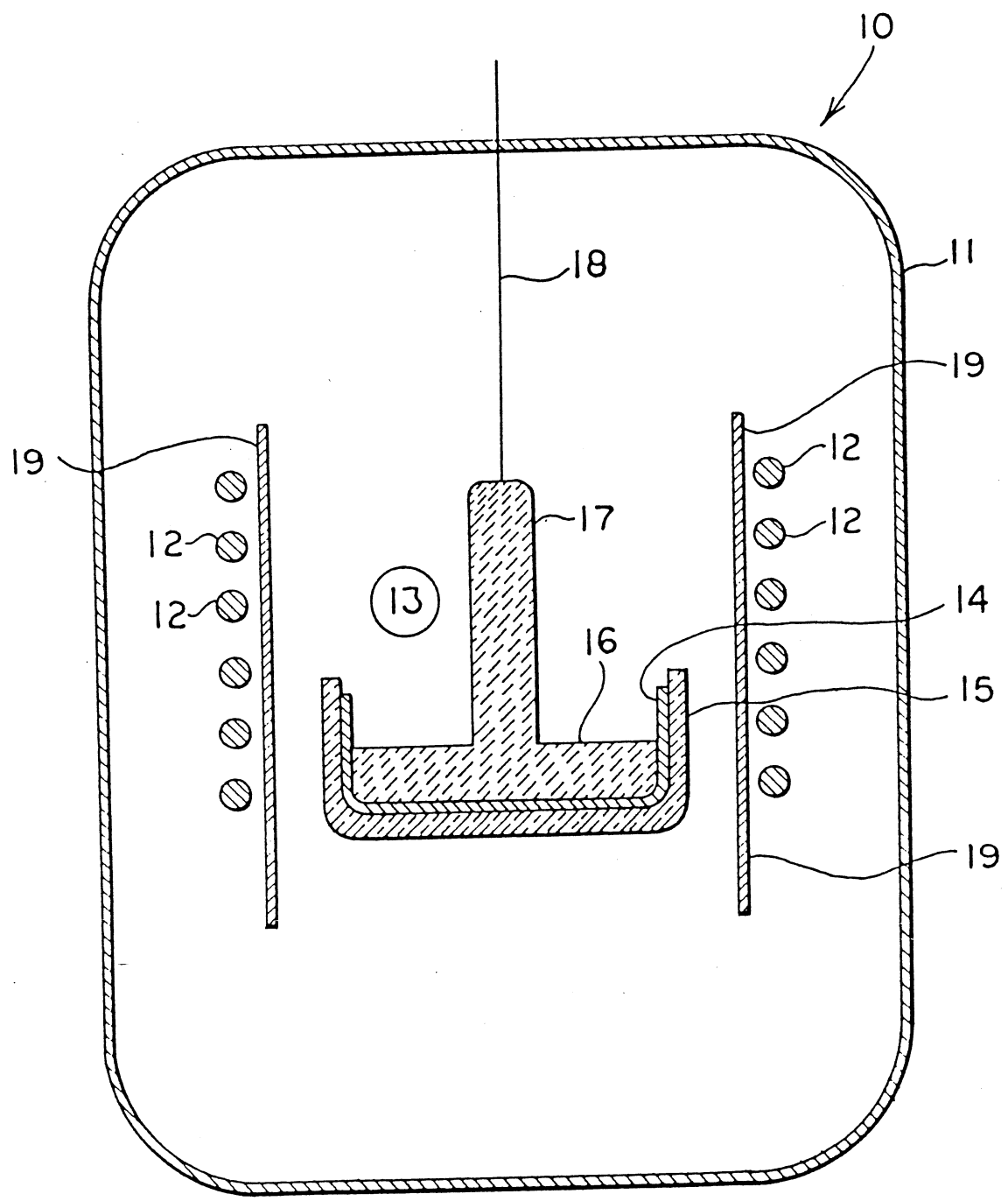
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

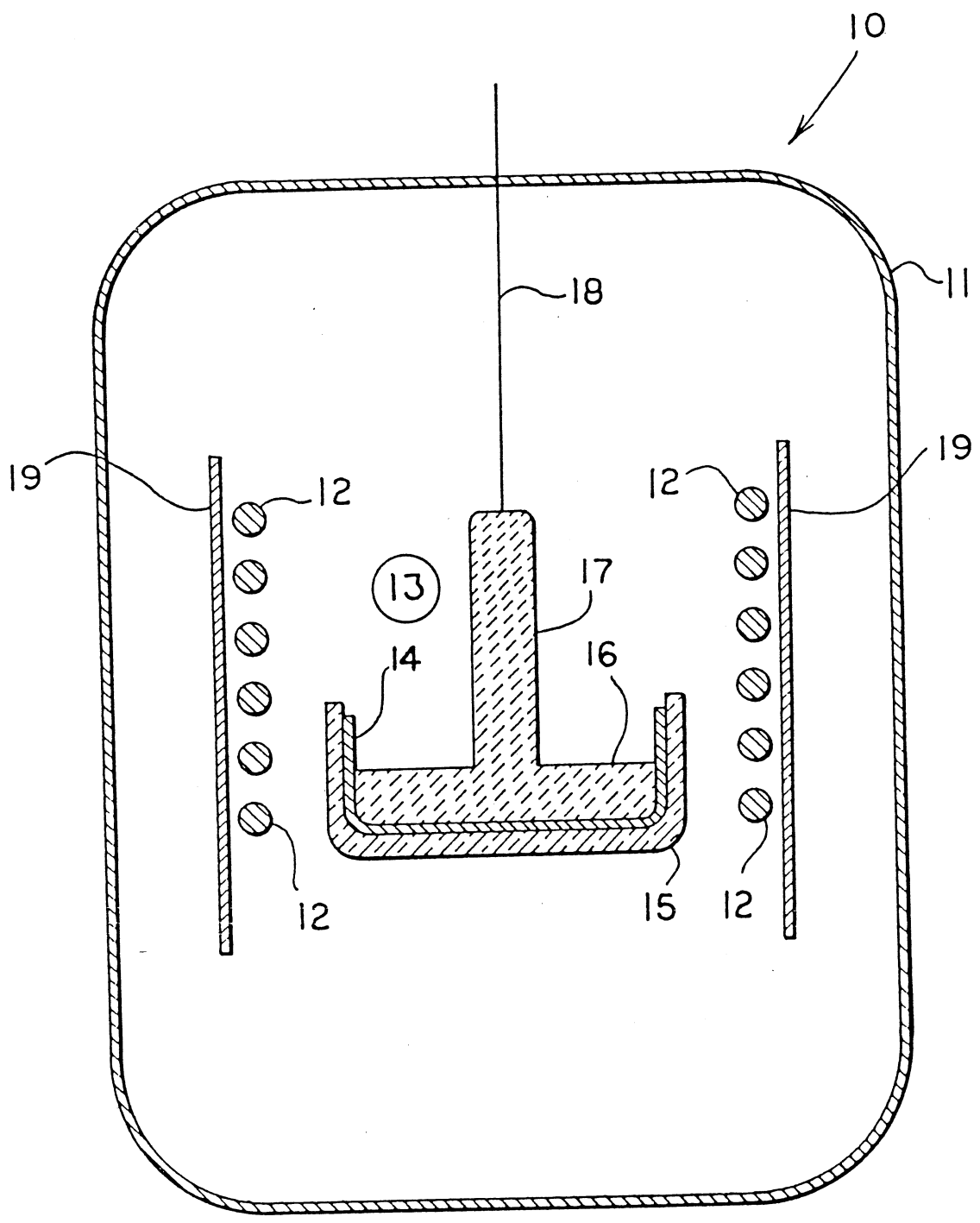
本 告 公

8710044

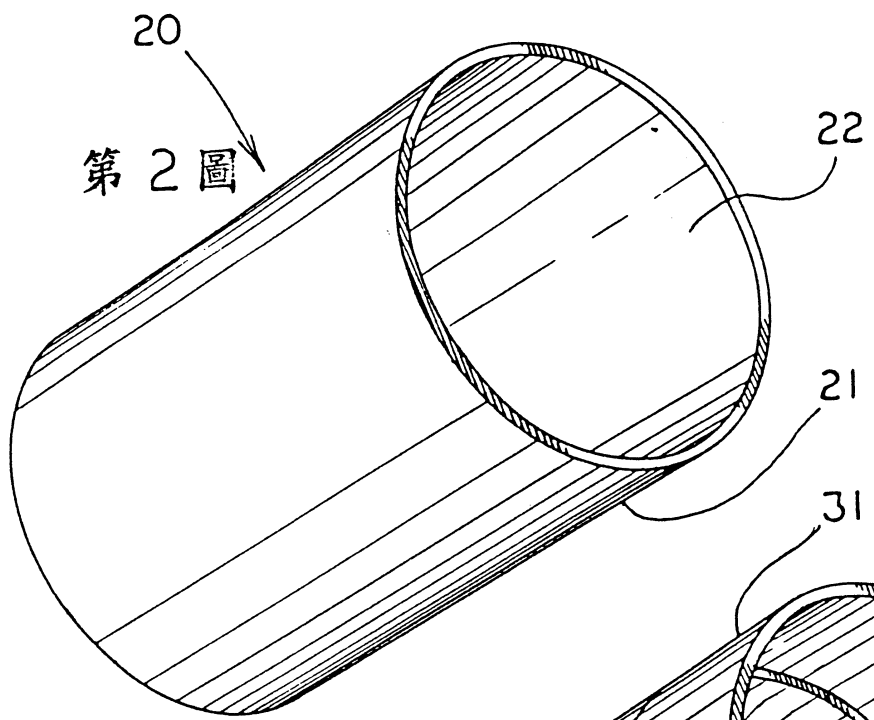


第 1 圖

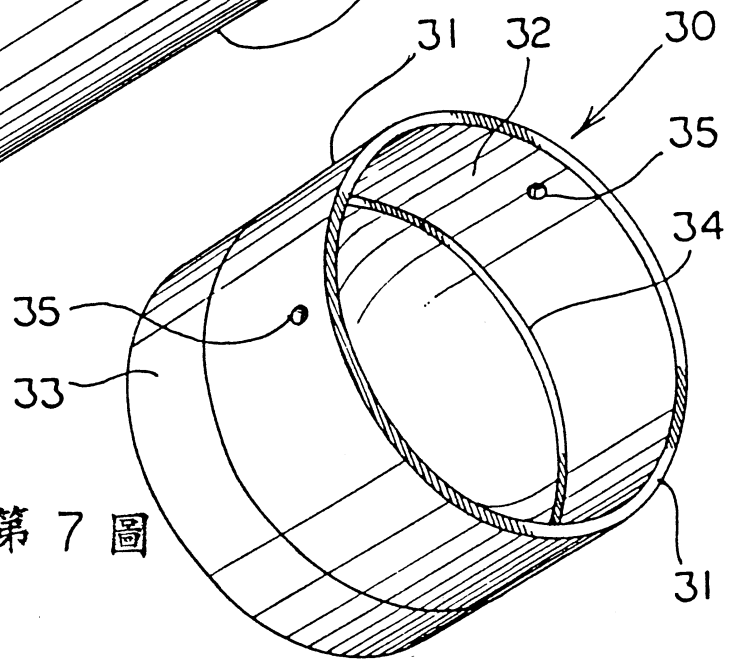
公告奉



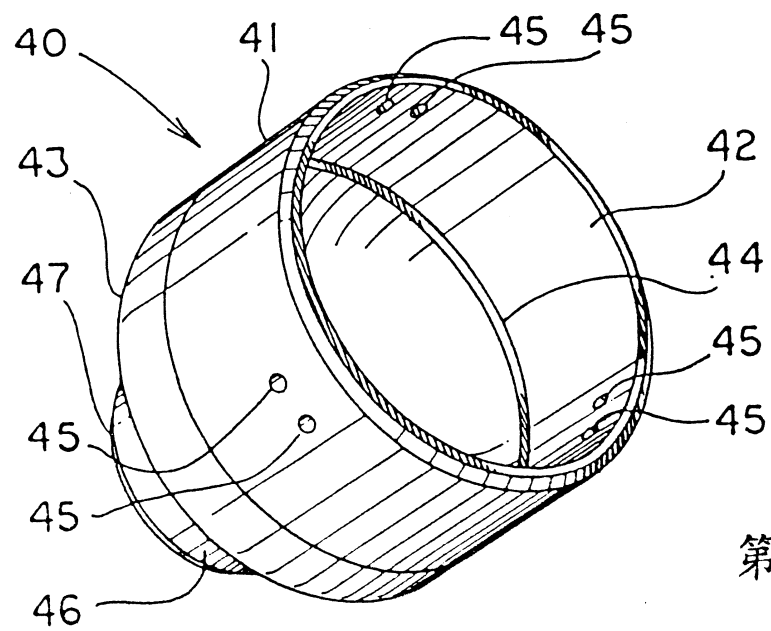
第1A圖



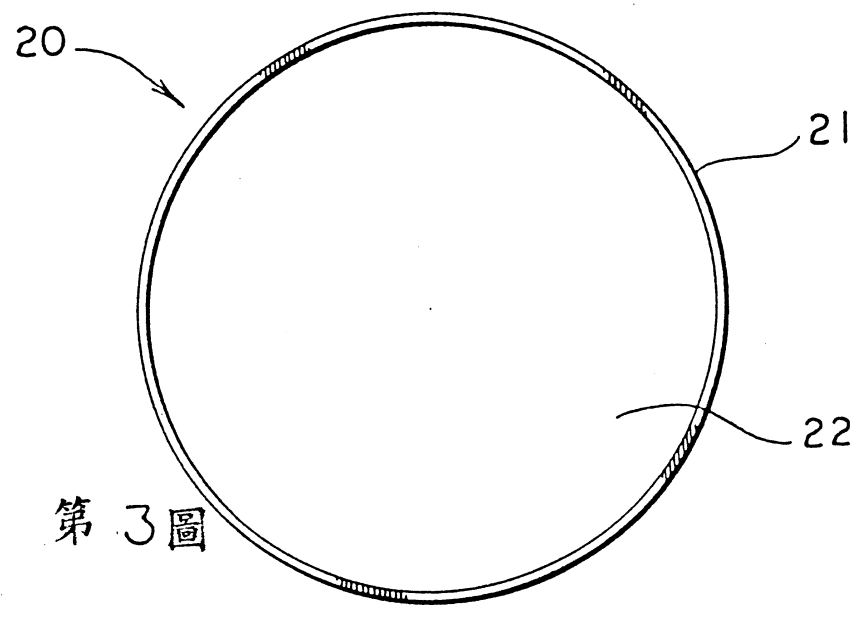
第 2 圖



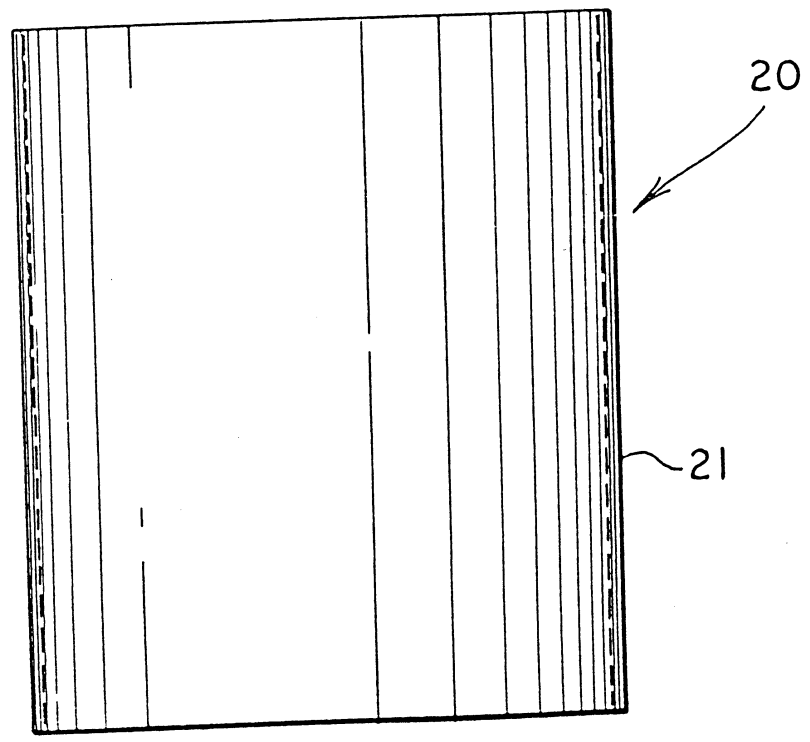
第 7 圖



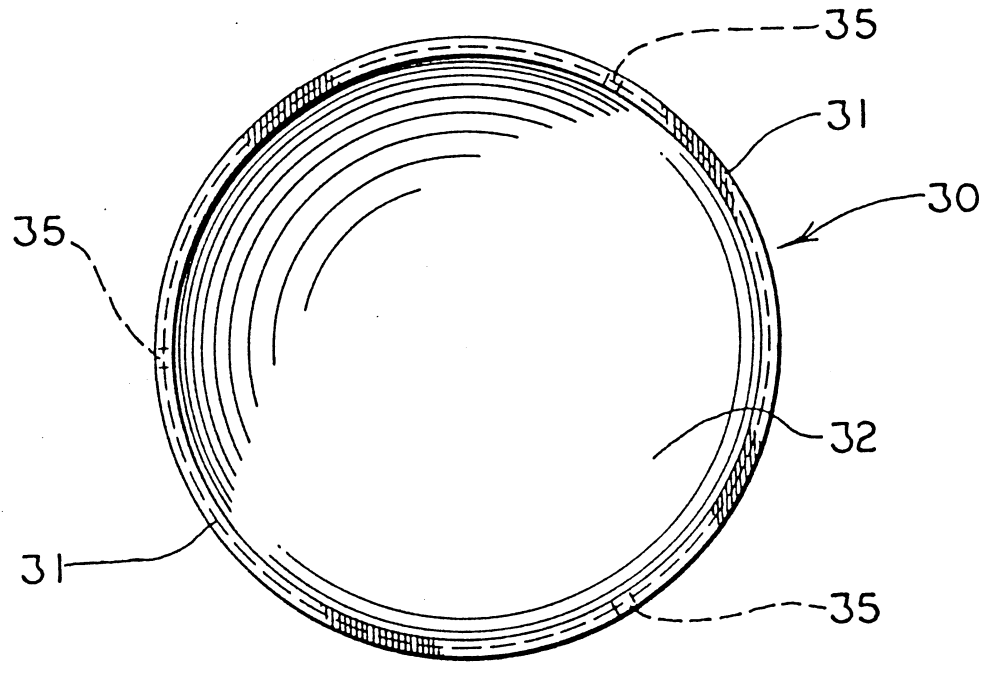
第 10 圖



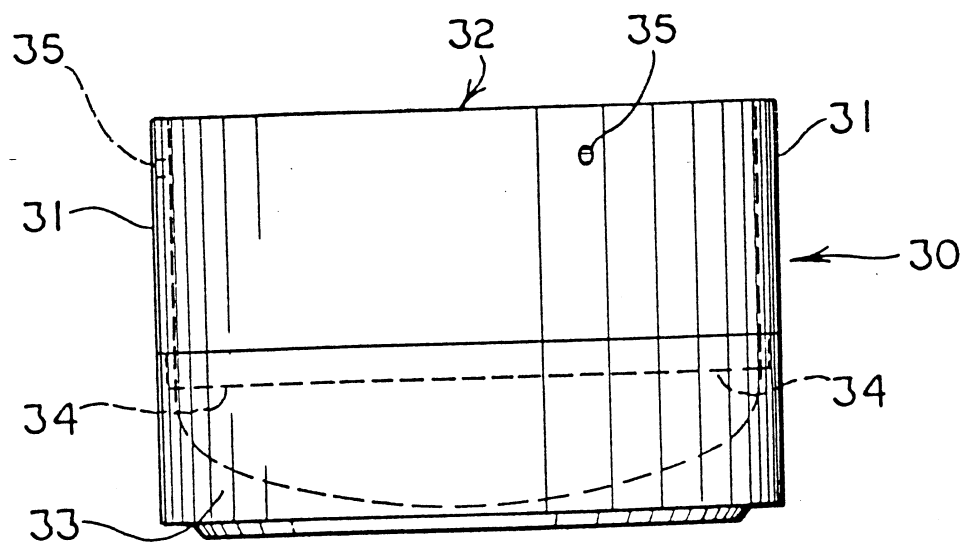
第 3 圖



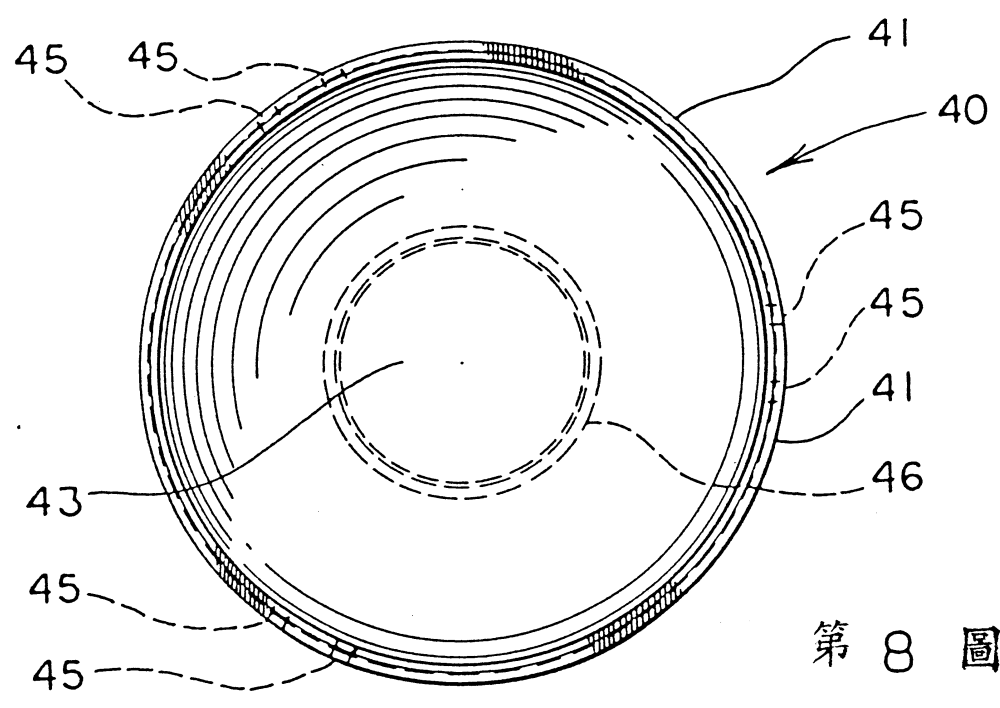
第 4 圖



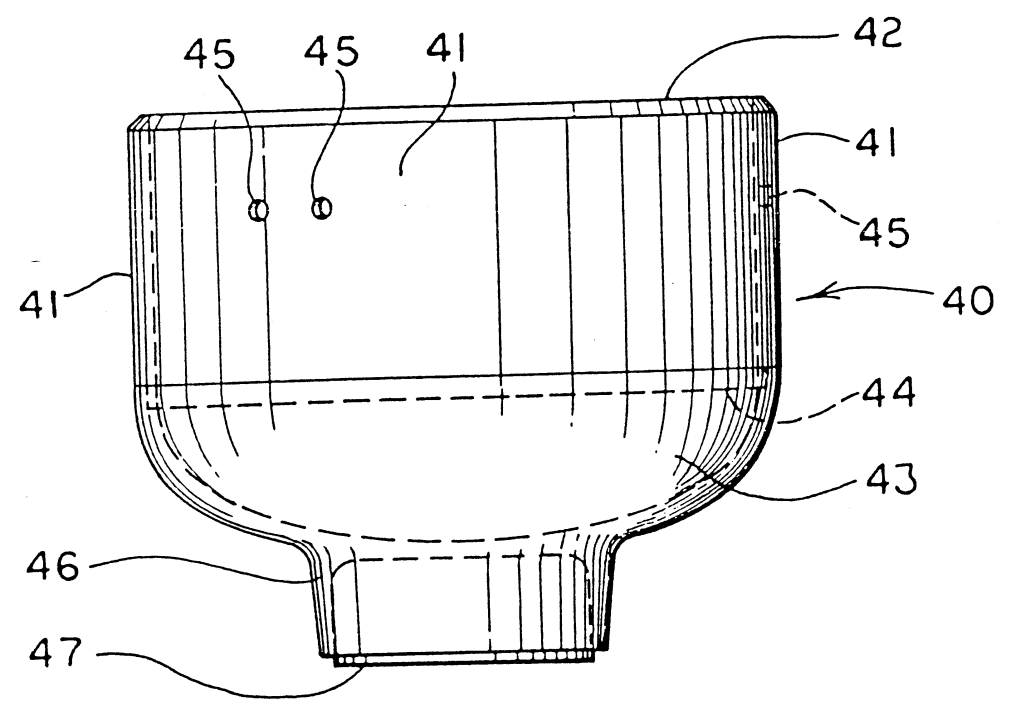
第 5 圖



第 6 圖



第 8 圖



第 9 圖