

公告本

申請日期	89.4.13
案 號	89107017
類 別	C25D $\frac{3}{2}$, B05C $\frac{3}{2}$

A4
C4

527444

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	用於電化處理工件之系統
	英 文	SYSTEM FOR ELECTROCHEMICALLY PROCESSING A WORKPIECE
二、發明 創作人	姓 名	(1)格利格里 J. 威爾森 (2)卡爾 M. 漢森 (3)保羅 R. 麥修
	國 籍	美 國
三、申請人	住、居所	(1)美國.蒙大拿州 59901,卡利斯貝爾市,東六路 427 號 (2)美國.蒙大拿州 59901,卡利斯貝爾市,綠巴路 110 號 (3)美國.蒙大拿州 59901,卡利斯貝爾市,達林頓路 1912 號
	姓 名 (名稱)	薛米屠爾公司
三、申請人	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國.蒙大拿州 59901,卡利斯貝爾,西瑞色夫路 655 號
三、申請人	代 表 人 姓 名	格利格里 L. 柏京斯

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒ 有 ☐ 無主張優先權

①1999.04.13 ①60/129,055
②1999.07.12 ②60/143,769
③2000.02.14 ③60/182,160

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

五、發明說明（一）

【相關申請案參照】

本發明係主張以下之美國臨時申請案的優先權：

於 1999 年 4 月 13 日提出申請，標題為“具有改良型加工室的工件處理器”之蘇聯第 60/129,055 號申請案（代理人檔號：SEM4492P0830US）；

於 1999 年 7 月 12 日提出申請，標題為“具有改良型加工室的工件處理器”之蘇聯第 60/143,769 號申請案（代理人檔號：SEM4492P0831US）；以及

於 1999 年 2 月 14 日提出申請，標題為“具有改良型加工室的工件處理器”之蘇聯第 60/182,160 號申請案（代理人檔號：SEM4492P0832US）。

有關聯邦政府所資助之研究或發展的陳述則不在此限。

【發明背景】

從微電子工件（諸如半導體晶圓基材、聚合物基材等）所製成的微電子組件大致都涉及若干種加工方法。就本發明申請案的目的而言，一個微電子工件的定義包含，一旦微電子電路或組件，資料儲存元件或層及／或微機械元件成型時，自一基材所製成的一個工件。而作用在微電子工件以製成該微電子組件則有許多不同的加工操作方式。這些操作方式包含，例如，材料沉積、圖案顯影、摻雜質、化學機械研磨、電性研磨以及熱處理。

材料沉積的方法包含在該微電子工件（在下文中將指

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（＞）

一個半導體的晶圓，但並非僅限於此用法）的表面上進行沉積或者形成薄層的材料。圖案顯影則是對這些增加層選擇性地去除若干區域。半導體晶圓（或稱微電子工件）之摻雜質的作法是將所謂“摻質”的雜質加到該晶圓的特定部分中，以改變該基材的電子特性。半導體晶圓的熱處理則牽涉對基材的加熱及／或冷卻，以達成特定處理的結果。化學機械研磨係伴隨著結合化學／機械的方法而去除材料，而電性研磨則是使用電化學的反應機制以從一工件表面去除材料。

有很多種加工裝置，即一般所謂的製程“工具”，已發展且用以實施先前所述的加工操作。這些工具係依照在製造方法以及工具執行過程中的工件型式，而採取不同的配置結構。一種由美國蒙大拿州卡利斯培爾地方的 Semitool 公司所銷售之習知的加工機具，LT-210C™，其配置結構包含複數個微電子工件處理站，並利用一工件固定器和一加工承杯或容器以實施溼式加工操作。這種溼式的加工操作包含電鍍、蝕刻、非電性沉積、電性研磨等。而在該 LT-210C™ 加工機具中所使用的電化學處理工作站，係與本發明內容有關並且值得探討。這種電化學處理工作站係針對該微電子工件而進行先前所提及的電鍍、電性研磨、陽極氧化鍍層。吾人將可瞭解到，本發明中所提出的電化學加工系統係極適合於實施先前所述的電化學處理操作。

依據該 LT-210C™ 加工機具的配置結構，該電鍍工作

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

五、發明說明（ ㄅ ）

站包含一個工件固定器和一個加工容器，且此二配件係相互地緊鄰配置。該工件固定器和加工容器的操作模式，係使得該由工件固定器所固持的微電子工件與一種配置在該加工容器中的電鍍液接觸，以構成一個加工室。然而，將該電鍍溶液限制在工件的適當部位則經常是個問題。此外，欲確保在該電鍍溶液與該工件表面之間有適當的質量傳遞條件也是困難的。但是，缺乏這種質量傳遞的控制，則該工件表面的電化學加工情形經常會不均勻。除此之外，對於形狀以及電場強度的控制也愈發顯得重要。

傳統的電化學反應器係已運用各種不同的技術及控制方式，以使該工件的表面與該電鍍溶液接觸。例如，其可採用局部或全部沉浸的加工方式而使工件表面接觸電鍍溶液，其中該電鍍溶液係放置在一個加工容器中，並且該工件的一個或多個表面係與該電鍍溶液接觸，或者沉浸到該電鍍溶液的表面以下。

電鍍和其它電化學處理，在將微電子工件製作成半導體積體電路和其它微電子裝置的加工上，已變得愈來愈重要。例如，電鍍經常被用以在工件上製作至少一層金屬薄膜，而這些金屬層則經常用供該積體電路上不同裝置之間的電性連結。此外，該由金屬層所形成的結構則可做為諸如讀／寫頭等的微電子裝置。

一般而言，電鍍用的金屬包含銅、鎳、金、白金、焊接劑、鎳銅等。而大致上，電鍍的做法則先是在該微電子工件上以一個非常薄的金屬層構成種子層，因而該微電子

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(4)

工件的表面便可展現導電的特性。這個導電的特性即容許後續特定金屬藉由電鍍而構成一個毛毯狀或圖案顯影的層。之後的加工步驟，諸如化學機械平整化，則可用以去除該毛毯狀或圖案顯影的層在電鍍期間所形成之不必要的部分，而達到所要求之金屬化的結構形式。

在一工件表面所進行之金屬的電研磨係包含運用電化學方法以移除至少某些這種金屬。實際上，該電化學的方法即電鍍作用的逆向操作，並且通常就是使用與進行電鍍相同或類似的反應器來實現。

現行實施電鍍的加工容器通常提供一個連續流通的電鍍溶液，並經由一個單一入口而到達該電鍍室中；其中，該入口係配置在電鍍室的底部。這一種加工容器的一個實施例可以如第 1A 圖中所描繪者。在該圖式中，該一般是以標號 1 表示的電鍍反應器，包含一個用供電鍍的加工容器 2 和一個設置在該加工容器 2 下方部位的流體入口 3。此加工容器 2 係用以容置一個經由該流體入口 3 而供應的電鍍溶液。在這一種反應器中，該電鍍溶液可在一做為陰極之工件 5 的表面與一陽極 4 之間的完成一個電性路徑。

發生在該微電子工件表面的電鍍反應，係依據經由一擴散層（亦即質量傳遞層）以到達該微電子工件表面之質量傳遞的形式（例如：銅離子、白金離子、金離子等）而定。其中，該擴散層係緊鄰該微電子工件的表面而形成；並且，如果欲在一合理時間的範圍內沉積一均勻的電鍍薄膜，則其有必要在該微電子工件的表面上發展一層既薄且

五、發明說明（ 5 ）

均勻的擴散層。

即使在該工件表面上分佈電鍍溶液也是藉由諸如一個設置在該單一入口與該工件表面之間的擴散器 6 或其類似者來達成，以便控制該在加工容器 2（如第 1A 圖所示）內之擴散層的厚度和均勻性。該擴散器 6 包含複數個開口 7，以便該供應自加工流體入口 3 的電鍍流體可以跨越該工件 5 的表面而儘可能均勻地送出該電鍍流體的流動。

雖然，藉由一擴散器對於擴散層的控制有著實質的改善，但是這種控制的效果卻是有限的。從第 1A 圖可看出，在該微電子工件表面之正交方向上增加流速的局部區域 8，通常是藉由擴散器 6 而產生。一般而言，這些局部區域 8 係與擴散器 6 的開口 7 位置有關。而當擴散器 6 移近該工件 5 時，這種效果會加強。

本發明人已發現，這些在工件 5 表面之增加流速的局部區域 8 會影響該擴散層的條件，並且會導致在該工件 5 表面上方之電鍍材料的非均勻沉積。此外，由於該擴散器係配置在該陽極與工件之間，故擴散器之開孔圖案的結構也會影響電場的分佈，並且進而造成該電鍍材料的非均勻沉積。在如第 1A 圖所描繪的反應器中，其電場將會因應該在擴散器中的開口而趨向於集中在局部區域 8。這些在該局部區域 8 中的效果會依據擴散器到該工件 5 的距離、擴散器開孔的尺寸和圖案而有所不同。

在電鍍進行中，另一個經常遭遇的問題，是在電鍍加工期間因為氣體의消失和發生所造成之擴散層的分裂。例

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（ 6 ）

如，在該加工設備的水管工程和泵浦系統中所產生的氣泡。因此，在該工件 5 表面會移入氣泡的位置應避免實施電鍍。特別是當使用一種惰性陽極時，氣體的形成將會是一重大考慮，因為惰性陽極會由於在其表面所發生的氧化反應而產生氣泡。

消耗性的陽極經常用於該電鍍溶液中以減少氣泡的發生以及保持電鍍浴的穩定。然而，消耗性的陽極通常具有一個必須確保之鈍化作用的薄膜表面。它們也會在該電鍍溶液中腐蝕，而改變了尺寸的公差；以致，它們最終必需進行汰換。因而，當與使用惰性陽極的工具相較之下，其增加了確保該工具運作所需的維修工作量。

另一個伴隨著電鍍均勻薄膜的挑戰，是該電鍍薄膜阻抗的改變。該原始種子層具有較高的阻抗，但是這個阻抗會隨著薄膜厚度的增加而降低。對於一特定電鍍室的硬體設備，這種阻抗改變的情形使得在不同種子層上產生最佳化的均勻性和薄膜沉積厚度是困難的。

基於先前問題的描述，本發明人已發展出一種用供電化處理一微電子工件的系統，並且亦極適用於廣泛的電化處理要求（例如：種子層的厚度、種子層的类型、電鍍材料、電解液的性質等）。並且，該系統不僅能適用於諸如電化處理的要求，而同時也可對該工件的表面提供一個經過控制且大致均勻的擴散層。這種擴散層則有助於提供一個相當符合均勻加工的工件表面（例如，該電鍍材料的均勻沉積）。

五、發明說明(7)

【發明概要】

本發明係提出一種用於電化處理一微電子工件之至少一個表面的反應器，其包含一個包含一工件支撐物的反應器頭，以及至少一個配置在該工件支撐物上的電性接觸體，以便與該微電子工件達成電性接觸。該反應器也具備一個包含複數個噴嘴的加工容器，該噴嘴係傾斜地配置在一個主要流體流動室的側壁部內，並且在電化處理期間，該噴嘴正常地係處於一容置在該主要流體流動室內之加工流體浴的一個表面以下。另外，複數個位在該主要流體內之不同高度的同心陽極，係在加工作用之下使該同心陽極相對於一個微電子工件而處於不同的距離，而不需在加工的作用之下於該複數個陽極與該微電子工件之間設置一個中間擴壓器。至少一個該複數個同心陽極係可在加工作用下，以極靠近一微電子工件的方式配置。除此之外，一個或多個該複數個同心陽極係一個虛擬的陽極。本發明也關於一種在一主要流體流動室中之多層級的陽極結構，以及使用這種結構的方法。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係為一個結合一擴散器之電鍍反應器組合的概略方塊圖，其中該擴散器係用以散佈一加工流體使橫越一工件的表面以及輔助界定該電場的形狀；

第 1B 圖係為一個電鍍反應器組合實施例的一個剖面圖，其中該反應器組合也可與本發明結合使用；

五、發明說明(8)

第 2 圖係為一個反應室的概略視圖，其中該反應室係可用於如第 1B 圖的反應室組合中，並且包含該經由反應室之加工流體流動的情形以及其速度場分佈的描繪圖示；

第 3 至 5 圖係描繪一完整加工室組合的詳細結構，其中該加工室組合係特別適合用以電化加工半導體晶圓，並且已用以達成如第 2 圖中所示的速度場分佈；

第 6 和 7 圖係描繪一個依據本發明之另一實施例而建構的完整加工室組合；

第 8 和 9 圖係描繪第 6 和 7 圖加工室實施例之速度場分佈的剖面圖；

第 10 和 11 圖係描繪加工室之陽極結構的形勢圖，其中該陽極結構係可用以達成均勻的電鍍；

第 12 和 13 圖係描繪第 6 和 7 圖中所示之加工室的一種修改型式；以及

第 14 和 15 圖係描繪兩個加工機具的實施例，其中該加工機具可包含至少一個依據本發明之原理而建構的處理工作站。

【元件符號說明】

1	電鍍反應器
2	加工容器
3	流體入口
5	工件
6	擴散器

五、發明說明(9)

7	開口
8	局部區域
20	反應器組合
30	反應器頭
35	加工杯狀物
37	反應器基座
70	靜態組合
75	轉子組合
85	陰極接觸體組合
505	主要流體流動室
510	前置室
515	流體入口
520	充滿物質的空間
525	擴散器
530	噴嘴／切槽組合
535	噴嘴／切槽
537	中央軸線
540	加速通道
545	流體流動區段
550	高壓的區段
560	輪廓側壁
565	傾斜側壁
570	分割點
572	出口

五、發明說明(10)

580	主要陽極
581	導電連接桿
585	環狀陽極
590	文氏管出口／文氏管流動路徑
605	外形杯狀部
610	加工室組合
615	凸緣
625	主要圓柱形殼體
627	排水杯狀物組件
629	通道
640	螺旋狀流動室
665	空氣出口
670	切槽
690	中間室組件
692	腳部支撐件
697	陽極支撐件
705	通道
710	通道
715	插座
725	環狀通道
730	通道
733	配件
737	外形杯狀部的底部
739	堰組件

五、發明說明(11)

742	堰組件的邊緣
744	堰組件的凸緣
785	陽極組合
810	進入流體導引件
815	固定件
817	開放通道
819	向上傾斜的壁部
821	向上的通道
823	垂直通道
1015、1020、1025、1030	環型陽極
1017、1022、1027、1032	陽極反應室殼體
1050	支撐／導電組件
1055	導電連接器
1060	流體入口
1065	歧管
1070	切槽
1075	充滿物質的空間
1080	開口
1085	杯狀物
1090	上側邊緣
1095	外側壁
1200	內側壁
1205	流動區域
1210	固定元件

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

1610	處理工作站
1615	RTP 工作站
1620	傳輸機制
1625	中央履帶
1635	RTP 工作站
1640	專屬的自動機制
2010	入口組件
2015	中空柄部
2020	塔形輪轂
2025	梯級
2030	通道

【較佳實施例詳細說明】

反應器的基本組件

參閱第 1B 圖，其中顯示一個用供電鍍一微電子工件 25 的反應器組合 20。該微電子工件 25 可以是一個半導體晶圓。即如一般的敘述，該反應器組合 20 是由一個反應器頭 30 和一個對應的反應器基座所組合。其中，該內部配置有電鍍溶液的反應器基座一般是以標號 37 標示，且將在下文中詳細敘述。第 1B 圖中的反應器除了可用供電鍍（例如：電性研磨、陽極氧化等）之外，也可用以進行電化處理的操作。

該電鍍反應器組合 20 的反應器頭 30 可以是由一個靜態組合 70 和一轉子組合 75 組成。轉子組合 75 係構造而供

五、發明說明（\7）

：容置和攜載一個結合的微電子工件 25，將微電子工件 25 定位在該反應器基座 37 之一容器內的一個面朝下的加工側邊，以及旋轉或轉動該電鍍反應器組合 20 微電子工件 25（當在該電鍍反應器組合 20 的電鍍電路中連接其導電的表面時）。該轉子組合 75 包含至少一個用以供給電鍍能源於該微電子工件 25 的陰極接觸體。在所描繪的實施例中，一個陰極接觸體組合大致係以標號 85 標示，且其將在下文中更詳細地敘述。然而，吾人將可發現，當該基材具有導電特性或者在該微電子工件 25 的背側與前側之間具備另一個可以導電的路徑時，則背側接觸的方式便可取代前側接觸的方式。

基本上，該反應器頭 30 係配置在一個昇高／旋轉的裝備上，且該昇高／旋轉的裝備係設置供該反應器頭 30 從一個面對上方配置方式旋轉到一個面對下方的配置方式。其中，在該面對上方的配置方式中，該昇高／旋轉的裝備係容置該欲實施電鍍的微電子工件 25；而在該面對下方的配置方式中，該欲進行電鍍之微電子工件 25 的表面係以平坦或呈一角度傾斜的形式而與在該反應器基座 37 內的電鍍溶液接觸。較佳地，這種接觸係運用一個包含一終端操縱裝置的機械手臂，而將該微電子工件 25 放置在該轉子組合 75 的定位上，以及將該完成電鍍的微電子工件 25 自該轉子組合 75 的內部取出。該陰極接觸體組合 85 係可在一個開放狀態與一個閉合狀態之間操作。其中，該開放狀態係容許微電子工件 25 被擺置在該轉子組合 75 之上；而該閉

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（\4）

合狀態則係將該微電子工件 25 固定在轉子組合 75，以及促使該陰極接觸體組合 85 的導電組件與該欲進行電鍍之微電子工件 25 的表面達成電性結合。

吾人將可發現，其它反應器組合的構造也可以與本發明所揭露之反應室的特徵一起運用，而先前所敘述者僅作為說明之用。

電化處理容器

第 2 圖係描繪導源自該加工容器之反應器基座 37 的基本構造以及其對應之流場速度的分佈形勢。如圖所描繪者，該反應器基座 37 係包含一個主要流體流動室 505、一個前置室 510、一個流體入口 515、一個充滿物質的空間 520、一個用以分隔該充滿物質的空間 520 和前置室 510 的流通擴散器 525 以及一個用以分隔該充滿物質的空間 520 和主要流體流動室 505 的噴嘴／切槽組合 530。這些組件係聯合以提供一種電化處理流體（在此是指電鍍溶液）至該微電子工件 25，而該微電子工件 25 係具有一個獨立於徑向的正交分量。在該說明實施例中，該衝擊的流體流動係沿著該中央軸線 537 周邊而集聚，並且具有一個與該微電子工件 25 的表面呈正交之相當均勻的分量。這種情形將可造成一個到達該微電子工件 25 表面之非常均勻的質量流，因而隨後能夠實施相當均勻的加工。

值得注意的是，吾人將可以從以下的敘述瞭解到，達成這個令人滿意的流動並不需要在該陽極與該欲進行電化

五、發明說明（\5）

處理（例如，電鍍）之微電子工件 25 的表面之間設置一個擴散器。於是，該用於電鍍反應器的陽極即可緊鄰於該微電子工件 25 的表面而配置，因而可實質地控制用於該電化處理中之局部電場／電流密度的參數。這種對該電性參數之相當程度的控制，可使得該反應器非常符合廣泛的電鍍要求（例如：種子層的厚度、種子層的形式、電鍍的材料、電解液的穩定度等），而不必在該反應器的硬體中進行對應的改變。另外，其也可以藉由改變該用於電鍍加工中的電性參數，諸如以軟體控制該供應予陽極的能源，而達成變更的效果。

因此，該反應器的設計可有效地使該流體的流量與該電場的調整退耦。這種方法的一個優點，是可以設計一個具有用供電鍍和其它電化處理（亦即，一個可提供橫越該微電子元件之一非常均勻擴散層的設計）之相當理想的流動方式。並且，當電鍍和其它電化處理的應用需要對該電場實施重大改變時，上述理想流動方式不致退化。

上述優點可以經由與如第 1A 圖中所示之習知技藝的反應器設計相較，而更顯出其價值。在該習知的設計中，如果在該陽極 4 與工件 5 表面之間的距離要縮短，則其擴散器 6 必須向著該工件 5 表面接近。但是，將擴散器 6 移近該工件 5 會大大地改變該在工件 5 表面之電鍍流體的流動特性。更特別地，該在擴散器 6 與工件 5 表面之間的緊密相鄰，會導致在局部區域 8 之正交分量上的流動速度相對應地增加。以致，陽極 4 便不能移動而緊鄰該欲進行電

五、發明說明(16)

鍍之微電子工件 5 的表面，以避免引發擴散層的控制問題以及不利局部增加相應於該開孔圖案的電場。由於不能移動該陽極 4 使緊鄰於該微電子工件 5 的表面，則伴隨著對該電化處理的導電特性所做之增強控制的優點將無法實現。除此之外，將該擴散器 6 朝向與該微電子工件 5 緊鄰的一個位置移動，可有效地產生複數個由該擴散器 6 的開孔圖案所界定的虛擬陽極。一旦完成這些虛擬陽極相對於微電子工件 5 的緊鄰配置，則該虛擬陽極便具有高度局部化的效果。這種高度局部化的作用一般係無法精準地控制。其中，該控制的作法係指針對單一的實體陽極而只進行能源的變化。因此，欲藉由複數個這種疏散控制的虛擬陽極以達成大致均勻的電鍍薄膜是困難的。

請再次參閱第 2 圖，電鍍溶液係經由配置在該反應器基座 37 底部的流體入口 515 而供給。該來自流體入口 515 的流體係從該處以一相當高的速度而導引穿越前置室 510。在該說明的實施例中，前置室 510 係包含一個加速通道 540，且該電鍍溶液係經由該加速通道 540 而徑向地從該流體入口 515 流向該前置室 510 的流體流動區段 545。流體流動區段 545 具有一個大致呈倒置 U 字型的剖面，且該 U 字型剖面在其鄰近擴散器 525 的出口區段大致比其鄰近加速通道 540 的入口區段寬。這個剖面上的變化在該電鍍溶液進入該主要流體流動室 505 之前，係有助於排除任何來自該電鍍溶液的氣泡。其它可能進入該主要流體流動室 505 的氣泡則是經由一個配置在該前置室 510 之上側部分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(17)

的空氣出口(未圖示在第2圖中,但在如第3至5圖的實施例中則有描繪)。

存在前置室510內部的電鍍溶液最後則是饋送到主要流體流動室505。欲達此目的,該電鍍溶液先是從該前置室510的一個相當高壓的區段550導流而經過擴散器525,然後到達該比較低壓之充滿物質的空間520。噴嘴組合530包含複數個噴嘴或切槽535,且它們均是相對於水平而呈單一角度傾斜配置。電鍍溶液係經由噴嘴535而以垂直和徑向的兩個流體速度分量離開該充滿物質的空間520。

主要流體流動室505在其上側區段界定一個輪廓側壁560和一個傾斜側壁565。該輪廓側壁560有助於,當該電鍍溶液離開切槽535(特別是該最上方的噴嘴)並且轉朝向上方而到達該微電子工件25的表面時,避免流體流動的分離情形。一旦超越分割點570,則流體流動的分離情形大致上將不會影響該正交流的均勻性。據此,傾斜側壁565一般可具備任何形狀,包含像輪廓側壁560之呈連續的形狀。在這裡所揭露的說明實施例中,傾斜側壁565係用以支撐一個或多個陽極,其進一步的細節將在下文中解說。

電鍍溶液係從主要流體流動室505經由一個大致呈環狀的出口572而離開。流體離開的出口572係可以用供清理而設置在更外側的腔室上,或者也可以再補充並經由該電鍍溶液供應系統而用循環。

該反應器基座37也具備一個或多個陽極。在該說明的

五、發明說明(18)

實施例中，一個主要陽極 580 係配置在該主要流體流動室 505 的下側部分。如果，該微電子工件 25 表面的周邊端緣徑向地延伸超越該輪廓側壁 560 的範圍，則該周邊端緣與該主要陽極 580 之間將構成電性屏蔽，並會在該區域產生電鍍的還原。於是，複數個環狀陽極 585 會以大致呈同心圓的方式配置在傾斜側壁 565 上，以便提供一電鍍溶液流至該主要區域。

該實施例中所描繪的主要陽極 580 和陽極 585 係相對於該已電鍍之微電子工件 25 的表面而配置在不同的距離處。更特別地，該主要陽極 580 和陽極 585 係同心地配置在不同的水平面上。這一種結合著垂直差異的同心配置方式，係容許陽極 580 和陽極 585 有效地靠近該微電子工件 25 的表面設置，卻不會因為切槽 535 的分流而對該流動的樣式產生相關的不利影響。

當電鍍微電子工件 25 時，對於一個陽極所做之控制的作用和程度，係依照在陽極與該正進行之微電子工件 25 的表面之間的有效距離而定。更特別地，在所有其它條件均相同的情形下，一陽極與該微電子工件 25 的表面之間有效間隔的距離愈大，則該陽極對微電子工件 25 的表面所造成影響的面積也會愈大；換言之，若陽極與微電子工件 25 表面之間的有效間隔距離比較大，則該陽極對該電鍍加工的局部化控制會比較小。因此，吾人經常期望有效地定位陽極，使其能夠緊鄰該微電子工件 25 的表面，因為這種情形可對該電鍍加工做更多方面且局部化的控制。增強這種控

五、發明說明(19)

制的優點，可使該最終的電鍍薄膜達到最佳的均勻性。這種控制的實施，係在諸如一可程式控制器或其類似裝置的控制之下，設定該供給個別陽極的電鍍能源。因而，該電鍍能源的調整係可經由手動或自動輸入的方式而由軟體進行控制。

在該描繪的實施例中，當與該微電子工件 25 的表面相隔一個大約 A1 的距離而定位時，主要陽極 580 係可被微電子工件 25 有效地“看見”。這種情形是由於該主要陽極 580 與輪廓側壁 560 之間的關係造成了一個虛擬的陽極，而此虛擬的陽極具有一個由輪廓側壁 560 的最內側尺寸所界定的有效面積。相較之下，陽極 585 則是從該最內側的陽極到該最外側的陽極而概略地依 A2、A3 和 A4 的有效距離設置。所有的陽極 585 均與該欲實施電鍍的微電子工件 25 表面緊鄰（亦即，大約 25.4 公厘或較少，而最外側的陽極則是與該微電子工件 25 間隔達 10 公厘左右）。由於陽極 585 係緊鄰於該微電子工件 25 的表面，因而它們可用以對在該微電子工件 25 周邊部分之整個徑向薄膜的發展提供有效而局部化的控制。這種局部化的控制對於在該微電子工件 25 的周邊部分特別有必要，因為較可能具有一高均勻性梯度的就是這些部分（通常，大部分電性接觸係由在該微電子工件 25 最外側周邊區域的種子層所造成，並在該周邊區域產生較中央區域為高的電鍍率）。

該供應至先前所述之陽極配置的電鍍能源，係可容易地控制以適合一廣泛範圍的電鍍要求，而不必針對一相關

五、發明說明 (70)

的硬體設備實施修改。而調整該電鍍能源的許多原因包含如下：

- 種子層的厚度；
- 電鍍表面（晶圓圖案和端緣除外）的開放面積；
- 最終的電鍍厚度；
- 電鍍薄膜的型式（銅、白金、種子層強化）；
- 電鍍溶液的穩定性，金屬的濃度；以及
- 電鍍率。

該先前所述之陽極配置的方式，特別適用於電鍍具有高度阻抗之種子層的微電子工件，以及用供將高度阻抗的材料電鍍到微電子工件上。一般而言，欲實施沉積之種子層或材料的阻抗愈高，則施於該中央主要陽極 580（或若干中央陽極）的電流強度便需增加，方能產出一均勻的薄膜。這種效果可結合由第 10 和 11 圖中所提出之相關圖表所構成的一個釋例而獲致瞭解。

第 10 圖係採取電腦模擬之四種不同的結果顯示。其中反映出電鍍薄膜與橫越該微電子工件表面之徑向位置之間的變化情形。第 10 圖係描繪當到達四個陽極 580 和 585 之一的電流改變且其餘陽極沒有相應的電流變化時，其中變化的發展情形。在這個描繪中，Anode 1 係與主要陽極 580 對應，而該與其餘 Anode 2 至 Anode 4 對應的陽極則是從該最內側的陽極到該最外側的陽極而設置。對於每一陽極的尖峰電鍍係發生在不同的徑向位置處。此外，從圖中也可看出，該有效地設置在距離該工件表面最遠處的主要陽

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（>/）

極 580 在大致整個工件的徑向上均具有作用，因此可廣泛地影響該工件的整個表面。大致上，相對於第 10 圖中的尖峰電鍍情形，其餘的陽極 585 在徑向的位置上具有較局部化的效果。

該陽極 580 和 585 之徑向位置上的差異效能可用以橫越該微電子工件 25 的表面而有效提供一均勻的電鍍薄膜。欲達此目的，每一個陽極 580 和 585 皆可具備一個固定的電流值，而此電流值係可不同於其餘陽極的電流值。一般而言，這些電流值的差異係可用以補償在該工件表面的徑向位置上所發生之電鍍增加的情形，而該工件表面則是緊鄰接觸該陰極接觸體組合 85（如第 1B 圖所示）。

經由電腦模擬，一組預先設的電鍍電流差異對於電鍍薄膜之正常化厚度的效果，係微電子工件之徑向位置隨時間的函數，其結果即如第 11 圖中所示。在這個模擬中，在 t_0 時的種子厚度假設為均勻。如圖所示，在該電鍍加工期間的初始部分，在該微電子工件 25 之整個徑向位置上的厚度有著實質上的差別。對於具有高度阻抗之種子層的工件（諸如那些由一高度阻抗材料形成或非常薄的工件），上述情形乃是一般性的特徵。然而，從第 11 圖可以看出，該由供給予陽極 580 和 585 之差異電流所造成的差異電鍍情形，係可在該電鍍加工的結束之前產生一相當均勻的電鍍薄膜。吾人將可發現，供給予陽極 580 和 585 的特別電流需依據下列多種因素（但並非僅限於這些因素）而實施：電鍍薄膜的期望厚度和材料、初始種子層的厚度和材料、

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (77)

在陽極 580 和 585 與該微電子工件 25 的表面之間的距離、電解液性質等。

陽極 580 和 585 可以是消耗性材料，但較佳地是以鍍鉑的鈦或者許多其它惰性的導電材料製成。然而，從先前敘述可以注意到，惰性的陽極傾向於發生氣體，進而損及該電鍍薄膜的均勻性。欲降低這個問題的程度以及減少氣泡進入該主要流體流動室 505 的可能性，其可令反應器基座 37 包含許多獨特的特徵。相對於主要陽極 580，可在該主要陽極 580 的底側與該相當低壓的加速通道 540（參閱第 2 圖）之間製作一個文氏管出口 590。這種情形將導致一個文氏管效應，以便抽除緊鄰該主要陽極 580 表面的電鍍溶液，以及提供一個吸吮流勢（或稱循環流動）效果，以便影響在該微電子工件 25 表面中央部分之衝擊流勢的均勻性。

該文氏管流動路徑 590 可經由屏蔽以避免緣自腔室的外側而自該文氏管出口 590 區域昇起的任何大型氣泡。或者，替代的方法是將氣泡導入該前置室 510 的氣泡捕獲區中。

類似地，電鍍溶液係徑向地掠過陽極 585 的表面而到達出口 572，以便將形成在其表面的氣泡排除。此外，該流動在微電子工件 25 表面之流體的徑向分量係有助於排除在該處所形成的氣泡。

關於穿越該反應室所描繪的流動形式尚有許多加工上的優點。如圖所示，該穿越噴嘴 535 的流動係導引至離開

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (> 3)

該微電子工件 25 表面的方向，因而這種情形不會產生噴射流以擾動該擴散層的均勻性。雖然，該擴散層不能達到較佳的均勻性，但是任何非均勻性皆會相當地緩和並且該擴散層終將趨於均勻。此外，在加工期間，任何非均勻性的效果實際上皆可藉由旋轉該微電子工件 25 而減少。一個與該文氏管出口 590 在該主要流體流動室 505 的底部所造成流動有關的進一步優點，係這個流動情形可影響在該主要流體流動室 505 之中心線的流勢。該在中心線上的流動速度係相當不易於實施和控制。然而，該文氏管流動的強度可提供一個非強制的設計參數，以使用供影響這種流動的特徵。

由上述反應器的設計也可得知，該微電子工件 25 之正交方向上的流勢在其靠近中央部位的速度稍微地大一些，並且每當該微電子工件 25 未出現的時候（亦即，在該微電子工件下降而進入該流體之前）會產生一個圓頂狀的新月形。當該微電子工件 25 或其它工件下降到該加工溶液（在此是指電鍍溶液）時，該圓頂狀的新月形將有助於使氣泡的捕獲最小化。

該先前所述之反應器設計的另一個優點，是它有助於防止氣泡經由腔室入口而到達該微電子工件 25。欲達此目的，其流動的形勢係需使該溶液在進入主要流體流動室 505 之前向下移動。如此，氣泡將保持在該前置室 510 內並且只能經由在其頂部的開孔排出。此外，該通往前置室 510 之向上傾斜的入口路徑（參閱第 5 圖和相關的敘述）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (74)

，係可防止氣泡經由該文氏管流動路徑 590 而進入該主要流體流動室 505。

第 3 至 5 圖係描繪一個完整加工室組合 610 的特殊結構，其特別適用於對半導體的微電子工件進行電化處理。更特別地，本說明實施例尤其適合於在該欲進行電鍍的工件上沉積一個均勻的金屬層。

如第 1B 圖中所示，該反應器基座 37 是由加工室組合 610 所組成，且該加工室組合 610 具有一個對應的外形杯狀部 605。加工室組合 610 係配置在外形杯狀部 605 中，以容可該外形杯狀部 605 容置自該加工室組合 610 所流出之處理過的加工流體。一個凸緣 615 係繞著該加工室組合 610 而延展，以便固定諸如相關工具的框架。

參閱第 4 和 5 圖，該外形杯狀部 605 的凸緣 615 係用以與反應器頭 30（如第 1B 圖中所示）的轉子組合 75 嚙合，或者容置該轉子組合 75，並且也容許該微電子工件 25 與在該主要流體流動室 505 中的加工溶液接觸。其中，該加工溶液即為電鍍溶液。該外形杯狀部 605 也包含一個主要圓柱形殼體 625，且在該主要圓柱形殼體 625 中配置一個排水杯狀物組件 627。該排水杯狀物組件 627 包含一個具有通道 629 的外側表面，而該通道 629 與主要圓柱形殼體 625 的內側壁則共同構成至少一個螺旋狀流動室 640。該螺旋狀流動室 640 則是做為加工溶液的一個出口。溢流自一個位在加工杯狀物 35 頂部的堰組件 739 的加工流體，係經由該螺旋狀流動室 640 而排放，並且從一個出口（未

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (✓)

圖示) 離開。該排出的加工流體係可採取再處理或者重新補充而循環。這種結構尤其適用於包含流體循環的系統，因為它有助於降低氣體與加工流體的混合，因而更可減少氣泡干擾在該工件表面之擴散層的均勻性。

在這個說明實施例中，前置室 510 係由複數個各別組件的壁部所界定。更特別地，前置室 510 係由排水杯狀物組件 627 的內側壁、一個陽極支撐件 697、一個中間室組件 690 的內和外側壁以及擴散器 525 的外側壁所共同界定。

在第 3B 和 4 圖所描繪的結構形式中，先前所述的組件均結合在一起以形成該反應器。欲達此目的，該中間室組件 690 係配置在該排水杯狀物組件 627 的內部，並且包含複數個設置在其底側壁上的腳部支撐件 692。該陽極支撐件 697 包含一個外側壁，而此外側壁係與一個環繞該排水杯狀物組件 627 之內側而配置的凸緣嚙合。該陽極支撐件 697 也包含一個通道 705 和另一個通道 710；其中，通道 705 係設置在流動擴散器 525 的一個上側部分之上並且達成嚙合，而通道 710 則是設置在噴嘴組合 530 的一個上側邊緣之上並且達成嚙合。該中間室組件 690 也包含一個配置在中央區域的插座 715，此插座 715 的大小係可容置該噴嘴組合 530 的底側部分。類似地，在環狀插座 715 的外側也徑向地配置一個環狀通道 725，此環狀通道 725 係用以嚙合該流動擴散器 525 的一個底側部分。

在本說明實施例中，該流動擴散器 525 係製作成一單

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(之六)

獨構件，並且包含複數個垂直方向的切槽 670。類似地，該噴嘴組合 530 也是製成單一構件並且包含複數個水平方向的切槽，而這些水平切槽則構成該噴嘴。

該陽極支撐件 697 包含複數個環狀凹槽，且這些環狀凹槽的大小係可容置相對之環狀的陽極組合 785。每一個陽極組合 785 皆包含一個陽極 585（較佳地，其是以鍍鉑的鈦金屬或其它惰性金屬製成）和一個通道 730。其中，該通道 730 係延伸自該陽極 585 的一個中央部分，且一金屬導體可配置以經由此通道 730 而使得每一陽極組合 785 的陽極 585 與一個外來的電源構成電性連接。在圖式中，該通道 730 係完全地延伸穿越該加工室組合 610，並且藉由一個配件 733 而固定在該加工室組合 610 的底部。在這個配置方式中，陽極組合 785 係可有效地推促該陽極支撐件 697 向下抵倚著該外形杯狀部 605 的底部 737，而夾持該流動擴散器 525、噴嘴組合 530、中間室組件 690 和排水杯狀物組件 627。這種結構容可輕易地組裝和拆卸該加工室組合 610。但是，吾人將可瞭解，其也能夠運用其它機構以將該腔室的元件固定在一起，且連接必要的電源到達該陽極。

本說明實施例也包含一個堰組件 739，此堰組件 739 係可與該陽極支撐件 697 的上方外側部分達成可拆除地迅速嚙合或者輕易地固定。如圖所示，堰組件 739 包含一個邊緣 742，且在邊緣 742 上形成一個堰。加工溶液即是流通該邊緣 742 而進入該螺旋狀流動室 640 中。堰組件 739

五、發明說明(> 7)

也包含一個橫方向延伸的凸緣 744，而該凸緣 744 係徑向地朝內延展並且在該至少一個陽極 585 之全部或部分的上方構成一舍電場的屏蔽。由於，該堰組件 739 係可輕易地卸除和置換，故該加工室組合 610 便可輕易地重新構造並可用以提供不同的電場形狀。這種可改變電場形狀的特性，對於必需構造該反應器以加工至少兩種尺寸之工件的情況，特別地有用。此外，這種特性也容許針對具有相同尺度的工件但需要電鍍的區域不同等狀況，而調整反應器的構造。

該配置有陽極 585 的陽極支撐件 697 係，如第 2 圖中所示般，構成該輪廓側壁 560 和傾斜側壁 565。如先前敘述所示，該陽極支撐件 697 的底側部分係依循其輪廓而界定該前置室 510 的上方內側壁，並且較佳地包含一個或多個空氣出口 665。此貫穿該前置室 510 的空氣出口 665 係容許氣泡自前置室 510 排出到外在的環境中。

參閱第 5 圖，流體入口 515 係由一進入流體導引件所界定，其一般是以標號 810 標示；並且，該進入流體導引件 810 是藉由一個或多個固定件 815 而固置在中間室組件 690 的底板上。進入流體導引件 810 包含複數個開放通道 817，而通道 817 則是導引留置在流體入口 515 的流體到達一個位在中間室組件 690 底部的區域。離開開放通道 817 的加工流體將流到一個或多個之另一組通道 821；類似地，通道 821 也是由向上傾斜的壁部 819 所界定而成。

中央主要陽極 580 包含一個導電連接桿 581，且導電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (>8)

連接桿 581 係經由形成在噴嘴組合 530、中間室組件 690 和進入流體導引件 810 中的中央開孔而前進到該完整加工室組合 610 的外部。在第 2 圖中所示且標號為 590 的小文氏管流動路徑區域，在第 5 圖中則是呈現一個垂直通道 823。該垂直通道 823 係經由中間室組件 690 和該噴嘴組合 530 的底側壁而前進。如圖所示，該進入流體導引件 810 以及特別是該向上傾斜的壁部 819 係徑向地延伸且超越該屏蔽的垂直通道 823，以致任何進入該入口的氣泡會經由該向上的通道 821 前進，而不是經由該垂直通道 823 前進。

第 6 至 9 圖描繪一個改良型之反應器的實施例。該由這些圖式所描繪的實施例除了保持先前所述之反應器結構的有利電場和流動特性以外，同時對於必需使陽極／電極隔離的情況也可適用。這些情況包含（並非僅限於）如下：

用供電化處理的電鍍溶液必需以一高流率通過一個諸如陽極的電極，以便達成最佳化效果；

經由在該陽極表面的電化反應而發生的至少一種氣體必需予以抽排除，以便確保電化處理的均勻性；以及

使用消耗性的電性極。

參閱第 6 和 7 圖，該反應器包含一個進入該最內側部分而用供電化處理的電鍍溶液流動路徑，這個流動路徑與第 2 圖中所描繪之實施例中的文氏管流動路徑 590 非常類似，且其作用方式即如第 3A 至 5 圖中之反應室的實施例

五、發明說明(59)

所示。如此，爲了簡化起見，具有相似功用的組件在此則不再加以敘述，而只有與先前實施例之反應器有著極大差異的部分才會在下文中詳加說明。

然而，在本文所提出的實施例之間的一個重大差異，係與該陽極電極及其相關結構以及流體流動路徑有關。更特別地，該反應器基座 37 包含複數個呈環型的陽極 1015、1020、1025 和 1030，且該呈環型的陽極在其個別的陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 中係以同心的方式相互配置。如圖所示，該每一個陽極 1015、1020、1025 和 1030 均具有一個垂直方向的表面區域，且此表面區域係比如先前實施例中所示之對應陽極表面區域大。雖然，在本實施例中伙運用四個這種形式的陽極，然而隨著電化處理的期望參數和結果，其也可使用一個較大或較小數目的陽極。每一個陽極 1015、1020、1025 和 1030，均藉由至少一個對應的支撐／導電組件 1050 而支撐在該個別的陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 中，且該支撐／導電組件 1050 係經由該反應器基座 37 的底部而終止於一個用供與一電源連結的導電連接器 1055。

依據本說明實施例的揭露，該經由最外側三個陽極反應室殼體 1022、1027 和 1032 而通過的流體係供給自一個與該流體入口 515 隔離的入口 1060，且該入口 1060 係藉由一個最內側的陽極反應室殼體 1017 而供應流體。如圖所示，該流體入口 1060 係將電鍍溶液供給到一個歧管 1065，而該歧管 1065 則具有複數個配置在其外側壁上的切槽

五、發明說明（ γ^0 ）

1070。該切槽 1070 係與一充滿物質的空間 1075 形成流體的連通，且該充滿物質的空間 1075 更包含複數個開口 1080；以致，該電鍍溶液可個別地經由該開口 1080 而進入該三個陽極反應室殼體 1017、1022 和 1027 中。進入該陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 的流體將流過至少一個該個別陽極 1015、1020、1025 和 1030 的垂直表面，且較佳地是通過其兩個垂直表面。

每一個陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 均包含相對於一個別杯狀物 1085 呈開放的一個上側出口區域。如圖所示，杯狀物 1085 係配置在該反應器中，以致它們也是相互呈同心的方式配置。每一個杯狀物 1085 均包含一個相對於其它邊緣而終止於一預定高度的上側邊緣 1090，而且該終止於一高度之每一杯狀物 1085 的上側邊緣 1090 在垂直的方向上係比其緊鄰之外部的同心杯狀物低。該三個最內側的杯狀物均包含一個大致呈垂直的外側壁 1095 和一個呈傾斜的內側壁 1200。這種壁狀結構，在位於該同心配置的杯狀物之間的一個空隙中，開創了一個流動區域 1205，因而在加工的狀況下且流體向上流到該微電子工件的表面時，這個情形便可增加區域（其中，該具有一輪廓壁的最內側杯狀物除外，因為該輪廓壁界定該流體流動區域 1205，而該最外側的流動區域 1205 係與最外側的陽極聯結）。而其所增加的區域則可有效降低沿著該垂直流體流動路徑之流體流動的速度；並且，當與在該特別流動區域之上側部分流動的流體速度相比，該在流動區域 1205 之

五、發明說明(7)

下側部分的流速會較大。

在該以同心方式配置之鄰接杯狀物的邊緣之間的空隙區域，係可有效地界定該複數個虛擬陽極的所有尺寸和形狀，且該每一個虛擬陽極係個別地與配置在其陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 內之對應的陽極聯結。該可以在加工作用之下被微電子工件 25 看見之每一虛擬陽極的尺寸和形狀，一般係與對應之真實陽極的尺寸和形狀不相關。如此，在使用時，該尺寸和形狀會隨時間而變化之消耗性的陽極則可用做陽極 1015、1020、1025 和 1030，且不需對整體的陽極構造進行相關的改變即可在加工的作用之下被該微電子工件 25 看見。此外，當該流體垂直地經由流動區域 1205 前進時而受到一個減的情況，則可導入一個具有高流速的流體，使橫越在該陽極反應室殼體 1022、1027 和 1032 中之陽極 1015、1020、1025 和 1030 的垂直表面，並同時在加工作用之下造成一個可輕易橫越該微電子工件 25 表面之非常均勻的流體流動形式。如上所述，當使用特定供電化處理的電鍍溶液（諸如由 Atotech 公司所銷售的電鍍流體）時，這種橫越該陽極 1015、1020、1025 和 1030 之垂直表面的高流速流體是有必要的。而且，這種高速度流動的流體也可用以輔助消除許多形成在該陽極（特別是惰性的陽極）表面的氣泡。而欲達此目的，其可以在該每一個陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 的上側部分設置至少一個氣體出口（未圖示），以備排放這些氣體。

五、發明說明 (3)

不同於先前所述的實施例且值得注意的，是一個以介電材料製成的固定元件 1210。該固定元件 1210 係用以將複數個構成反應器基座 37 的結構夾持在一起。雖然，固定元件 1210 可以一種導電材料製作以做為一個陽極；然而，較佳地，該可以在加工作用下被微電子工件 25 看見之最內側的陽極係一個與該最內側陽極 1015 對應的虛擬陽極。

第 8 和 9 圖係描繪以電腦模擬一反應器中之流體流動速度場的分佈情形，其中該反應器係依據如第 6 和 7 圖中所示之實施例而建構者。然而，在第 8 和 9 圖的實施例中，該最內側的陽極 (Anode #1) 係配置在該陽極反應室殼體 1017 中，而該陽極反應室殼體 1017 則容置流自入口 1060 (相對於流體入口 515) 而供電化處理的電鍍溶液。如此，該反應器基座 37 的所有陽極便可與流經該陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 的流動流體隔離。欲達此目的，第 8 圖係描繪，當一電鍍溶液經由單一入口 1060 供應時，其流動流體的速度場分佈；第 9 圖係描繪，當沒有供應電鍍溶液而通過陽極時，其流動流體的速度場分佈。第 9 圖中的條件係可在反應器中藉由關閉該來自第二個流體入口而達成。這種條件，對於在橫越該陽極之電鍍溶液中流動的有機添加劑濃度已發現有明顯下降的情形，將是有必要的。

第 12 圖係描繪一個如第 7 圖中所示之反應器的變化實施例。為了簡扼起見，只有與下文中的討論有關的元件才會加註參考標號。

五、發明說明(續)

此進一步之實施例係運用一個不同的結構以提供流動的流體到達該陽極 1015、1020、1025 和 1030。更特別地，本變化的實施例使用一個作用如同入口的入口組件 2010，以便將該加工流體饋給和分配到該陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032。

參閱第 12 和 13 圖，該入口組件 2010 包含一個可用以供應電鍍流體的中空柄部 2015。該中空柄部 2015 係終止於一個塔形輪廓 2020。而該塔形輪廓 2020 則包含複數個梯級 2025，且每一梯級 2025 更包含一個凹槽。而該凹槽的尺寸係可容置和支撐該陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 之一個對應的壁部。前進的流體係經由複數個通道 2030 而導入該陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032，且該通道 2030 則是從一個歧管區而前進到該個別的陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 之中。

該前述之入口裝置係有助於進一步使該陽極 1015、1020、1025 和 1030 相互之間達到電性的隔離。而造成這種電性隔離是由於在該陽極之間之電性流通路徑的阻抗增加。該阻抗增加的一個直接結果係該在陽極反應室殼體 1017、1022、1027 和 1032 之間之流體流通路徑的長度增加。

將電鍍能源供應到該位在周邊端緣之微電子工件的方式，即與該沉積金屬之總體薄膜的品質息息相關。用以供給這種電鍍能源的接觸體組合係可包含如下所列之其它更必要的特性：

五、發明說明(54)

- 均勻分佈環繞該微電子工件 25 周邊之電鍍能源，則可使該沉積薄膜的均勻性最大化；
- 確保一致的接觸特性，則可達到晶圓與晶圓之間的均勻性；
- 最小化在該微電子工件 25 周邊上之接觸體組合的干擾，則可使用供生產之裝置的有效面積最大；以及
- 最小化環繞該微電子工件 25 周邊之阻障層上的電鍍量，則可避免剝落及／或成片剝落。

欲達成上述之一個或多個特性，較佳地，反應器組合 20 可以運用一個陰極接觸體組合 85，以便藉以與該微電子工件 25 達成一種連續的電性接觸，或者一種不連續之高次數的電性接觸。然而，藉由提供一種與該微電子工件 25 外側端緣的更連續接觸，例如在環繞半導體晶圓之外側周緣的情形中，對該微電子工件 25 所供應的電流愈均勻，則更可提昇電流密度。而愈均勻的電流密度便可增進沉積材料之深度上的均勻性。

陰極接觸體組合 85，依據一較佳的實施例，係包含可在該微電子工件 25 周邊提供最少干擾而同時能提供與該種子層之間調合接觸的接觸組件。欲增進與種子層之間的接觸情形，其所運用的接觸組件需能夠，當該微電子工件 25 與該陰極接觸體組合 85 達成嚙合時，抵倚著該種子層而提供一種擦拭的效果。該擦拭的作用係有助排除任何在該種子層表面上的氧化物，因而可增進在該接觸結構與該種子層之間的電性接觸。結果，該環繞在微電子工件 25 周邊之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(λ<)

電流密度的均勻性得以增加，而且該最終的薄膜會愈均勻。此外，這種電性接觸上的調合性可在電鍍處理期間促進晶圓與晶圓之間之更佳的調合性，因而增加晶圓與晶圓之間的均勻性。

較佳地，陰極接觸體組合 85（其進一步的細節將在以下提出）也包含至少一個可以個別方式或結合其它結構而形成的阻障結構，以便用以分隔該接觸體以及微電子工件 25 的周邊端緣和背側分別與該電鍍溶液之間的接觸情形。這種效果可防止將金屬電鍍到該個別的接觸體上，以及有助於進一步防止該靠近微電子工件 25 端緣之阻障層的任何部分暴露在電鍍的環境下。以致，該阻障層的電鍍以及與鬆散附著之電鍍材料剝落有關的潛在污染，均得以大大地抑制。適用於本發明系統之典型的陰極接觸體組合 85 可參閱於 1998 年 7 月 10 日提出申請，標題為“具有可與周邊密封組件形成電鍍接觸的電鍍裝置”之蘇聯第 09/113,723 號申請案，此申請案因而也結合在本文中做為參考。

一種或多種先前所述之反應器組合係可輕易地結合在一部能夠對一工件，諸如一個半導體的微電子工件，實施複數種處理的加工機具中。其中一種加工機具是 LT-210™ 電鍍裝備。這種機具係由美國蒙大拿州卡利斯特培爾地方的 Semitool 公司所銷售，並請參閱第 14 和 15 圖所描繪的統合情形。

第 14 圖中的系統包含複數個處理工作站 1610。較佳地，這些處理工作站包含一個或多個清洗／乾燥工作站以

五、發明說明 (76)

及一個或多個電鍍工作站（包含一個或多個如上述的電鍍反應器），雖然其也可以運用依據本發明原理而建構的沉積化學處理工作站。較佳地，這個系統也包含一個如標號 1615 所標識的熱處理工作站，而該熱處理工作站更包含至少一個適用於快速熱處理（RTP）的熱反應器。

該工作站係使用一個或多個用供在該傳輸機制 1620 與該 RTP 工作站 1615 之間傳遞的自動機械的傳輸機制 1620。而該傳輸機制 1620 係配置以沿著一條中央履帶 1625 而進行線性運動。而一個或多個該處理工作站 1610 也可結合適用以進行原位置清洗的結構。較佳地，所有的處理工作站以及該自動機械的傳輸機制均配置在一個具有以正壓過濾空氣的廠區內，以拘限經由空氣的污染物降低該微電子工件 25 加工的有效性。

第 15 圖係描繪另一部加工機具的實施例，其中裝設一個包含至少一個熱反應器的 RTP 工作站 1635。該 RTP 工作站 1635 係安置在標號 1630 所示的 RTP 部分。不像第 14 圖中的實施例，本加工機具的至少一個熱反應器均裝設一個專屬的自動機制 1640。該專屬的自動機制 1640 係接收該經由自動機械的傳輸機制 1620 傳遞而來的工件。其傳輸的動作則可透過一個中間架台的門／區域 1645 而進行。如此，其便可以符合衛生地分離該加工機具的 RTP 部分 1630 與其它的部分。此外，藉由這一種結構，其可以使用個別模組以實施該退火工作站，而添附此退火工作站則可提昇該現有的機具組態。吾人將可瞭解，其它形式的處理工作

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (7)

站也可增設到該 RTP 部分 1630 中，或者取代該 RTP 工作站 1635。

在不偏離本發明之基本原理之下，吾人係可對先前所述之系統進行各種可能的修改。雖然，本發明已藉由至少一種特定的實施例而大致地描述細節，但熟悉此項技藝人士將可明瞭的是：在不偏離本文所提出之本發明的精神及範圍之下，係可對本發明進行變更。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：

用於電化處理工件之系統

本發明係揭示一種用於電化處理一微電子工件之至少一個表面的反應器。該反應器係包含有一個具有一工件支撐物的反應器頭，該工件支撐物係配置有一個或多個電性接觸體，以便與該微電子工件達成電性接觸。該反應器亦具備有一個包含複數個噴嘴的加工容器，該等噴嘴係傾斜地配置在一個主要流體流動室的側壁部內，且在電化處理期間，該等噴嘴正常地係處於一容置在該主要流體流動室內之加工流體浴的一個表面以下。另外，複數個位在該主要流體內之不同高度的同心陽極，係在加工作用之下使該

英文發明摘要（發明之名稱：SYSTEM FOR ELECTROCHEMICALLY PROCESSING)
A WORKPIECE

A reactor for electrochemically processing at least one surface of a microelectronic workpiece is set forth. The reactor comprises a reactor head including a workpiece support that has one or more electrical contacts positioned to make electrical contact with the microelectronic workpiece. The reactor also includes a processing container having a plurality of nozzles angularly disposed in a sidewall of a principal fluid flow chamber at a level within the principal fluid flow chamber below a surface of a bath of processing fluid normally contained therein during electrochemical processing. A plurality of anodes are disposed at different elevations in the principal fluid flow chamber so as to place them at different distances from a microelectronic workpiece under process without an intermediate diffuser between the plurality of anodes and the microelectronic workpiece under process. One or more of the plurality of anodes may be in close proximity to the workpiece under process. Still further, one or more of the plurality of

四、中文發明摘要（發明之名稱：

同心陽極相對於一個微電子工件而處於不同的距離，因而不需在加工的作用之下於該複數個陽極與該微電子工件之間設置一個中間擴壓器。一個或多個該複數個同心陽極係可在加工作用下，以極靠近一微電子工件的方式配置。除此之外，一個或多個該複數個同心陽極係為一虛擬陽極。本發明亦有關於一種在一主要流體流體室中之多層級的陽極結構，以及使用該種結構的方法。

英文發明摘要（發明之名稱：

anodes may be a virtual anode. The present invention also relates to multi-level anode configurations within a principal fluid flow chamber and methods of using the same.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁）

裝

訂

線



六、申請專利範圍

1.一種加工容器，其係用於電化處理一微電子工件，該加工容器係包含：

一個主要流體流動室；以及

複數個同心陽極，其係位在該主要流體內之不同高度，以便在加工作用之下使該同心陽極相對於一個微電子工件而處於不同的距離。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之加工容器，其中一個或多個該複數個同心陽極係在加工作用下，以非常靠近一微電子工件的方式配置。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之加工容器，其中該複數個同心陽極係從一個最外側的同心陽極到一個最內側的同心陽極，以自該微電子工件增加距離的方式配置。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之加工容器，其中一個或多個該複數個同心陽極係為一虛擬的陽極。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之加工容器，其中該虛擬的陽極係包含有：

一個陽極室罩框，其係具有一加工流體入口和加工流體出口，該加工流體出口係以極靠近一微電子工件的方式配置；以及

至少一個導電的陽極元件，其係配置在該陽極室罩框內。

6.如申請專利範圍第 4 項所述之加工容器，其中該至少一個導電的陽極元件係以一種惰性材料製成。

7.如申請專利範圍第 3 項所述之加工容器，其中一個

(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

或多個該複數個同心陽極係為一個虛擬的陽極。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之加工容器，其中該虛擬的陽極係包含有：

一個陽極室罩框，其係具有一加工流體入口和加工流體出口，該加工流體出口係以極靠近一微電子工件的方式配置；以及

至少一個導電的陽極元件，其係配置在該陽極室罩框內。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之加工容器，其中該至少一個導電的陽極元件係以一種惰性材料製成。

10.如申請專利範圍第 10 項所述之加工容器，其更包含複數個配置以供應一電化處理流體予該主要流體流動室的噴嘴，而該複數個噴嘴的設置方式係能夠提供垂直和徑向的流體流動分量，且該垂直和徑向的分量更結合以在徑向跨越該工件的至少一個表面上產生一大致均勻之正交方向上的流動分量。

11.如申請專利範圍第 1 項所述之加工容器，其中該主要流體流動室在其一上側部分界定一個傾斜的壁部，該傾斜的壁部係支撐一個或多個該複數個同心陽極。

12.如申請專利範圍第 3 項所述之加工容器，其中該主要流體流動室在其一上側部分界定一個傾斜的壁部，該傾斜的壁部係支撐一個或多個該複數個同心陽極。

13.如申請專利範圍第 3 項所述之加工容器，其中該主要流體流動室更包含有一個入口，該入口係設置在該流動

六、申請專利範圍

室的一下側部分用以提供一文氏管效應，以便在該主要流體流動室的下側部分循環該加工流體的流動。

14.一種反應器，其係用於電化處理一微電子工件之至少一個表面，該反應器係包含有：

一個反應器頭，其係包含一工件支撐物；

一個或多個電性接觸體，其係配置在該工件支撐物上，以便與該微電子工件達成電性接觸；

一個加工容器，其係包含複數個噴嘴，該等噴嘴係傾斜地配置在一個主要流體流動室的側壁部內，並且在電化處理期間，該噴嘴正常地係處於一容置在該主要流體流動室內之加工流體浴的一個表面以下；以及

複數個同心陽極，其係位在該主要流體內之不同高度，以便在加工作用之下使該同心陽極相對於一個微電子工件而處於不同的距離，而不需在加工作用之下於該複數個陽極與該微電子工件之間設置一個中間擴壓器。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其中該複數個噴嘴的設置方式係能夠提供垂直和徑向的流體流動分量，且該垂直和徑向的分量更結合以在徑向跨越該工件的至少一個表面上產生一大致均勻之正交方向上的流動分量。

16.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其中一個或多個該複數個同心陽極係在加工作用下，以極靠近一微電子工件的方式配置。

17.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其中一個

六、申請專利範圍

或多個該複數個同心陽極係為一個虛擬的陽極。

18.如申請專利範圍第 17 項所述加工容器，其中該虛擬的陽極係包含有：

一個陽極室罩框，其係具有一加工流體入口和加工流體出口，該加工流體出口係以極靠近一微電子工件的方式配置；以及

至少一個導電的陽極元件，其係配置在該陽極室罩框內。

19.如申請專利範圍第 18 項所述加工容器，其中該至少一個導電的陽極元件係以一種惰性材料製成。

20.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其中該加工容器係在其一上側部分界定出一個傾斜壁部，該傾斜壁部係支撐至少一該複數個同心陽極。

21.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其中更包含有一個轉子，且在該微電子工件的加工期間，該轉子係連結以旋轉該結合在一微電子工件的支撐物。

22.如申請專利範圍第 14 項所述之反應器，其更包含有複數個噴嘴，該等噴嘴係傾斜地配置在一個或多個主要流體流動室的側壁部內，並且在沉積處理期間，該等噴嘴正常地係處於一容置在該主要流體流動室內之加工流體浴的一個表面以下。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

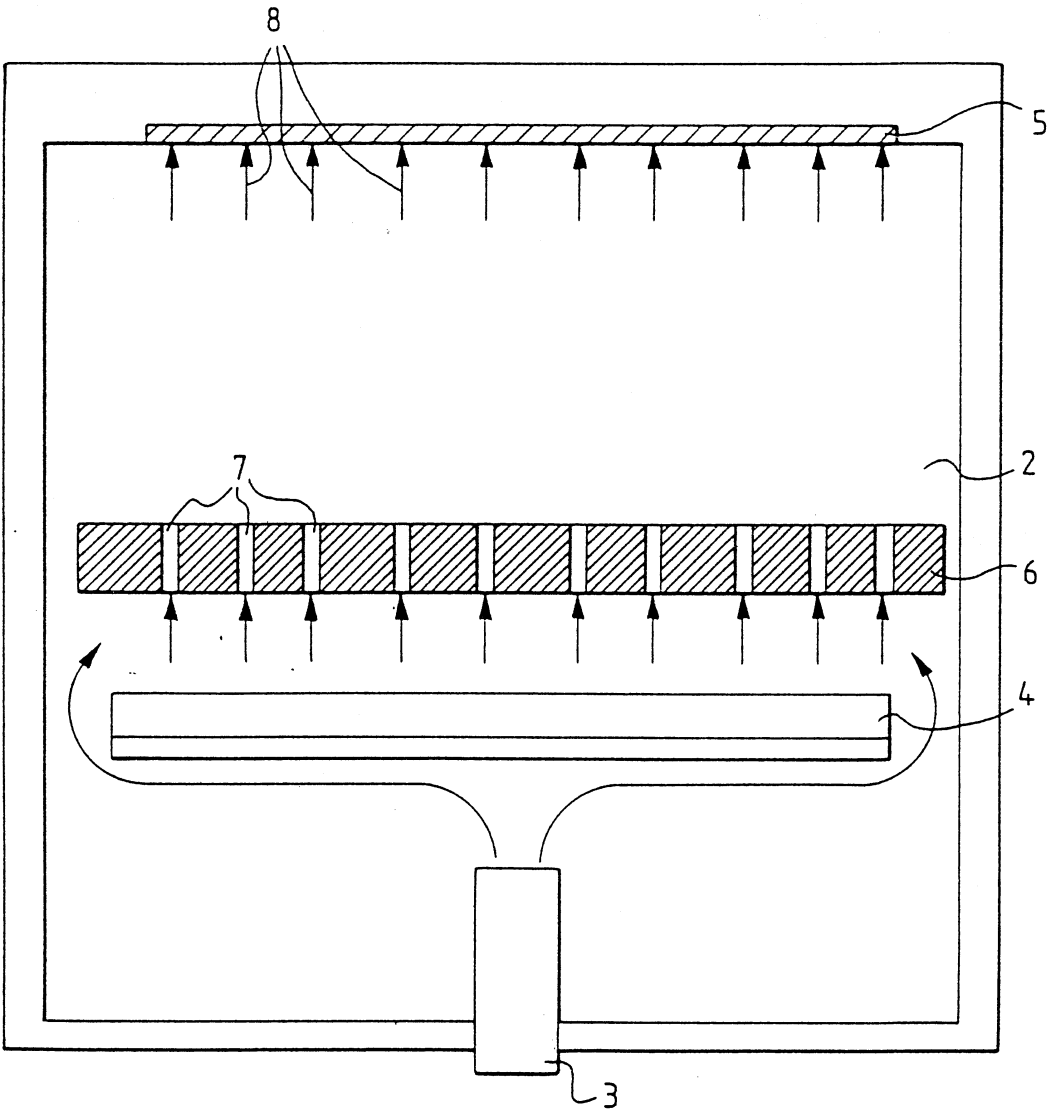
線

公 告 本

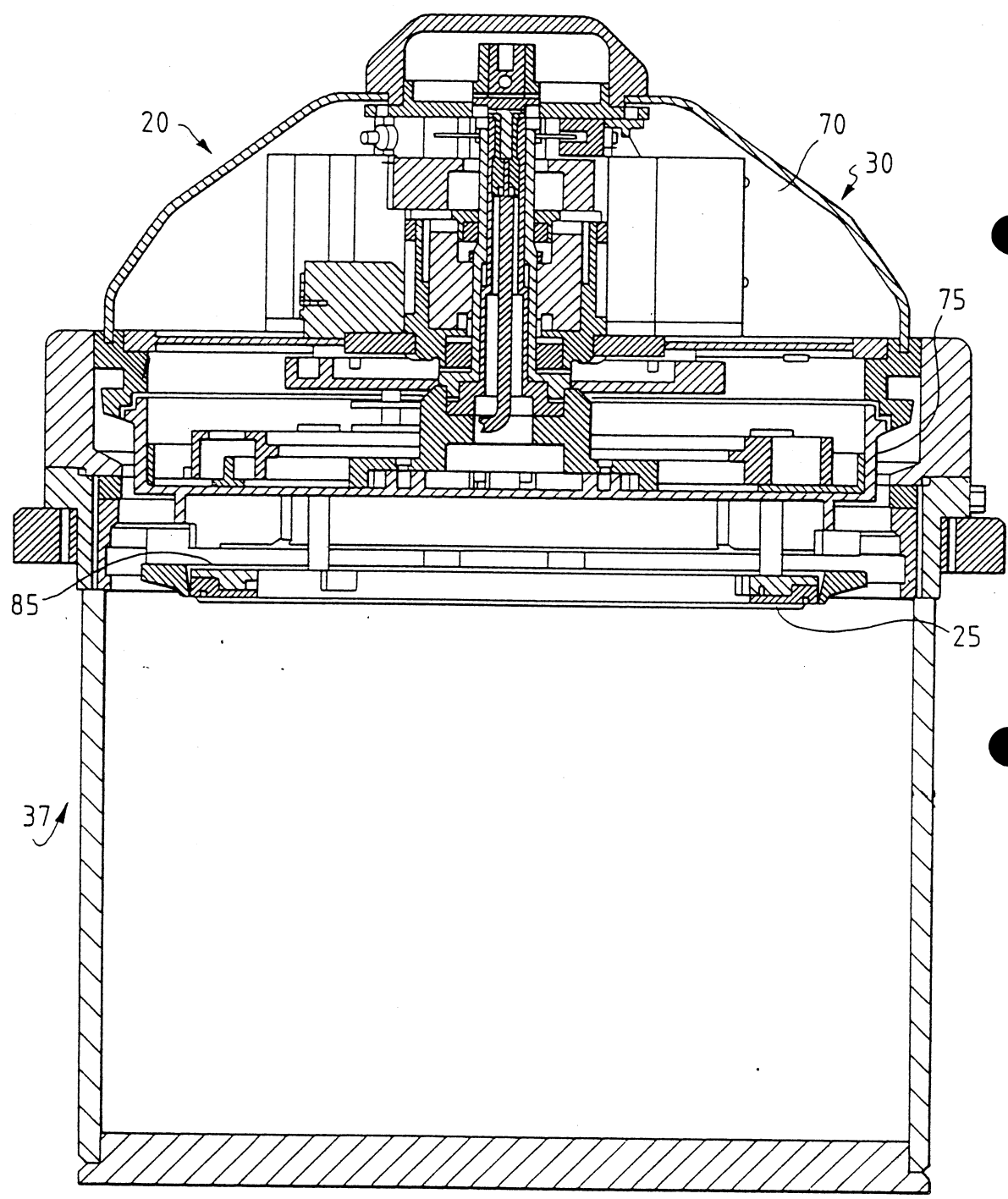
89107058

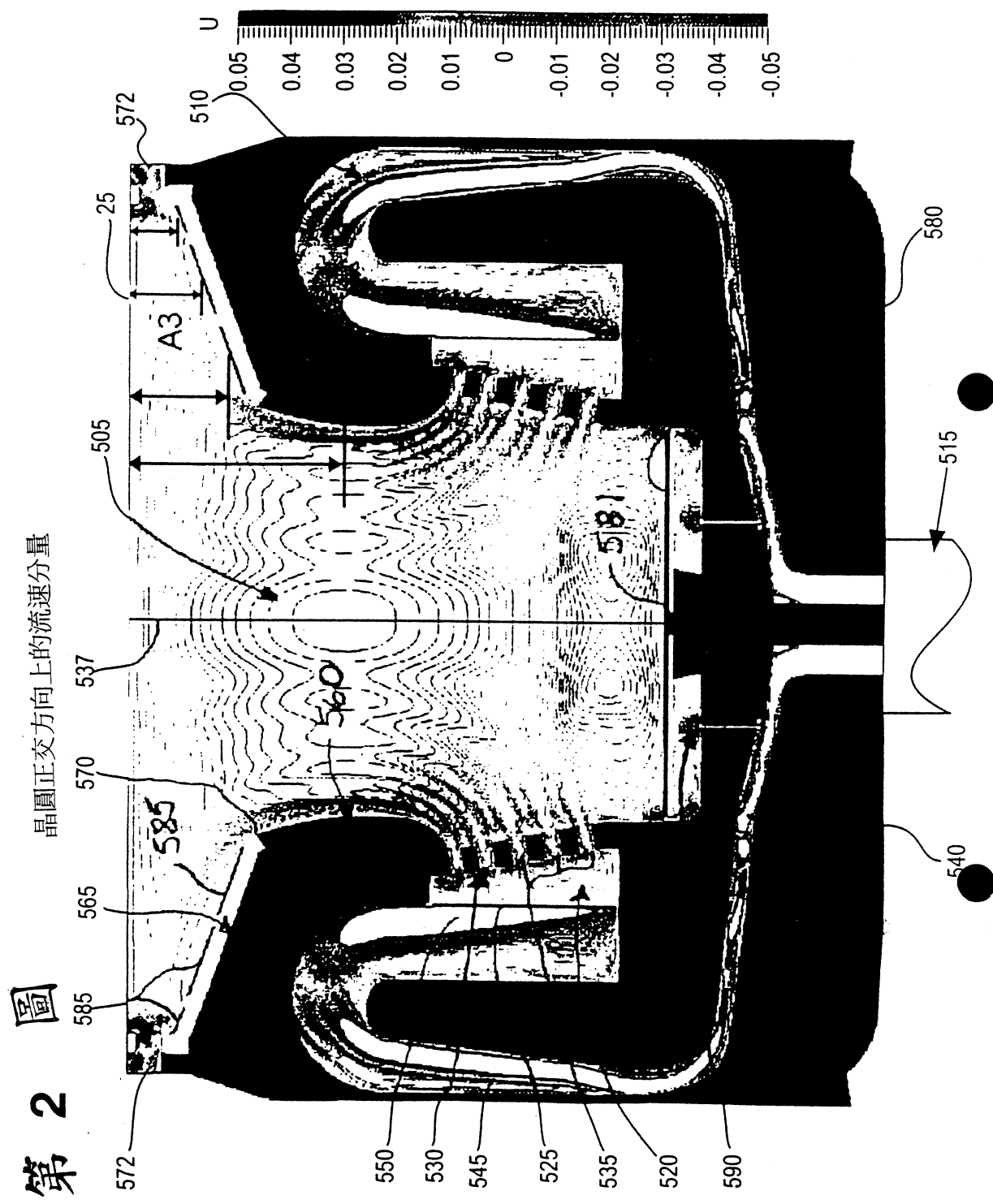
1/15

第1A 圖

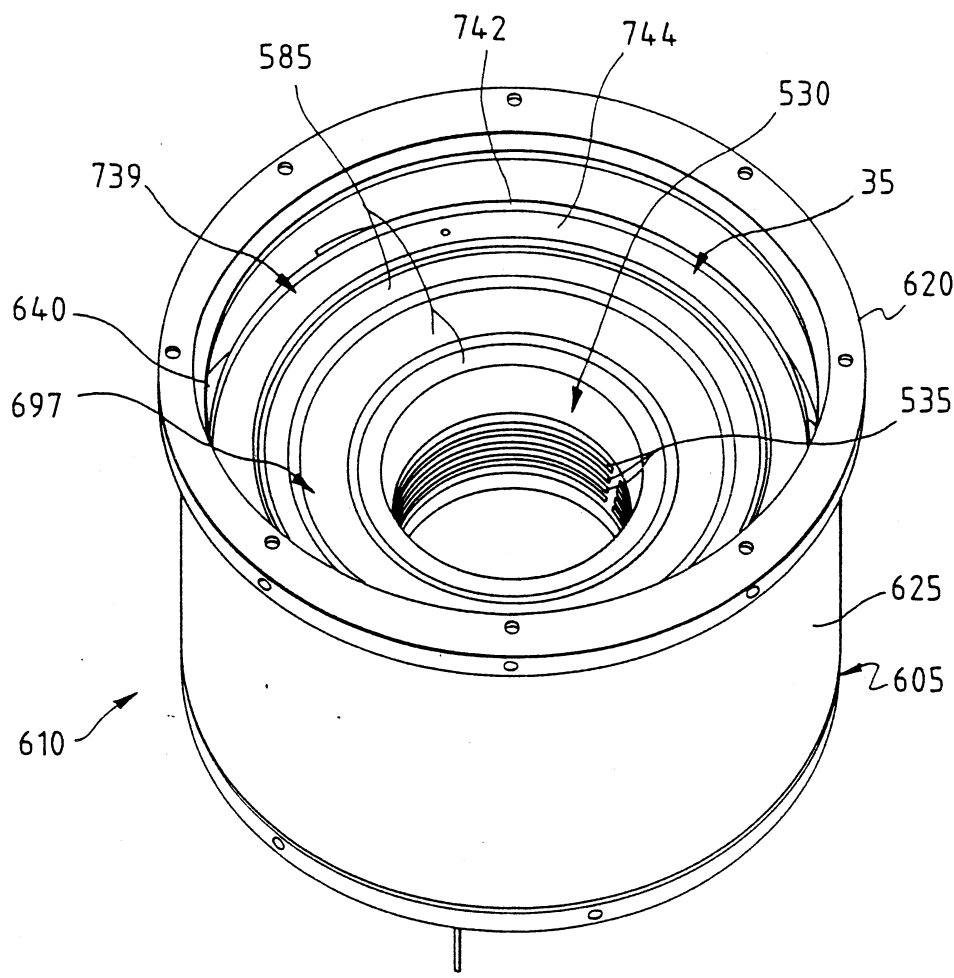


第 1B 圖

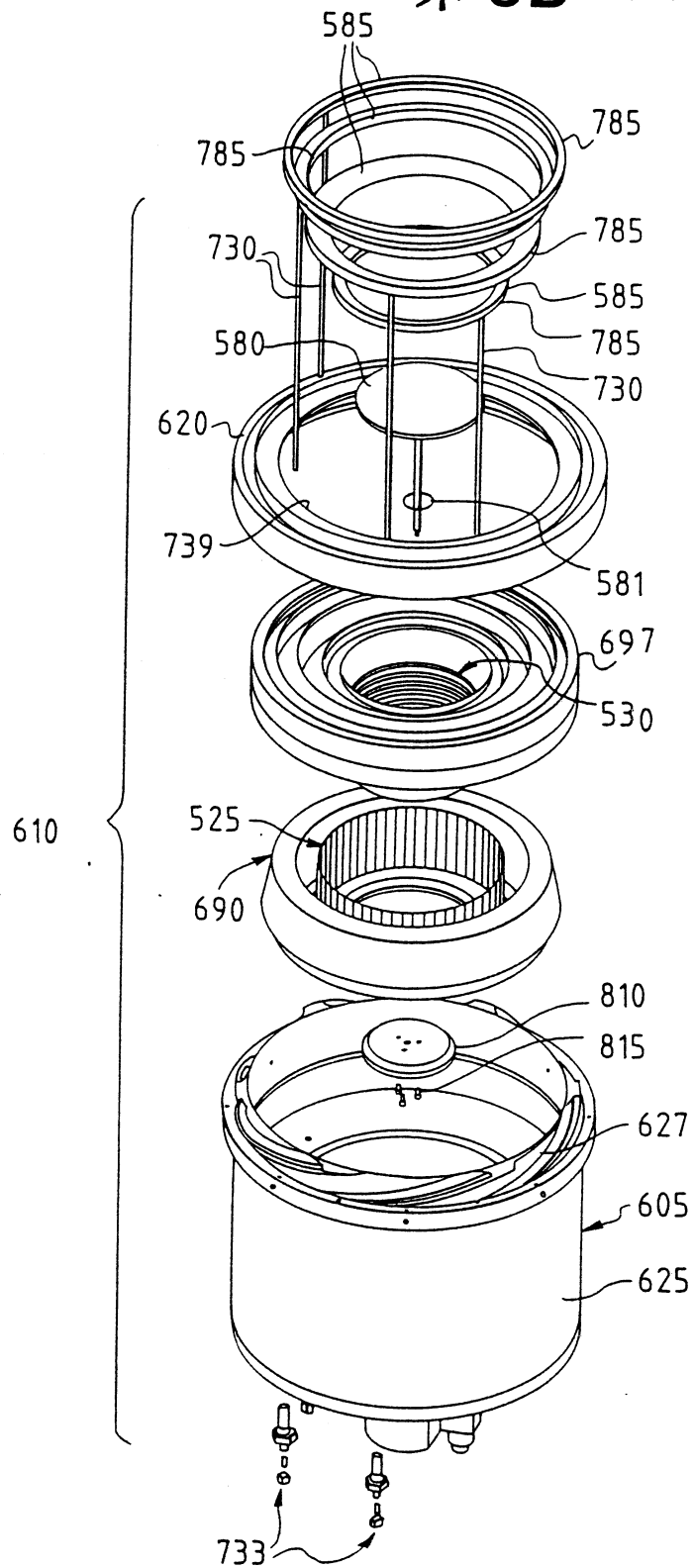




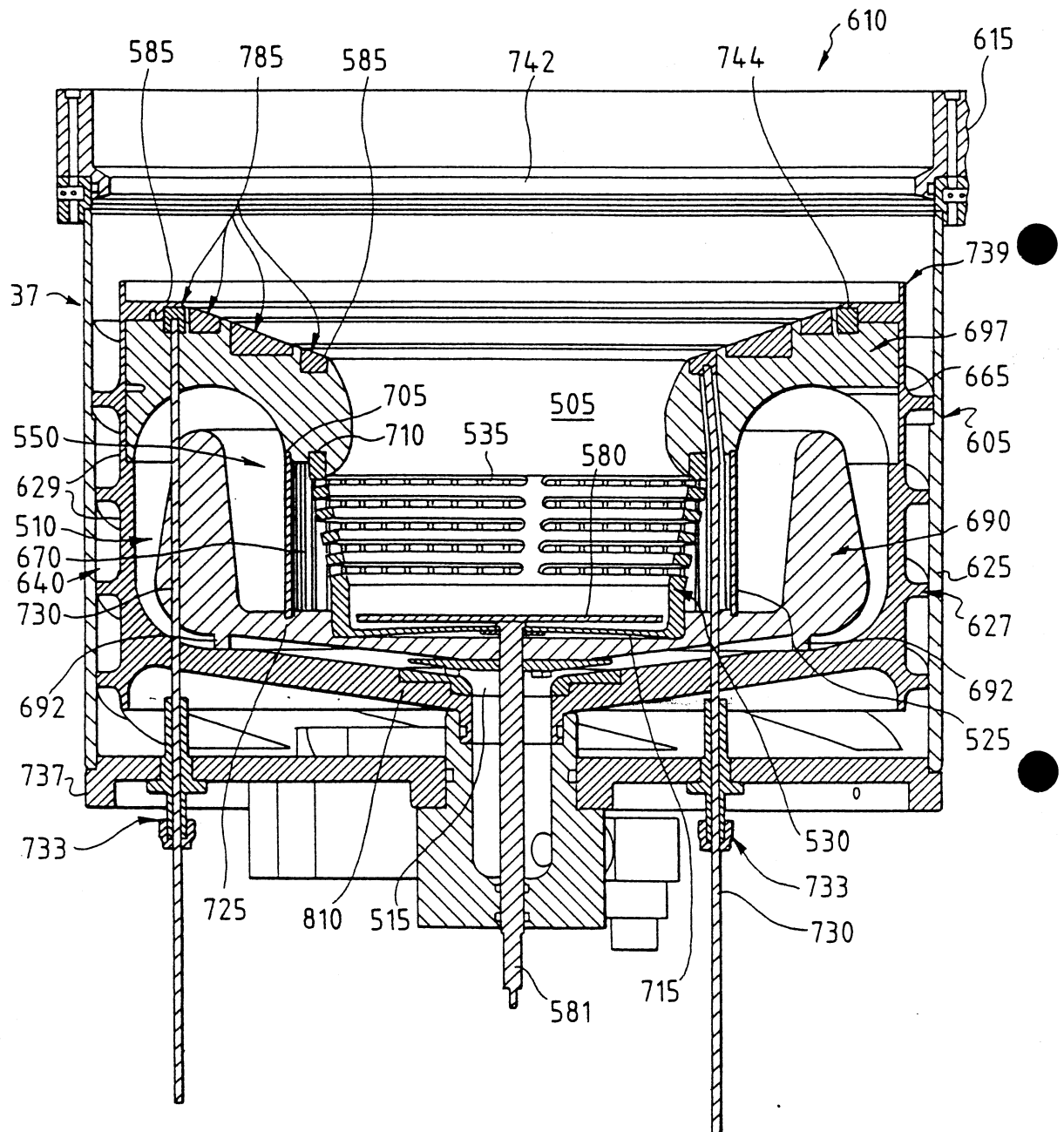
第 3A 圖



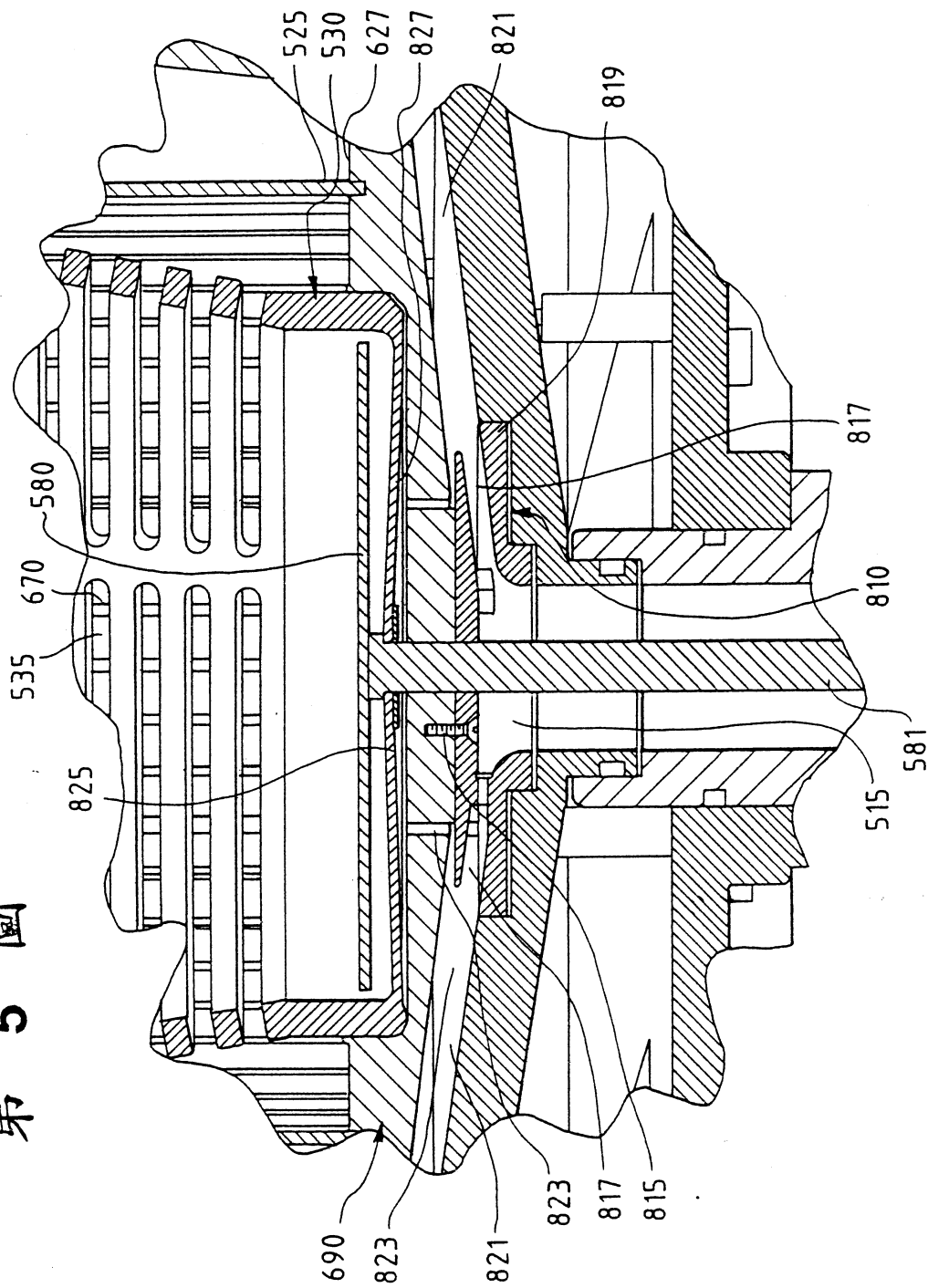
第3B圖



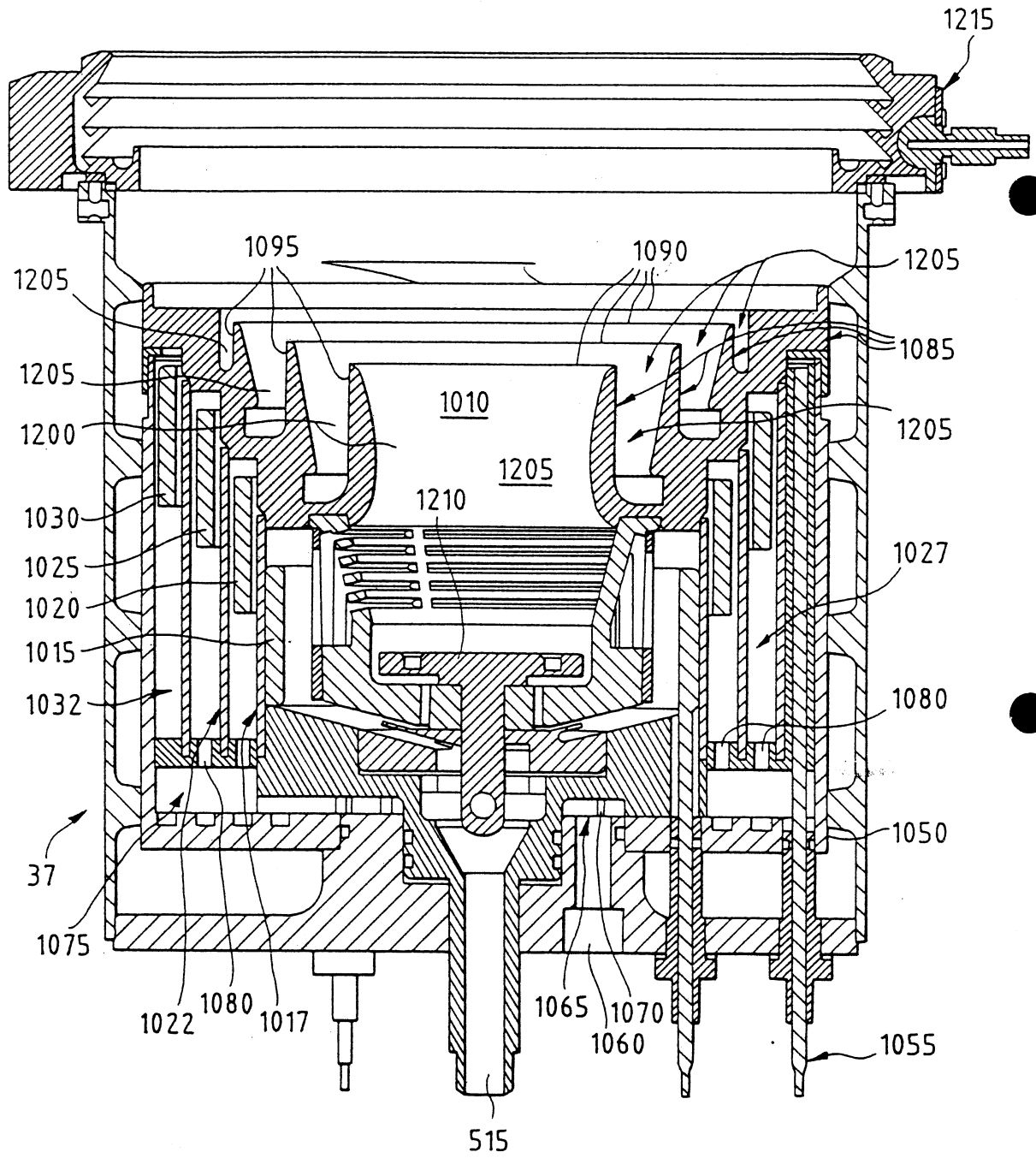
第 4 圖



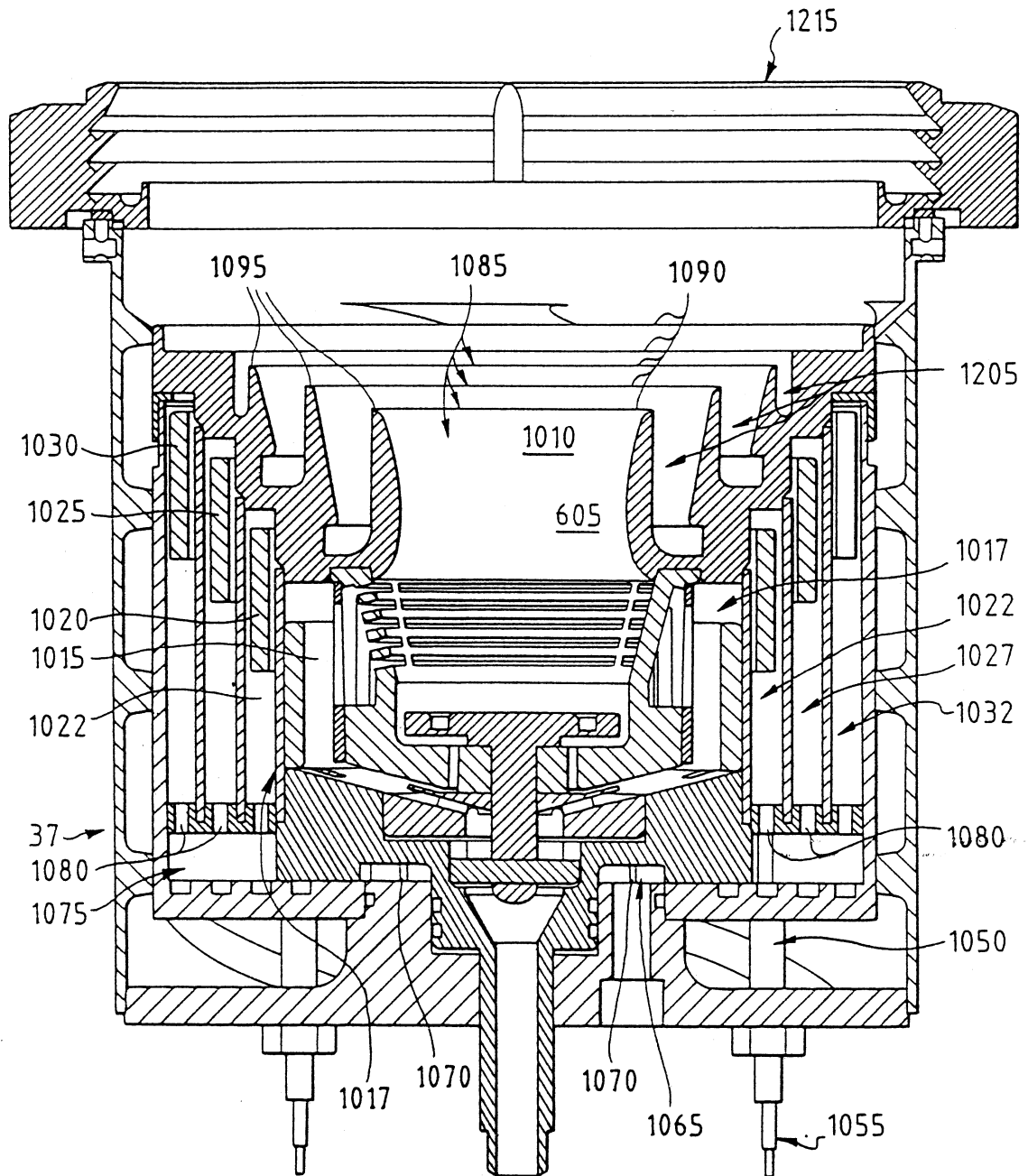
第 5 圖

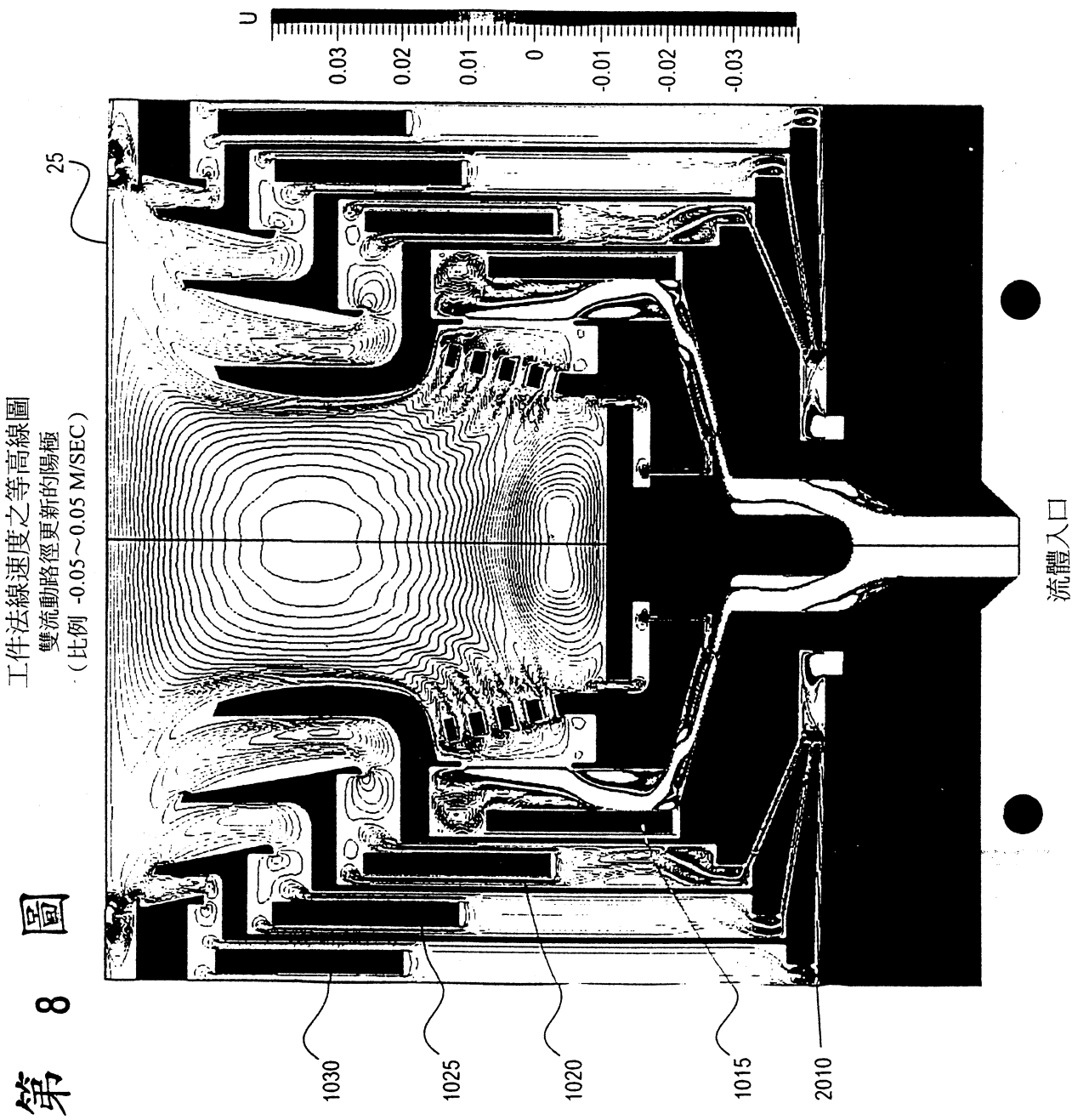


第 6 圖



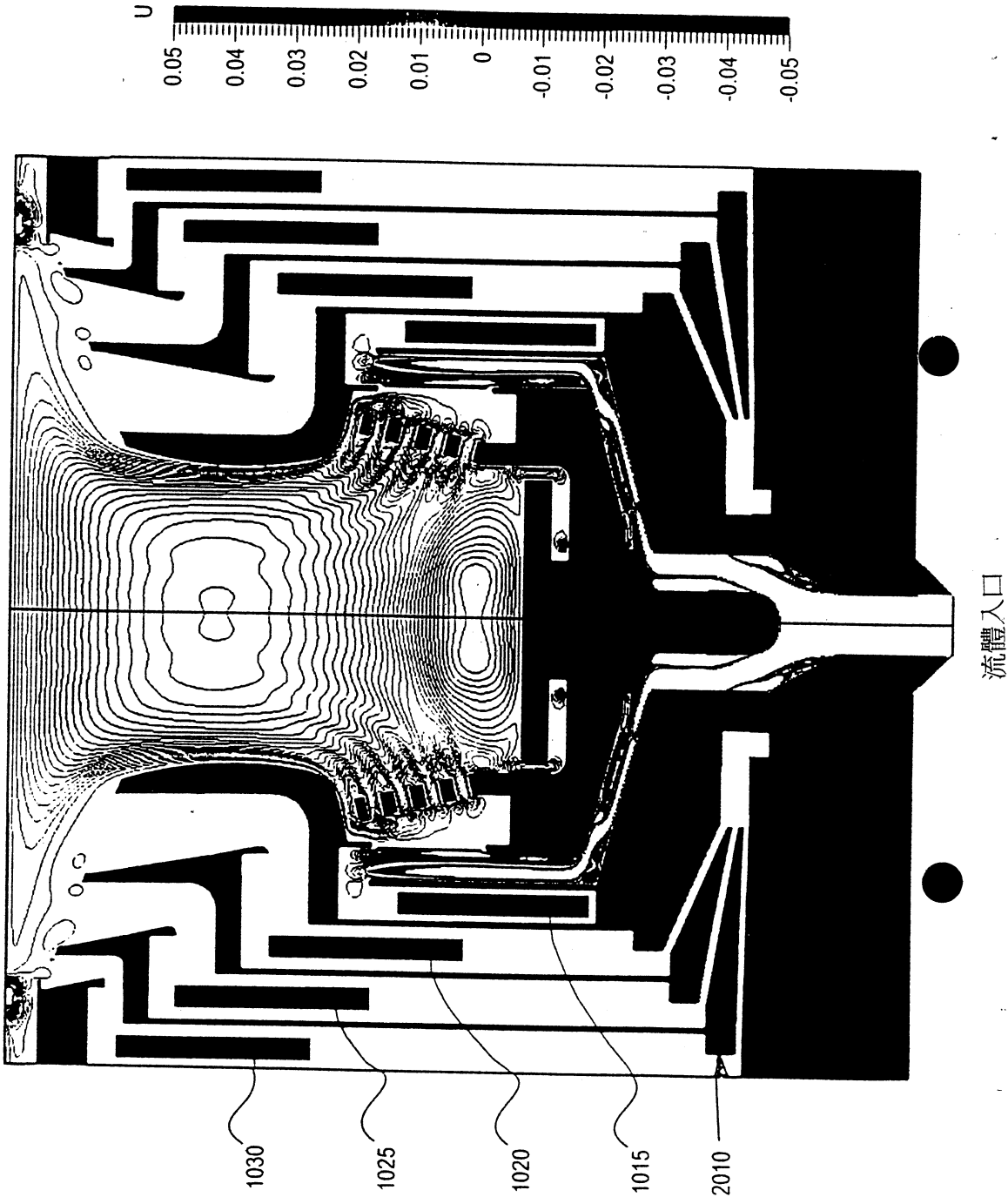
第 7 圖





工件法線速度之等高線圖
單一流動路徑（沒有流過陽極）
（比例 -0.05~0.05 M/SEC）

第 9 圖



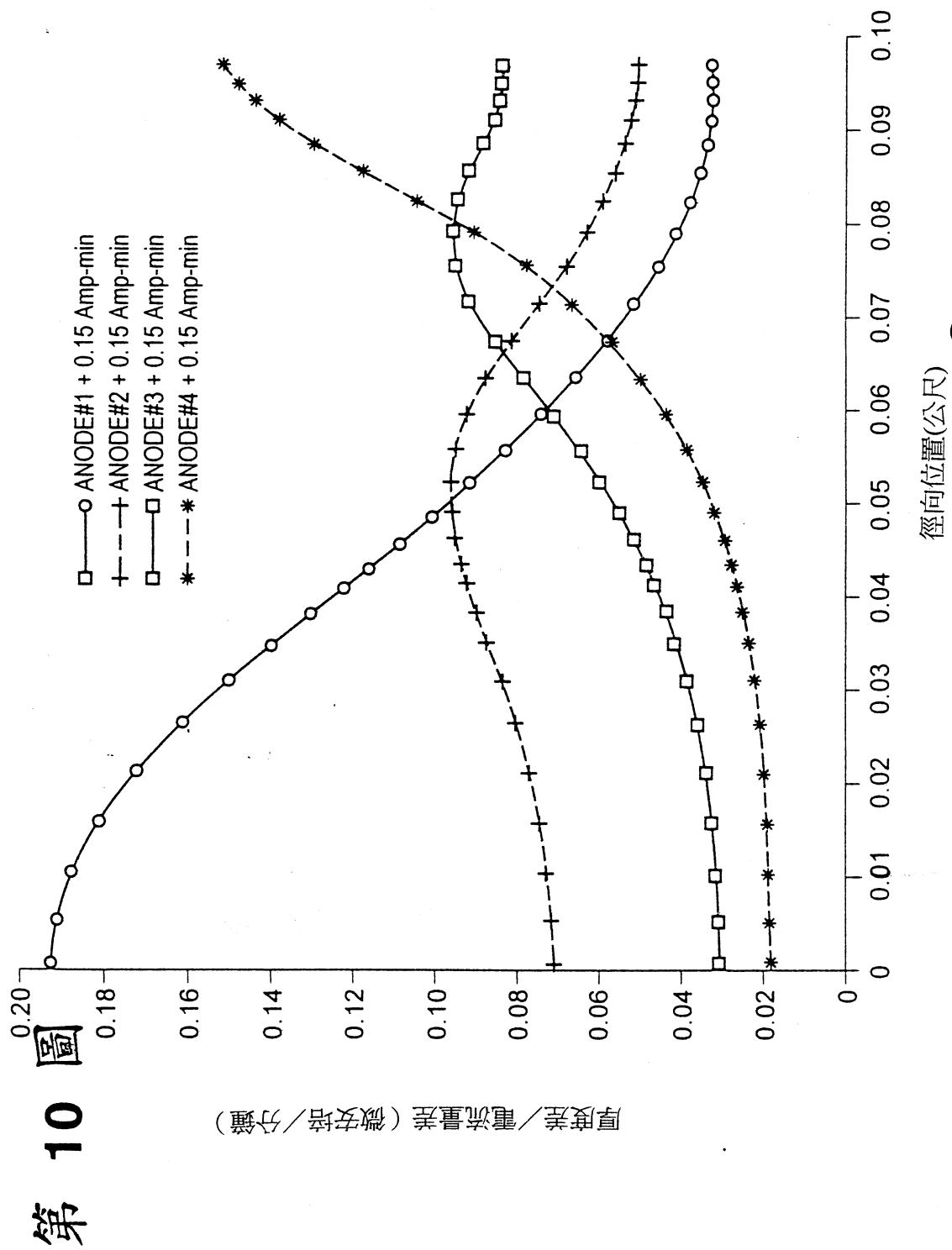
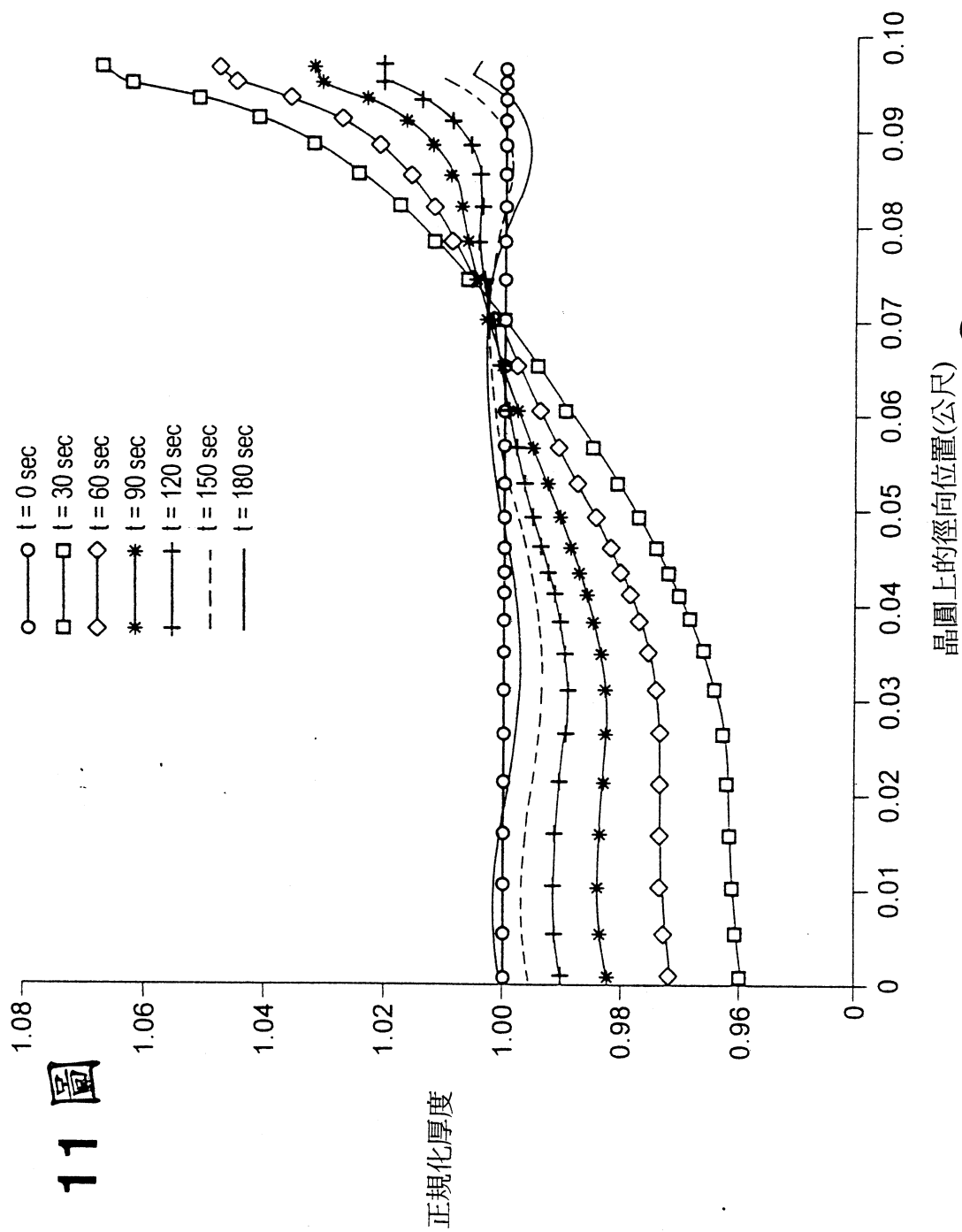
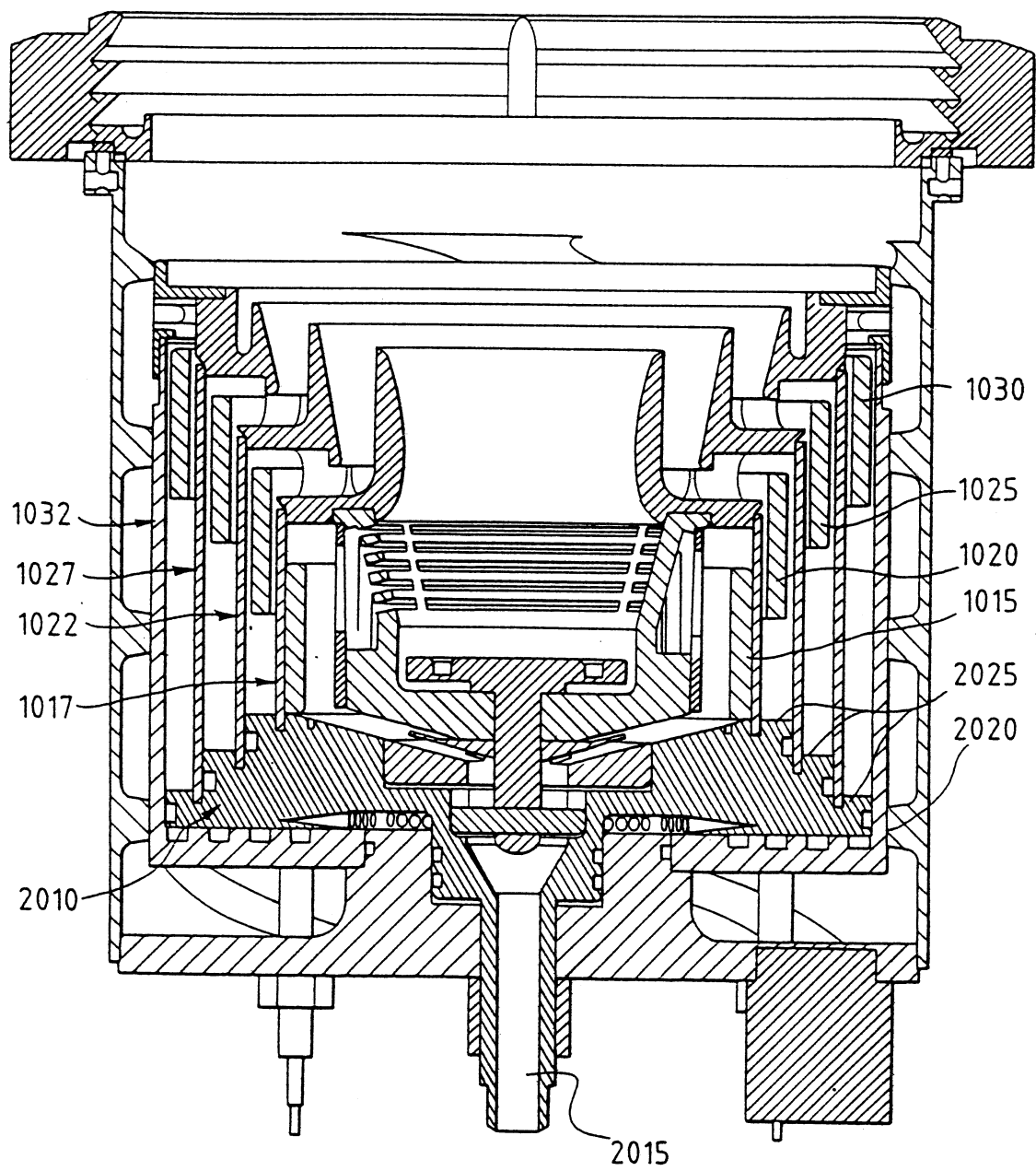


圖 11 第

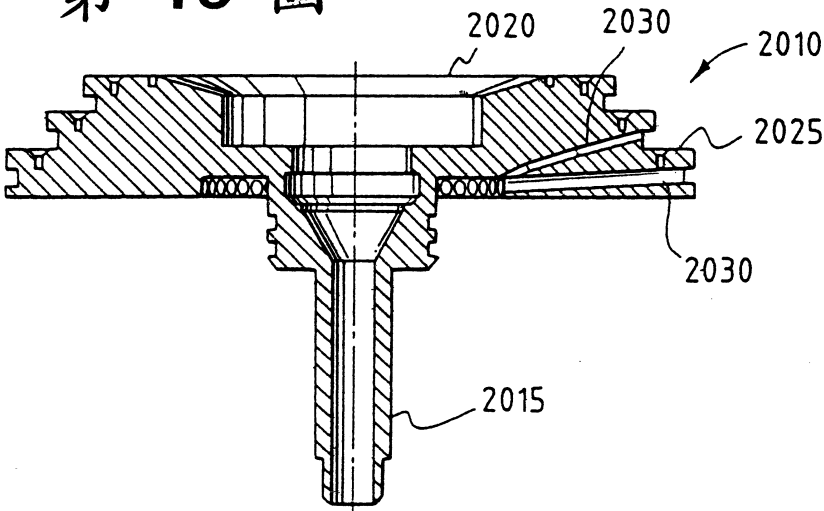


晶圓上的徑向位置(公尺)

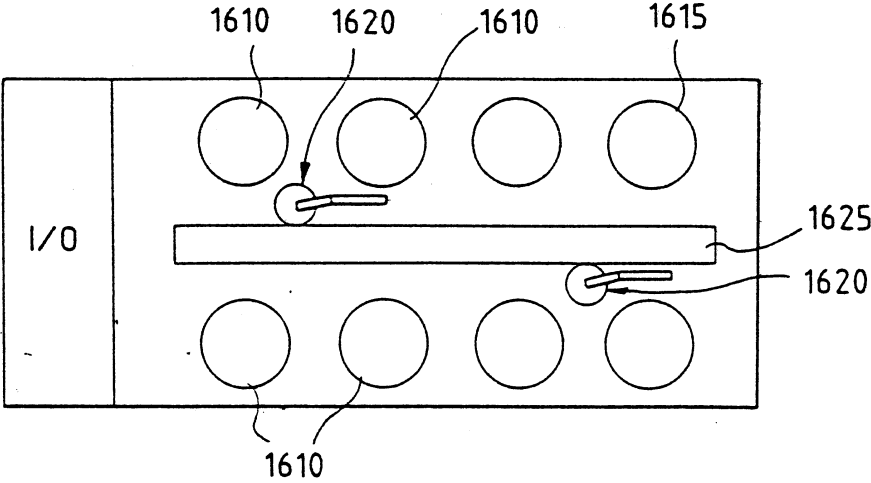
第 12 圖



第 13 圖 ^{15/15}



第 14 圖



第 15 圖

