

申請日期	AP. 10. 12
案 號	591.372
類 別	441176

A4
C4

526275

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	濺鍍反應器及使用一不均衡磁控管之方法
	英 文	SPUTTERING REACTOR AND METHOD OF USING AN UNBALANCED MAGNETRON
二、發明人 創作	姓 名	1.和田優一 2.相田恒 3.尹基桓
	國 籍	1.日本 2.日本 3.大韓民國
	住、居所	1.日本國千葉縣成田市新泉 14-3 應用材料股份有限公司日本所內 2.日本國千葉縣成田市新泉 14-3 應用材料股份有限公司日本所內 3.日本國千葉縣成田市新泉 14-3 應用材料股份有限公司日本所內
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期：

案號：

，☒有 ☐無主張優先權

本案已向日本申請專利；申請日：1.1999年7月6日 案號：11-191712號
 2.1999年7月6日 案號：11-191717號

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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明領域：

本發明係與磁控管濺鍍相關。更特定說來，本發明係關於一種可旋轉式磁控管之結構和配置。

發明背景：

電漿濺鍍反應室一般包含了濺鍍靶、配置於面對濺鍍靶腐蝕消耗表面的晶圓支撐座、和配置於面對濺鍍靶內部表面的磁控管。磁控管可在靠近濺鍍靶腐蝕表面產生磁場以便增加電漿密度和濺鍍速率。而例如氬氣之工作氣體則導入濺鍍反應室之真空反應室中，並在靠近濺鍍靶附近產生電漿。由濺鍍靶所濺鍍出來的粒子則會到達晶圓表面形成薄膜。

半導體元件持續小型化的發展將產生可以在具有極大之高寬比之內介層連接洞(例如介層洞或接觸洞)底部中進行全面性覆蓋的強烈需求。為了符合此項需求，本發明即研究了一種以濺鍍方式改善連接洞之底部覆蓋性的方法。

同時，以濺鍍法改善在基板上沉積同一平面薄膜之厚度均勻性也是重要的工作。例如，伴隨著液晶材料之大片玻璃基板和大片半導體晶圓的發展，例如從 200mm 大小的晶圓進步到 300mm 大小的轉變，則更需要改善同一平面薄膜厚度之均勻性。

此外，也需要提供一種濺鍍反應室和濺鍍沉積方法來改善底部覆蓋的問題。

五、發明說明()

另外，也需要提供一種濺鍍反應室和濺鍍沉積方法來改善同一平面薄膜之厚度均勻性。

除了均勻的濺鍍沉積之外，也需要均勻的濺鍍靶材之腐蝕表面以便將靶材利用率提昇到最大。

發明目的及概述：

本發明包含了一磁控管濺鍍反應室和濺鍍的方法，其中磁控管放置於含有欲濺鍍材料之靶材的背面。磁控管沿著靶材中心旋轉以提供均勻的濺鍍和濺鍍沉積。

依照本發明之一態樣，磁控管包含了一種極性之外部磁帶圍繞另一極性之內部磁帶。而內部磁帶最好圍繞一不拘孔徑的永久磁性材料，雖然此不拘孔徑的內部磁帶最好還是具有某些結構。每個磁帶可由單一的磁石或多個磁石配置成實際的平行帶狀。磁石的軛端可支撐兩種帶狀之磁石並將不同極性之帶狀耦合起來。於磁帶係由多個磁石所組成的例子中，具有帶狀之磁極面可放置於相對於軛端的磁石一端，並且和相同極性之磁石耦合，因而可將不同磁石之間的區域橋接起來。

依照本發明之第二態樣，磁控管處在不平衡狀態而且由外部磁帶所產生的全部磁通量將會較大，且最好比由內部磁帶所產生的全部磁通量大約 1.5 倍。因此，磁場將會朝向以濺鍍沉積的基板方向。

依照本發明之第三態樣，磁控管實際上受限於轉動軸心放置於靶心之一端，並且沿著靶心轉動磁控管。磁控管

五、發明說明()

行進到另一端則被靶心半徑限制成一小部分，例如 15%。

外部磁帶最好是覆蓋在靶心之上。

依照本發明之第四態樣，小面積之磁控管的曲率形狀將受到限制。此形狀包含圓形和橢圓形之短軸和長軸比至少為 0.8 以上。橢圓形之長軸最好配置在靶材之半徑上，但其它的方向也可以。然而，本發明也可應用在其它形狀的磁控管包含三角形，三角弓形，和靠近靶材中心延伸到靠近靶材周圍之平行帶狀跑道。

依照本發明之第五態樣，此磁控管則包含一對磁帶。

依照本發明之第六態樣，此磁控管由配置於外部帶狀具橢圓形或圓形之一種極性的圓柱形磁石，及配置於外部帶狀之內另一種極性的圓柱形磁石。在外部帶狀中的磁石具有不同的強度，強度較大的磁石靠近靶材的周圍。

本發明可讓濺鍍出來的原子之離子化程度增加，並提供濺鍍離子之磁性導引，使其朝向欲沉積之基板上加速。因此可幫助較深孔洞的充填及改善中心到邊緣的均勻度。

圖式簡單說明：

第 1 圖所示為依照本發明之磁控管型式之濺鍍反應室結構的截面概要示意圖；

第 2 圖所示為磁石對之配置位置的平面示意圖；

第 3 圖所示為磁石對之次單元的放大截面示意圖；

第 4, 5 和 6 圖所示為互相靠近之磁石的三個配置位置以解

五、發明說明()

釋磁石所產生之磁場的平面示意圖；

第 7 圖所示為另一個磁石的配置位置以解釋磁石所產生之磁場的平面示意圖；

第 8 圖所示為第 1 圖之濺鍍反應室中所形成之磁場的截面概要示意圖；

第 9 和 10 圖所示為第 1 圖之濺鍍反應室中具有不同之磁控管所形成之磁場的截面概要示意圖；

第 11 圖所示為包含一群磁石帶之磁控管的平面示意圖；

第 12 圖所示為依照本發明之另一實施例利用桿狀磁石的磁控管型式之濺鍍反應室結構的截面概要示意圖；

第 13 和 14 圖所示為第 12 圖之桿狀磁石配置成徑向平坦的橢圓形或圓形之底部平面示意圖；

第 15 圖所示為第 12 圖之濺鍍反應室中所形成之磁場的截面概要示意圖；

第 16 圖所示為第 12 圖之濺鍍反應室中具相反磁性不平衡所形成之磁場的截面概要示意圖；

第 17 圖所示為依照本發明之另一實施例的磁控管之垂直分解視圖；

第 18 圖所示為包含不同尺寸之磁石的另一磁石配置之底部平面示意圖；

第 19 圖所示為片電阻之均勻度作為磁性不平衡性之函數的圖形示意圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

圖號對照說明：

10	濺鍍反應器	12	製程空間
14	外殼	15	基板
16a	圓形表面	18	承載座
19	隔離電容器	20	排放埠
21	真空幫浦	23	質流控制器
24	電源供應	25	氣體供應源
29	控制器	30	磁控管
34	磁石組合	36	驅動馬達
40	磁性軛	42	圓柱狀磁石
44	圓柱狀磁石	52	磁帶
54	磁帶		

發明詳細說明：

為使先前提及之本發明目的被了解，本案發明人做了廣泛的研究。實驗中所尋求的是磁石的配置，以便降低先前所提到的不均勻濺鍍沉積的趨勢。於其中一個實驗中，磁石沿著中心區域排列，以便讓中心區域的部分之沉積物質增加，使其具較大之厚度。然而，此實驗顯示了增加均勻性的目的並無法達到。

有兩種一般性結果可以觀察到。第一，具有大高寬比連線孔洞的底部覆蓋可因降低提供到濺鍍裝置上之製程氣體壓力而得到改善；第二，轉動磁控管似乎是極為可行的方式。也就是說，如果讓磁石以徑向方式從基板中心往

五、發明說明()

外排列並旋轉，則磁石可以通過整個消耗性靶材的表面。

然而，實驗顯示當製程氣體的壓力降低時，用來濺鍍的電漿就無法保持下去。根據更進一步實驗之結果，吾人相信電漿無法保持的原因為：假如壓力降低，電子的供應也會降低。而且，電漿中的電子會逃離到其它電導性的材料表面而從電漿中流失。

電子密度的降低可藉由(a)增加電子來源、或(b)限制所產生的電子使其無法逃離。當製程氣體供應到反應室中以重新注滿電子時，預防電子的逃離是一項重要工作。因此，濺鍍裝置的設計就在於徹底檢查電子可能的逃離路徑。本案發明人注意到真空反應室中的屏蔽會接地的事實。而一般相信電漿中有某些電子會因為電漿和屏蔽之間的電位差而流往屏蔽。結果是，假如電子流向屏蔽的數目可以降低的話，則電子密度也會增加。

為了降低電子流向屏蔽的趨勢，本案發明人覺得應該對真空反應室中的磁場和電場的大小和方向有較深入的瞭解，如此電子在電磁場中的運動自然也較能掌握。

一般說來，在一電磁場中，電子移動的曲線方向相當於電場的方向，且因為磁場之磁力線而產生螺旋軌道的轉動方向。由磁控管所產生的磁場延伸到真空反應室的外面。結果在此磁場中，某些沿磁力線以螺旋方向移動的電子將到達屏蔽並從電漿中接地。磁場的作用是為了增加電漿的密度，但卻無法完全限制所產生之電子的運動。

本案發明人的結論是，假如磁控管所產生的磁場可以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

限制電子的運動，則此問題當可解決。

本發明之濺鍍裝置將配備有一真空反應室；一真空幫浦，以降低真空反應室的壓力；一氣體供應機構，以提供濺鍍工作氣體到真空反應室中；一承載座，以在真空反應室中承載基板；一濺鍍靶材及一磁控管，且其中以包含趨動馬達為佳，以便使轉動磁控管。於此濺鍍裝置中，濺鍍靶材的消耗性表面與基板承載座相面對，磁控管則配置在由基板承載部分面對之濺鍍靶材的另一邊。

本發明之磁控管具有不同極性之第一和第二磁帶，其中第二磁帶係配置並圍繞於第一磁帶的外部。第一和第二磁帶最好以固定的間隙分隔其極性。由於以第一內部磁帶所產生的全部磁通量要比第二磁帶所產生的磁通量小，因此磁控管處於不平衡的狀態。而因為第一磁帶產生較低磁通量密度且配置於產生較高磁通量密度之第二磁帶內部，則來自外部第二磁帶的部分磁通量將到達內部的第一磁帶，並通過此第一磁帶之內部但未實際進行接觸，最後則回到第二磁帶。結果由於通過真空反應室外部的磁通量可以降低，因此對電子的限制能力也因而可獲致改善。

第一和第二磁帶可以是下面的形式其中之一。磁控管可具有多個第一和第二磁石。此多個第一磁石配置成具第一磁性之帶狀(例如為 N 極)並指向靶材。多個第二磁石則配置成具第二磁性之帶狀(例如為 P 極)並指向靶材。第一磁帶之極性和第二磁帶之極性相反。假如每個磁帶均由多個磁石所組成，則由每個磁帶所產生的磁場形狀可因為磁

五、發明說明()

石所佔據的空間而有所變化。而最好將較強的第二磁帶配置於最外面的周圍上。如此則在第二磁帶之內的電漿中的電子便可加以限制。

磁控管可以磁性元件或軛端之配置使第一和第二磁帶形成一磁性迴路。例如，磁控管具有磁性軛以便支撐及磁性耦合第一和第二組的磁石。假如形成了磁性迴路，則第二磁石之部分磁通量將到達第一磁石，通過第一磁石之內部和磁性軛，然後終止於第二磁石。而且，其餘的磁通量將包含磁性迴路路徑內之第一磁石加以延伸，通部第一磁石之內部，並由第二磁石加以限制。當磁性迴路於磁控管中形成時，即有可能在不影響其它磁場特性下控制磁場成為較佳形狀以限制電子。

本發明之濺鍍反應室中，多個第二磁石可配置成環狀或帶狀而圍繞多個第一磁石，此多個第一磁石也可配置成環狀或帶狀。一孔徑大小不限之永久磁性材料雖然可在最內部帶狀中形成，但並非絕對需要。

本發明之濺鍍裝置中，磁控管更可具有三個磁性軛，並描繪為第一和第二磁極部分。每個第一磁極部分乃配置在每個第一磁石之末端，以便和第一磁極磁性耦合起來。每個第二磁極部分亦配置在每個第二磁石之末端，以便和第二磁極磁性耦合起來。由於此第一和第二磁極部分係配置成和鄰近磁石進行磁性耦合，因此磁通量可導引到磁石之間不具有磁石的區域中。結果，由每個磁石所產生的磁通量可由磁極部分平均，且接著應用到濺鍍靶材上。在鄰

五、發明說明()

近磁石之間磁通量密度的變化因而也可加以平均。

本發明之濺鍍裝置中，磁性軛配置成適當方式以承載每個第一和第二磁石之另一端，其中第一磁極部分安排成環狀，以連接每個第一磁石之一端；而第二磁極部分安排成環狀，以連接每個第二磁石之一端。

本發明之磁控管中，由第一和第二磁石之一端所產生的磁通量也因為第一和第二磁極部分的輔助而分佈在不同的磁石之間的區域。因此，第一和第二磁石各自在靠近消耗表面形成環狀磁場。電漿在兩個環狀磁場之間產生。結果，當以此方式所產生的磁場可包含磁通量迴圈中的內部磁石，則對電子的限制能力也因此可改善。由外部路徑上第二磁石之另一端所產生之磁通量經過第一磁性軛之內部並到達第一磁石的另一端。部分的磁通量通過第一磁石，到達第一磁石的一端，並形成由第二磁石之一端所產生之磁通量迴圈。剩餘之磁通量從磁性軛延伸且形成由第二磁石之一端所產生之磁通量迴圈。假如磁場由先前所提到的磁性迴路所控制，則可避免磁通量擴展到外面。因此可改善電漿之電子限制效率。

本發明之濺鍍裝置可具有包含鈦、鋁、及/或銅之濺鍍靶材，或者可為其它之可能材料。

前述提及之實驗也提出了靶材腐蝕時沉積之均勻性。本案發明人從這些實驗得到一些結論：用來控制基板的中心部分和圍繞中心部分面積薄膜厚度的磁石可配置在包含轉動中心的區域，而用來控制基板的邊緣部分薄膜

五、發明說明()

厚度之磁石可配置在相當於靶材周圍的部分中，且用來控制消耗表面之濺鍍品質和形成於基板上之薄膜厚度的磁石可配置在中心區域和邊緣區域之間。

濺鍍靶材的放置使消耗性表面面對基板承載座。磁控管則放置在對於承載座為靶材的相反方向，且具有面對濺鍍靶材的區域。驅動機構利用通過消耗表面某個點例如其中心部分的轉動軸作為軸心，並可相對於濺鍍靶材轉動磁控管。

磁控管具有先前所描述的第一和第二磁帶以便在真空反應室中產生磁場。為了增加均勻性，磁帶的其中一個表面區域可配置成通過轉動軸。

如上面所描述的，第一磁帶之其中一個表面區域位於濺鍍反應器中。因此，第一磁帶可以適當的配置以便指定磁場在靶材的中心和周圍區域中產生。而且，第一磁帶可以適當的配置以控制消耗性靶材表面之濺鍍率及基板上從中心延伸到周圍面積之薄膜沉積量。

由於傳統上限制了有關於消耗性表面上濺鍍分佈之均勻性的降低，因而比起那些傳統上固定的限制，可適當的調整磁控管形狀以因應不同狀況下第一磁石組之計劃或者形狀。結果，磁場所要形成的區域形狀可加以簡化，且消耗性表面之濺鍍均勻性及薄膜均勻性也可加以改善。承載座和靶材之間的間隔最好約為基板之直徑的 0.95 倍，也就是對一 200mm 的晶圓來說約為 190mm。

而且，由於第一磁帶可配置成其中一個分離面向區，

五、發明說明()

則濺鍍均勻性將可得到保障，且在電漿形成的靠近消耗性表面之區域可減小。由於供應到靶材之功率集中在磁控管此區域中，則電漿密度在供應電源未增加下將會增大。當電漿密度增加時，電子密度也會增加。結果，濺鍍粒子的離子化比例也會增加。由於離子化濺鍍粒子朝向基板之表面加速，則濺鍍粒子到達基板並在基板之表面方向具有速度分量的數目也會增加。結果，大部分的濺鍍粒子直接到達電漿區之下的區域，且薄膜將優先地沉積在電子和離子到達的基板區域。因此，薄膜厚度之均勻性及底部覆蓋性都可改善。

本發明可具有下列各種不同之形式。

本發明之濺鍍裝置中，為了達到均勻性的增加，第一磁組可具有一或多個第一磁石和一或多個第二磁石。第一磁石具有第一部分以產生第一磁極及第二部分以產生不同的第二磁極。同時可將此第一部分配置成面對靶材。第二磁石具有第三部分顯現出第一磁極及第四部分顯現出第二磁極。同時可將此第四部分配置成面對靶材。也就是說，排列第一和第二磁石以產生不平行的磁極。

假如第一磁組有一或多個磁石具不同的磁極，則將可發現適當的磁場形狀以得到靶材之濺鍍均勻性和基板上薄膜厚度均勻性和磁石的形狀和配置有關。

如同先前所描述的，第一磁組具有磁性軛用以承載第一和第二磁石。此第一和第二磁石可由磁性軛耦合在一起並且其作用如同單一的磁體。磁石組合可由第一和第二磁

五、發明說明()

石及第一磁性軌所形成。

本發明之磁控管中，一或多個第二磁石可配置在一或多個第一磁石外部形成環狀。此類配置對於以磁場來限制電漿將有較佳的效果。

本發明之磁控管中，第一磁帶也可具有最好描繪成第一和第二磁極片的磁性元件。

多個第一磁石的第二部分乃經由配置於磁石和靶材之間的第一磁極表面彼此磁性耦合。此類磁性耦合可將承載第一磁極面向第一磁石而加以實現。由於來自第二部分之磁通量通過第一磁極面之內部，則不同磁石之磁性特質的變化可加以平均，且在磁石之間的區域中的磁場可加以補償。類似地，多個第二磁石的第三部分乃經由配置於磁石和靶材之間的第二磁性元件彼此磁性耦合。此類磁性耦合可將承載第二磁極面向第二磁石而加以實現。由於來自第二部分之磁通量通過第二磁極面之內部，不同磁石之磁性特質的變化可加以平均，且在磁石之間的區域中的磁場可加以補償。由於磁場也以第一和第二磁極面的幫助在不同的磁石之間加以導引，電漿的限制自然也會加以改善。

本發明之磁控管中，第一磁帶可另外具有多個第三磁石。而且，此磁控管在多個第三磁石之內部具有第二磁帶。此第二磁帶具有多個第四磁石。每個第三磁石具有第五部分以顯示出第一磁極，及第六部分以顯示出相反的第二磁極。第三磁石配置成環狀並以第五部分指向靶材。每個第四磁極具有第七部分以顯示出第一磁極，及第八部分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

以顯示出相反的第二磁極。此第四磁石可配置成以第八部分指向靶材。因此，第三和第四磁石乃以反平行的磁極加以配置。

於本發明之磁控管中，第一磁帶可具有多個第五磁石。而且此磁控管具有第三磁帶配置於多個第五磁石之外部。第三磁石部分可具有多個第六磁石。每個第五磁石具有第九部分顯示第一磁極，及第十部分顯示相反的第二磁極。此多個第五磁石將第九部分配置成指向靶材。每個第六磁石具有第十一部分顯示第一磁極及第十二部分顯示相反的第二磁極。此第六磁石可形成環狀並以第十一部分指向靶材。

為了增加均勻性，本發明之濺鍍裝置所配備之磁控管具有下列之形式。此磁控管至少具有一第一磁石組合及多個第二磁石組合。此第一磁石組合可適當的安排使磁場在靠近轉動中心形成。多個第二磁石組合則放置在其中一個由包含轉動軸心的平面所分隔的面對區域中，並經由適當的安排和第一磁石組合形成環狀圖案。

由於第二磁石組合及第一磁石組合一起配置成環狀，磁控管乃放置在其中一個面向區域，磁石組合可安排成適當的圖案以實現所需的薄膜厚度均勻性。結果即可以形成適當的磁場以增加消耗性靶材表面之濺鍍均勻性並改善薄膜厚度之均勻性。如果磁石組合可以適當的安排以降低電漿所形成的區域，則同平面的薄膜厚度均勻性可更進一步的改善。

五、發明說明()

於本發明增加底部覆蓋之態樣中，本發明形成薄膜的方法具有下列步驟：(1)提供一濺鍍反應器，其配備有第一磁組，可將第一磁極指向特定材料所形成之靶材，及安排在先前提到之第一磁組外部的第二磁組，其與第一磁極相反之第二磁極指向靶材，且其中由內部第一磁帶所產生的磁通量密度將小於由第二外部磁帶所產生的磁通量密度；(2)設定相對於先前所提到之靶材的基板；(3)供應濺鍍用工作氣體如氫氣到真空反應室中；(4)並沉積濺鍍粒子於基板上以便於基板上形成特定材料所製成的薄膜。

如果以上述方式準備磁控管，則電漿中的電子可以有效地限制在電漿中。結果由於電子密度的增加，濺鍍粒子更可完全的離子化。被離子化的濺鍍粒子由電場加速朝向基板。

由於工作氣體的壓力降低時電漿仍能維持，因此在降低製程氣體的壓力時即有可能不會產生電漿的消滅或不穩定等反向效果。結果濺鍍粒子和工作氣體原子撞擊的機率就會降低。濺鍍粒子從靶材到達基板而不被反射的數目因而也會增加。

於本發明之一態樣中為了增加均勻性，則本發明的薄膜形成方法包含下列步驟：(1)提供配備有磁控管之濺鍍裝置，而磁控管之磁石則安排在由包含磁控管之轉動中心軸平面所分隔的其中一個區域中；(2)相對於濺鍍靶材之消耗表面設置基板；(3)將濺鍍工作氣體注入真空反應室中；及(4)當轉動磁控管時在基板上沉積濺鍍粒子以形成薄膜。

五、發明說明()

磁石乃安排在由垂直於靶材表面且包含磁控管之轉動軸的平面所區分的磁控管區域中。以此方式，則薄膜可在控制濺鍍時加以沉積。由於消耗性靶材表面的濺鍍均勻性可加以改善且磁場區也會減少，則電漿區域也會減少。結果在不增加輸入功率情況下電子密度也會增加。濺鍍離子之離子化係因所增加的電子密度而增加，且離子化粒子將朝向基板表面加速。結果大部分的濺鍍粒子將到達電漿區正下方的區域。

本發明之詳細實施例現將配合圖式加以解釋。如果可能的話，相同的部分將以相同的參考數字加以表示，且相同的部份不進行重覆解釋。

第1圖所示為本發明之磁控管濺鍍反應器之一實施例中結構的圖示。濺鍍反應器10包含了形成真空反應室之外殼14及其所包含之製程空間12。同時其也包含了靶材16適度的將外殼14的頂端開口密封起來。由於外殼14和靶材16均由電導性材料所製成，則在外殼14和靶材16之間將夾入電絕緣體13a。第1圖之實施例中，外殼14具有圓形底部及圓柱狀側壁從圓形底部之周圍延伸到預定的高度上。例如，此管狀部分的形狀類似於圓柱形外殼。而靶材16的形狀則如同一碟盤。靶材16其中一圓形表面16a(稱為其底部)做為其消耗性表面且由靶材之濺鍍材料所消耗。

承載座18安排在真空反應室之外殼14的製程空間12中。在基板承載機構中(也稱做基板承載部分)，承載座18

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

用來在製程空間 12 中支撐基板 15。因此承載座 18 將支撐製程用的基板 15，例如半導體晶圓 W 或者玻璃基板。承載座 18 的頂端 18a 則設定成面向靶材 16 的底部、消耗性表面 16a。基板 15(晶圓 W)的沉積表面 15a 則固定在承載座 18 的預定位置上且基本上會和靶材 16 的底面 16a 平行。基板 15 同軸性的配置使其中心和靶材 16 的中心對齊。為了要改善濺鍍沉積薄膜的同平面之均勻性，則最好將基板中心和磁控管之軸心 38 的轉動中心重合。於本發明中，靶材 16 的尺寸與承載座 18 之間的距離都和傳統上標準濺鍍反應器相同。承載座 18 和靶材 16 之間的距離最好約為濺鍍粒子所沉積基板之直徑的 0.95 倍，也就是 200mm 的晶圓約為 190mm 左右。此距離為短距離濺鍍。較長的距離有時可用來對準濺鍍粒子，特別是中子。

為了避免濺鍍粒子到達真空反應室外殼 14 的內部側壁表面上，則濺鍍反應器 10 包含了一屏蔽 26 以阻擋濺鍍粒子到達內部側壁表面。屏蔽 26 的外側上端則夾在外殼 14 和隔離端 13a 之間，並和外殼 14 之頂端的開口邊緣電性上接地固定。屏蔽 26 的內側則延伸到承載座 18 的側壁表面。此內側的端點部分經由絕緣部分 13b 沿著承載座 18 之側壁表面加以固定。結果屏蔽 26 將和承載座 18 互為電性隔離。承載座 18 將連接到參考的電位上，如經由隔離電容器連到接地電位上，如此將容許承載座 18 用於自我偏壓狀態，其偏壓電壓將和電漿所提供的電子有關。其亦可經由供應高頻到隔離電容器 19 之上而使用於射頻偏壓

五、發明說明()

狀態。於此範例中，偏壓裝置為射頻偏壓應用裝置，例如射頻電源供應器，並設定在電容器 19 和參考電位之間。不論如何，承載座 18 最好相對於電漿電位為負向偏壓，且其最好相對於接地屏蔽 26 為負向電位。

在外殼 14 中形成一排放埠 20。於本發明中，一低溫幫浦或其它的真空幫浦 21 將連接到排放埠 20 中，且真空幫浦 21 可用來降低真空反應室 12 的壓力。排放埠 20 和真空幫浦 21 組成了減壓裝置。製程氣體例如氬氣可做為濺鍍工作氣體或者氮氣可做為反應性氣體則從氣體供應源 25 由供應埠 22 輸入到真空反應室 12 中。氣體經過供應埠 22 的流動可用質流控制器 23 加以測量。藉由質流控制器 23 的開啟或關閉，即可就數量和供應頻率來控制製程氣體的供應。供應埠 22 和氣體供應源 25 組成了製程氣體供應裝置。

靶材電源供應 24 之陰極和陽極在靶材 16 和屏蔽 26 之間連接成為電漿形成裝置。當氬氣供應到真空反應室 12 且負向電壓在靶材 16 和屏蔽 18 之間加入時，將產生成長放電效應且氬氣被激發形成電漿。當正氬氣離子由放電撞擊負電靶材 16 之底部表面 16a 時，靶材原子乃彈出成為濺鍍粒子。當靶材原子沉積在晶圓 W 上時，薄膜將在晶圓上形成。

磁控管 30 配置在相對於靶材 16 之底面 16a 的另一表面上，也就是在製程空間 12 外部，靶材 16 的頂端 16b 上。磁控管 30 靠近靶材 16 之底部表面 16a 產生了磁場，且因

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

而在靠近靶材 16 之消耗性表面 16a 增加了電漿密度。

濺鍍反應器 10 包含了由微電腦，計時器等元件所組成的控制器 29，其可將電流開啟和關閉並調節靶材電流值及控制氬氣供應等等其它功能。控制器 29 係連接到質流控制器 23、靶材電源供應 24 及經由控制線 29a 連接到驅動馬達 36 上。控制器 29 將可控制並連接此些不同的元件。因此製程氣體的供應、製程氣體所產生的電漿等皆可在所需的時間加以控制。

第 2 圖為第 1 圖中沿著 2-2 線之截面底部平面視圖，其例舉了磁控管之每個磁石的位置。正如第 1 和第 2 圖中所示的，磁控管 30 具有最好為非磁性的圓形基板 32，及多個磁石組合 34 (不同的標號 34a 或 34b 則將在後面加以說明) 固定在基板 32 的底部負載表面 32a 上形成預定的圖案。此基板 32 相對於承載座 18 係配置在靶材 16 的不同邊。驅動馬達 36 之轉動軸心 38 乃連接到基板 32 之頂端的中心。因而當驅動馬達 36 開始操作以轉動基板 32 時，每個磁石組合 34 沿著靶材 16 的頂端轉動。以此方式將可相對於靶材 16 轉動由該磁石組合 34 所產生的磁場，則靶材 16 所發生的侵蝕將更為均勻。

磁石組合 34 一般由一對相反極性的磁石所形成，且即便有更平常的用法，在此仍使用磁石對的術語。例如，馬蹄形磁石等於磁石對加上其軛端。如第 2 圖中所示的，多個磁石對 34 將安排成環形。每個磁石對 34 適切的安排成一個磁極(如第 2 圖中所示的北或 N 極)放置於環形朝

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

外，另一磁極(南或 S 極)則朝內。磁石對 34 之相同磁極的端點則分別經由磁性部分 48 和 50 於周圍延伸及磁性耦合。磁塊 48 和 50(於第 2 圖中以虛線代表，因為其和磁石互相重疊)為帶狀的部分，並排列成環狀以連接相同極性不同磁石對的端點部分。外部環形區和類似形狀內部區均在消耗性靶材表面上形成，相當於帶狀磁極所產生的磁場區。例如，在外部環形區，由磁石群(磁石組合 34 的 N 極)所產生的磁力線從最外圍周邊延伸到真空反應室中。某些磁力線則指向內部且通過內部環形磁場區並到達內部的磁石群(磁石對 34 的 S 極)。

磁石塊 48 和 50 配置於磁石對 34 和濺鍍靶材 16 之間以便磁性的耦合兩組分別匹配的鄰近磁極。結果磁通量也會導入不同磁石間沒有磁石存在的區域中。由每個磁石所產生的磁通量可由磁極塊加以平均並加到濺鍍靶材上。即便磁石係安排成斷續且分散的方式，由於磁極塊 48 和 50 的存在，仍能產生連續的預定強度磁場。所以電漿因為磁場而限制的能力將可改善。而且，在鄰近磁石之間磁通量密度的變化(不同磁石間的差異性)可加以平均。此因素亦對電子的限制能力具有供獻。

磁控管 30 的磁石對 34 可在一或多個第一磁石對 34a 和一或多個第二磁石對 34b 之間加以區別。於基板 32 之底部表面 32a 定義一內部半平面和外部半平面，此係由垂直於基板 32 並包含轉動軸 38 之垂直平面所區隔的。此垂直平面的方向將使內部一半空間中之磁控管包含得最

五、發明說明()

大，並使外部一半空間中之磁控管包含得最小。第一磁石對 34a 用來產生靠近轉動軸 38 之磁場。因此，如參考第 4-7 圖及下面的解釋，磁石組合 34 可配置在下列其中一個方式：(i)此第一磁石對 34a 可配置在磁控管上其中一個半空間中，但最好只有部分在外部半空間中；(ii)此第一磁石對 34a 可適當的配置以經過平面線並因而佔據兩個半空間；及(iii)此第一磁石對 34a 之外部磁石係配置在磁控管上其它的區域中，此區域由包含了轉動軸心 38 之平面所分隔。無論在哪一個例子中，此第二磁石對 34b 均位於內部半空間之中並適當的和第一磁石對 34a 配置成環形圖案。由發明人所進行的實驗將決定了如第 4，6 和 7 圖所示的配置將可得到較特別的結果。

另外一方面，磁控管 30 包含了外部環狀磁石帶配置了第一磁極(如第 2 圖中所示的 N 極)指向消耗性靶材表面及一環狀密封之內部磁帶配置了相反的第二磁極(如第 2 圖中所示的 S 極)指向消耗性表面。內部磁帶最好包圍住永久磁性材料之孔洞，因此多餘的不平衡磁場將流經此孔洞而到達較弱之內部磁帶的背面。內部磁帶可包含所有配置於內部的磁石及由外部磁帶所包圍的磁石。例如，外部磁石帶可由最外部周圍上之磁石群所組成，而例如內部磁石帶則由最外部周圍上磁石內部之磁石群所組成。每個磁石帶或磁石之強度可加以指定使得全部磁通量(磁帶表面上所整合的通量密度)為外部磁帶大於內部磁帶部分。

內部磁帶的設計係為了產生全部磁通量(整合磁帶之

五、發明說明()

面積的磁通量密度)且安排在外部磁帶的裏面以產生較高的全部磁通量。結果，外部磁帶之磁通量的某些磁力線通過內部磁帶，經過內部磁帶的徑向內面到達磁性軛，並終止於外部磁帶。外部磁帶之磁通量的其它磁力線則形成磁通量迴圈，包含限制於周圍磁帶中的內部磁帶。結果，由於徑向延伸超過真空反應室之磁通量的磁力線可以減少，則限制電子的能力將可改善。

第3圖之截面視圖例舉了磁石對34用於第1圖之濺鍍反應器10中的範例。如同第3圖中所示的，每個磁石對34具有磁性軛40和圓柱狀磁石42和44。磁性軛40為一平板狀部分並由預定的磁性材料所組成，例如鐵磁性材料。柱狀磁石42和44的一端為S極，另一端為N極。外部柱狀磁石42配置有N極端指向靶材16，而內部柱狀磁石44則配置S極端指向靶材16。而這些磁極也可以相反配置。方形或其它形狀的磁石可用以替代柱狀磁石42，44。柱狀磁石42的S極端接觸磁性軛40並固定在磁性軛40的一端。相對的柱狀磁石44之N極也和磁性軛40接觸並固定在一端。此兩柱狀磁石42和44分別具有磁性極化指向不平行的方向。整個磁石對34形成類似反U的形狀。而此U形的一端為N極的柱狀磁石42，另一端為S極的柱狀磁石44。而且，由於磁石42和44及磁性軛40形成了磁性迴圈，其組成了磁性裝置並且作用如同整體的磁性體且具有不同的磁極指向相同的方向。以此方式，則在真空反應室中所形成的磁場可以有效的控制及限制電

五、發明說明()

子 12。

於磁石對 34 中，第一磁極塊 48 為包含於外部磁帶之磁石 42 之自由 N 極端，而類似的磁極塊 50 為包含於內部磁帶之相對磁石 44 的自由 S 極端。如同上面所描述的，磁極塊 48 用來耦合磁控管中磁石 42 的一個極性，而另一磁極塊 50 則用來耦合另一極性的磁石 44。

於第 2 和 3 圖所顯示的實施例中，每個磁帶具多個磁石。然而，外部和內部磁帶之一或者兩者都可只有一個不同的磁石所形成。於此例子中，周圍磁帶(磁石 42)的全部磁通量大於內部磁帶(磁石 44)。

然而，磁帶 34 之形式並不限於第 3 圖中所示的範例。現在更適合稱為一種組合的磁石對 34 可具有更多的磁石和磁性部分以便和磁石耦合。而且，用於每個磁石組合 34 之磁石的磁通量密度係相對於磁石對 34 之配置位置所要供應之磁場而決定。因而磁石的強度可以有所不同。

於第 3 圖所示的磁石組合 34 中，磁石 42，44 之一端係安排成面對靶材表面頂端 16b，此表面係為消耗性靶材表面 16a 的背面。磁石對 34 以適當的固定裝置如螺絲 46 將磁性軛 40 之背面和基板 32 接觸而將其固定於基板 32 上。如此則基板 32 上磁石組合 34 之固定位置可將基板 32 重新擴孔或研磨新的磁極塊而改變。因此磁場之形狀可因為磁石組合 34 位置的重新安排而調整。

第 4-7 圖為濺鍍裝置 10 中磁石對的較佳配置圖示，其中第 4、6 和 7 圖之磁石配置是較好的。在每個圖形中，

五、發明說明()

外部磁帶 52 和內部磁帶 54 用來顯示多個磁石對的單獨配置位置。這些圖形顯示了第一磁極塊 48 結合磁帶 52 及第二磁極塊 50 結合內部磁帶 54 分別投射在消耗性靶材表面的區域。由於磁控管 30 以中心軸 38 轉動，則所例舉的區域顯示了磁帶 52, 54 和靶材 16 在某些時間點之間相對的位置關係。

如第 4, 6 和 7 圖中所示的，內部磁帶 54 配置在磁控管 30 上的其中一個區域中，此區域是由垂直於靶材 16 且包含轉動軸 38(於第 4-7 圖所示的範例中，此區域的上半部以虛線 56 分隔)的平面所分離的。此平面的延伸方向係沿著對稱磁控管形狀的方向。換句話說，此平面經過磁控管最不對稱的部分。外部磁帶 52 圍繞內部磁帶 54 而安排。

為了提供接近轉動中心的磁場，外部磁帶 52 係安排成通過或靠近轉動中心 38。因此，在第 4 和 7 圖所示的範例中，外部磁帶 52 的位置覆蓋在轉動軸 38 之上。於第 6 圖所示的範例中，外部磁帶 52 和內部磁帶 54 兩者皆位於由平面 56 所分隔的單一半空間之中。同時在此例子中，外部磁帶 52 係在靶材侵蝕表面和轉動中心 38 重疊的位置上產生所需的磁場。於第 5 圖中，外部磁帶 52 係放置在圍繞轉動中心 38 的位置，也就是在外部磁帶 52 之內部空洞。另外，第 6 圖之實施例將比第 5 圖產生較佳的結果。

為了在靠近轉動中心 38 產生磁場，外部磁帶 52 可適當的配置以通過轉動軸 38 或其附近。因此，在第 4-7 圖

五、發明說明()

所示的配置中，外部磁帶 52 和轉動軸 38 互相重疊。於第 5 圖所示的配置中，外部磁帶 52 之位置設定成包含轉動軸 38 在其內部。於此例子中，周圍之磁帶 52 係適當的安排以便在相當於轉動軸 38 的消耗性表面上產生所需的磁場。第 5 圖中所示的配置並非最佳的安排。於第 6 圖所示的配置範例中，外部磁帶 52 和內部磁帶 54 兩者則配置在由虛線 56 所分隔的區域之一。於此例子中，外部磁帶 52 的安排可在相當於轉動軸 38 的消耗性表面上產生所需的磁場。在其它例子中，靠近轉動軸 38 所產生的磁場有效的供獻電漿的產生和電子的限制。

於第 4 到 7 圖的任一實施例中，外部磁帶 52 通過轉動中心 38，或者和轉動中心 38 分開一小距離，此距離不超過靶材 16(也就是其消耗性表面 16a)之有效半徑的 10%。而且，對於小磁控管和高靶材功率密度來說，外部磁帶 58 最靠近轉動中心 38 的部分通過不大於有效靶材半徑之 15%，此半徑係從磁控管 30 之主要部分之側壁到轉動中心 38。換句話說，外部磁帶 52(即為整個磁控管 30)主要位在靶材 16 之一半，半圓形面積中，且具有另一半，半圓形之邊界沿著虛線 56。外部磁帶 52 延伸到另一半空間中不大於靶材半徑的 15%以上。

對於第 4 和 6 圖中所示之外部磁帶 52 和內部磁帶 54 來說，沿著軸向 56 之外觀的寬度比垂直軸向 56 外觀的長度還要長。也就是，對於沿著徑向方向從轉動軸 38 延伸到靶材 10 周圍的磁控管形狀來說，橢圓形具有沿著徑向

五、發明說明()

之短軸及橫向的長軸。另一方面，對於第 7 圖中所示的外部磁帶 52 和內部磁帶 54 來說，沿著軸向 56 之方向的外觀寬度比垂直於軸向 56 之方向的外觀長度來得短。也就是說，橢圓形磁控管形狀具有沿著徑向之長軸及橫向的短軸。第 7 圖中磁帶 52 和轉動軸心 38 之間的位置關係可以所例舉的磁帶相同方式加以應用。

吾人將發現第 4, 6 和 7 圖之磁石配置將比第 5 圖之配置提供較好的結果。也就是說，不管如何轉動軸心 38 都應包含在外部磁帶 52 的內部，或者外部磁帶將通過轉動軸心 38。於後者中，外部磁帶 52 最好不要通過不包含大部分磁控管之區域，其距離大於從靶材中心之轉動軸心 38 的靶材半徑 10% 以上。

於第 4-7 圖中，由外部磁帶 52 和內部磁帶 54 所產生的磁場利用至少一第一磁石對(第 2 圖中之 34a)來實現，其所形成的磁場包含轉動中心 38 之區域中，且多個第二磁石對(第 2 圖中之 34b)配置成環狀以產生遠離轉動軸心 38 之磁場。第二磁石對 34b 配置於磁控管 30 上其中一個由包含中心軸 38 之平面所分隔的區域中。由於磁控管 30 可提供磁場之區域除了外部和內部磁帶 52, 54, 和在它們之間的區域 58 之外，並稍微超出磁帶 52 和 54 的區域，電漿則可限制在這些區域中。

在第 4 到 7 圖所例舉的磁控管 30 一般具有橢圓形狀。然而，於本發明中之帶狀磁控管亦可形成圓形，主要限制在轉動軸心 38 之一端並繞其轉動。而且，本發明之許多

五、發明說明()

優點可因為帶狀磁控管具有三角形、弧形三角形、或跑道之形狀而受益。此類形狀和其它可接受的形狀已經在美國專利申請號碼 09/249,468，1999 年 2 月 12 日申請，由 Fu 等人所發明；美國專利申請號碼 09/546,798，2000 年 4 月 11 日申請，由 Fu 等人所發明；及美國專利申請號碼 09/414,614，1999 年 10 月 8 日申請，由 Chiang 等人所發明之文獻中加以描述。這些專利在此全部列為參考文獻。於三角形及弧形三角形磁控管中，三角形之頂端靠近或位於轉動中心之上，而相反或弧形的側邊則靠近靶材 16 的周圍。跑道形狀之磁控管包含兩個平行的側面彼此靠近，且一般為徑向從靠近轉動中心 38 到靠近靶材 16 周圍運轉。平行部分以半圓形部分靠近靶材 16 的中心和周圍結合起來。於帶狀磁控管中，和引用專利中之描述所不同的，內部極性以具有封閉孔洞且不具永久磁性材料之磁帶所組成。

由於磁控管 30 繞著軸心 38 並相對於濺鍍靶材 16 之中心轉動，即便磁石對 34 配置成第 4-7 圖中所示的樣子，電漿區仍能均勻的通過消耗性靶材表面 16a。因此，即便磁場形成區具有小且簡單的形狀，消耗性表面上的濺鍍均勻性仍能增加。而且，假如外部磁帶全部磁通量選擇成大於內部磁帶之全部磁通量，則限制電漿的能力可以改善。結果，即便製程氣體的壓力降低，電漿仍可維持。

然而，此兩個磁通量密度幾乎相等或者對於先前之設定具有對立不平等關係的可能性並不會排除。

五、發明說明()

電漿更加侷限之後，電漿的電子密度也將會增加。當侷限的電子密度增加時，濺鍍粒子的離子化比率也增加了。由於離子化濺鍍粒子以靠近承載座 18 之電漿保護的電位梯度之方向被承載座 18 吸引，則在此方向的速度分量將會增加。結果薄膜厚度之均勻性和底部覆蓋性都能得到改善。

而且，由於磁石配置在約磁控管的一半區域中且依序小於有用靶材面積的一半，高密度電漿形成區域可因磁石位置之配置方式的調整而縮減。由於靶材功率可有效的集中在較小的區域中，電漿密度可在不增加整個靶材功率下而增加。因為當電漿密度增加時電子密度也會增加，離子化的濺鍍粒子也會增加。由於離子化濺鍍粒子朝向基板之表面加速，則濺鍍粒子之速度分量朝向基板表面的數目也會增加。結果，大部分的濺鍍粒子可以到達正位於電漿區下方的區域以便在此區形成薄膜。因而薄膜厚度之均勻性可加以改善。

如同第 4, 6 和 7 圖中所示的，外部磁帶 52 可配置在橢圓形之周圍以形成所組成的凸面圖案。凸面圖案為連接平面之封閉曲線任兩點的線段通常位於線之一側或者線上。此圖案可能包含曲線或者直線。特別地，包含有封閉曲線之圖案稱為凸面曲線。於凸面圖案中，直線可外切於曲線連接點和曲線正切且直線組成圖案。於本發明中，直線和曲線很平順的連接在一起。可侷限電漿之磁場的形狀，如第 4-7 圖之結構或為三角形或跑道形狀之磁控管則

五、發明說明()

指定為凸形。同磁場平面係為具相同磁性大小的平面，而同磁力線則為同磁場平面和平行於消耗性表面之平面之間的交線。由於此凸形磁場的影響，同磁場平面中的改變可加以預防。

為了調節同磁場平面(同磁力線)之形狀以增進電子的侷限能力，電漿之電子密度將會增加。結果，離子化的濺鍍粒子也會增加。由於離子化濺鍍粒子朝向基板加速，於此方向的速度分量因而也會增加。而且，假如製程氣體的壓力降低，濺鍍粒子和製程氣體之原子撞擊的機率也會降低。以此方式，則速度分量垂直於基板方向的濺鍍粒子數目也會增加。因此，底部覆蓋可因為電子密度的增加而改善。

在第 4-7 圖中所示的外部磁帶 52 沿著指定的曲線加以配置。依照本發明所例舉之橢圓形磁控管 30 來說，封閉曲線之曲率的最小半徑最好為最大曲率之半徑至少 0.8 倍，且凸形曲線之曲率的最小半徑最好為最大曲率之半徑至少 0.8 倍。較佳的情況包含了第 4, 5 和 6 圖之徑向平坦橢圓形之間的範圍及第 7 圖之正切平坦橢圓，包含圓形。此些比例也應用到一般橢圓形狀之短軸對長軸的比例。而一圓形則具有高度的對稱性及較大的最小曲率。

為了降低電子流向屏蔽，有許多研究將針對電磁場中電子的移動加以調查。結果發現，假如侷限之磁場的結構有很大的變化，即便磁場大小並沒有很大的變化，但電子並無法適當的限制住。在電磁場中電子的運動係由電場方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

向所產生的力及有關於電子速度和磁場方向所產生的力所決定的。電子沿著電場的曲線並環繞著磁力線而移動。其結果是，例如當磁場變化幅度較大時，磁控管可能無法在電子環繞磁場的曲線路徑後所欲到達的區域中產生夠強度的磁場。磁控管所產生較大曲率的磁場可能無法有效的侷限電子到達上述所提到的區域，且這些電子的移動方向也無法改變。結果電子將被電場所吸引並流向此電場。

在第 4-7 圖中所示的磁控管 30 中，用來產生磁場的磁石需考慮到電子的速度(電子的移動方向和速度)而適當加以配置，且可以實現不會對磁控管所產生之磁場的外觀改變太多的結構。

第 8 圖所例舉的為當第 2 和 3 圖中所示的磁石組合 34 配置形成相反的磁帶用於濺鍍反應器 10 中。第 9 圖為類似的圖示例舉了當磁石組合 34 配置成不同的方位而將內部磁帶和外部磁帶互相交換之後在濺鍍反應器 10a 中所產生的磁場，其中內部磁帶具有較高的磁場強度。於第 8 和 9 圖中，由磁控管 30 之每個磁石組合 34 所產生的磁場以虛線加以表示。由每個次單元所產生的磁場 B 具有靠近消耗性靶材表面 16a 且平行於 16a 表面的分量(平行分量 B_H)，及位於軸向 18(參考軸向)之方向且從靶材 16 指向靶材 16 下的空間中之基板承載座 18 的分量(垂直分量 B_V)。

於第 8 圖中所示的濺鍍裝置中，由具有第一極性之較強的外部磁石 42(包含在第 4-7 圖中之外部磁帶 52)中所產生的磁力線延伸朝向磁控管 30 之內部，通過磁帶形狀之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

磁性軌 40 內部而形成磁性迴路，並經過磁性軌 40 到達相反極性的外部磁石 42。磁力線將封閉以包圍住較弱的內部磁石 44。因此，磁場的產生從外部磁石 42 指向磁控管 30 之內部。結果電子之軌道亦和磁場之曲率同樣的指向磁控管 30 之內部。因而電子流徑向的往外朝向接地屏蔽 26 即可降低。

另一方面，在第 9 圖所示的濺鍍反應器 10a 中，磁場由第 4-7 圖較強的磁帶 54 所產生，但相對於較弱的外部磁帶 52 加以調整並封閉起來，此磁場指向磁控管 30 外部並和接地屏蔽 26 交會。由於此類磁場將使電子流往屏蔽，因而較無法加以侷限。

然而，於第 10 圖所示的濺鍍反應器 10b 中，內部和外部磁帶 52，54 的磁場強度將加以調整，使得第 4-7 圖之內部磁帶 54 有更強的磁場，而內部磁帶 54 所產生的磁場指向磁控管 30 的外面但為封閉且不通過接地屏蔽 26。第 8 和 10 圖中所示的磁控管 30a，30b 均可用於本發明之濺鍍反應器中。然而，具較強外部磁帶且產生如第 8 圖中所示之磁場的磁控管將更適合用來增加電漿的電子密度。

如同上面所解釋的，磁控管 30 乃配置成封閉環形，且具有北極和南極二種不同極性的磁極分別形成不同的環狀，包含中間沒有磁性材料的區域。然而，也可形成多個環狀的磁控管。但無論如可，磁場可因此而更加侷限，而電子密度也會因為磁場效應而增加。

五、發明說明()

而且，於本發明之濺鍍反應器 10 的解釋中，磁帶的配置主要限制在磁控管 30 的半區域中。但本發明自然不受限於此種配置。第 11 圖之平面視圖相當於第 1 圖中沿著橫截面切線 2-2 加以橫截面，並例舉了磁石對 34 不同的配置方式。其中更考慮了許多不同型式之磁石對 34 配置方式。於此實施例中，如第 11 圖中所示的，磁石對 34 可配置成雙環的形式。此磁石對包含了內部環磁石對 34_i，安排成環狀磁帶 64 和 66，及外部磁石對 34_o。安排成環狀磁帶 60 和 62。磁石對 34_i 和 34_o 可控制形成於磁帶間之空間 68 和 70 中所形成的電漿，並在靠近靶材 16 之底部 16a 的空間中形成磁場。

於第 11 圖中所示的磁石對 34_i，34_o 之配置中，最外面的磁石部分形成了環狀的磁帶 60，而內部磁石部分則形成環狀磁帶 62，64 和 66。於此例子中，內部磁帶 62，64 和 66 之全部磁通量的計算可加上相對於靶材係不同於最外部磁帶 60 之磁極的磁通量並減去和周圍磁石部分相同磁極的磁通量而得。對於內部環狀磁帶群來說，也可以調整包含外部磁帶 64 和內部磁帶 66 的結構。類似地，於外部磁帶群來說，也可以調整包含外部磁帶 60 和內部磁帶 62 的結構。無論如何，內部將可形成封閉的磁場，而電子密度也由於此磁場而增加。

於上面所解釋的濺鍍裝置中，每個磁石對 34 控制了形成於消耗性靶材表面 16a 和承載座 18 之頂端 18a 之間的真空反應室(此後將稱為濺鍍空間)中磁場 B 的形態。於

五、發明說明()

濺鍍空間中侷限電子的適當磁場可由此些磁石所產生。由於磁控管 30 由驅動馬達 36 加以旋轉，因此由每個磁石對 34、34_i 和 34_o 所產生的磁場實際上是以 60-100rpm 的速度範圍繞著驅動軸心 38 旋轉。結果，消耗性靶材 16a 可以極均勻的方式濺鍍。於本實施例中所揭露的用於濺鍍裝置 10 中之靶材材料並不限於銅 (Cu)。同時也可以利用鈦 (Ti)，鋁 (Al) 及其合金。合金則一般限制在 10% 原子百分比以下。

當製程氣體靠近消耗性靶材表面 16a 離子化時，粒子從靶材之消耗性表面 16a 濺鍍出來。假如磁石對 34 配置成第 2 和 4-7 圖中所示的方式，消耗性表面 16a 的濺鍍均勻性將會增加。而且，假如電漿所產生的區域減少時，電漿密度可在不增加靶材功率之下而增加。結果，電子流密度也跟著增加。而濺鍍粒子的離子化也增加。離子化濺鍍粒子乃朝向基板承載部分 18 加速。結果，垂直於基板 W 之速度分量比平行於基板之速度分量要大得多，底部覆蓋也因而改善了。

而且，當垂直於基板之速度分量增加時，薄膜可在正對轉動的磁控管 30 之下形成。因此，由於濺鍍粒子由斜向入射到基板使薄膜厚度不均勻的成分也降低了。此類非均勻性係由於從基板周圍位置看去在較大角度時將不會有靶材的存在，而在基板中心則不會有此現象所產生的。

第 12 圖顯示了依照不同實施例的濺鍍反應器 11，其更容易製造並且提供了設計上的額外彈性。於此濺鍍反應

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

器中，雖然並不一定需要，但在此將以第 1 圖之濺鍍反應器 10 相同的參考數字代表相同的部分。於第 12 圖中，磁控管 31 用來替代第 1 圖之磁控管 30。第 13 圖之平面視圖例舉了磁控管 31 的徑向平面橢圓配置，而第 14 圖之平面視圖則例舉了另一種圓形配置。

參考第 12，13 和 14 圖，磁控管 31 包含了基板 33，放置於基板 33 之佈置表面 33a 上的磁性上蓋 41 且做成磁性軛材料，及複數個磁石 43a，43b 放置於磁性上蓋 41 之佈置表面 41a 上設定位置。基板 33 承載磁性上蓋元件 41。因是，磁性元件 41 沿著轉動軸心 38 轉動，此轉動軸心係位於基板 33 之頂端表面中心。基板 33 靠近靶材中心 38 的部分最好形成一方形調整片 33 以便提供額外的機械強度及平衡。

於第 12 圖中，基板 33 和磁性上蓋 41 為分離的二個部分，但若基板本身亦包含了磁性軛材料時，則基板將具有兩種功能，而磁性上蓋即可省略。

濺鍍靶材 16 的配置將使承載座 18 之基板承載表面 18a 面對靶材 16 之侵蝕表面 16a。磁控管 31 具有第一和第二磁石部分放置於靶材 16 之另一面且和承載座 18 相對，以便在真空反應室中產生磁場。

於第 13 圖中徑向平面橢圓配置中，具有一種極性之複數個磁石 43a 沿著第一環狀元件 47 配置，這些磁石 43a 如第 13 圖中所例舉的，每個皆具有單一的磁極(北極，N 極)面對靶材 16，而另一個磁極(第 13 圖中的南極，S 極)

五、發明說明()

則面對磁性上蓋 41。另外，另一種極性之磁石 43b 則配置於第二環狀元件 49，這些磁石具有第一磁極(S 極)面對靶材 16，及第二磁極(N 極)面對磁性上蓋 41。於第 13 圖之實施例中，此第一和第二環狀元件 47，49 具有橢圓形狀且對於靶材 16 之中心 38 為徑向平坦化。也就是說，其短軸係延伸通過靶材之半徑，而長軸則橫切過此半徑。而且，第一環狀元件 47 將第二環狀元件 49 包圍住並從靶材中心 38 延伸到周圍。另外，於第 14 之實施例中，此第一和第二環狀元件 47，49 則為圓形，也就是說，橢圓形的短軸和長軸相等，且磁石 43a，43b 均類似地配置成圓形。

第一和第二環狀元件 47，49 可為例如極塊等磁性元件。於此例子中，具有相同第一磁性的磁石 43a 之底部端點乃由第一環狀元件 47 磁性耦合，而第二磁性之磁石 43b 的底部端點則由第二環狀元件 49 磁性耦合。

於第 13 或 14 圖之磁控管 31 中，所有的磁石 43a，43b 藉由磁性上蓋 41(或磁性承載板 31)和極塊 47，49 形成單一磁性迴圈。

在此磁控管 31 中，磁性上蓋 41 具有比基板尺寸更大(例如晶圓的直徑)之佈置表面 41a。磁性上蓋 41 放置於所有的磁石 43 和基板 33 之間。另外，磁極塊 47，49 則放置所有的磁石 43a，43b 和靶材 16 之間。結果，來自環狀配置磁石的磁場經由磁極塊 47，49 加到靶材 16 上。

也就是說，磁性元件 41，47 和 49 的作用如同一組合的磁性耦合裝置。磁性上蓋 41 磁性耦合了複數個第一磁

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

石 43a 的 N 極(第一磁極)並在外部陣列，及複數個第二磁石 43b 的 S 極(第二磁極)並在內部陣列。外部磁極塊 47 磁性耦合了包含在外部陣列之複數個第一磁石 43a 之 N 極，且內部磁極塊 49 磁性耦合了包含在外部陣列之複數個第二磁石 43b 之 S 極。也就是說，此磁性耦合裝置具有磁性耦合複數個第一磁石之 S 極和複數個第二磁石之 N 極的裝置，一起磁性耦合複數個第一磁石之 N 極的裝置或一起磁性耦合複數個第二磁石之 S 極的裝置。

第 4，6 和 7 圖之磁石配置可同樣地應用到濺鍍裝置 11 中。結果，將可獲致許多有用的效果。在分別不同的圖形中，位於第一環狀元件 47 之外部磁石 43a 相當於外部磁石部分 52，且位於第二環狀元件 49 之內部磁石 43b 相當於內部磁石部分 54。

於濺鍍裝置 11 中，對於複數個磁石 43a，43b 置於第一和第二環狀元件 47，49 來說，將可利用此不同的磁石而具有指定及調整之磁力。若利用了相同的磁石，則包含了第一環狀磁帶之磁性部分及包含了第二環狀磁帶之磁性部分的整體磁力可以容易的從磁石數目加以決定，因此整個磁力比率可以很容易的加以設定。

磁控管 31 將使得基板 33 之佈置表面 33a 具有，例如由轉軸 38 之中心軸 38 所包含的平面所分隔之第一和第二半空間，內部磁帶位於第一半空間且外部磁石部分則位於第一和第二半空間之間的邊界上或者位於第一區域中。

於磁控管 31 中，內部磁帶最好完全位於第一半空間

五、發明說明()

中，且外部磁石部分位於第一和第二區域之間的邊界和第一區域中。另外，外部磁帶可通過相當於轉動中心 38 的位置。特別的是，於第 12 圖所示的實施例中，外部和內部磁極塊 47，49 之間的區域只和第一半空間互有重疊。

依照此磁石配置，則可能降低電漿所形成的靶材侵蝕表面 16a 上之區域。由於電源功率將加到較小區域的靶材上，在不增加電源功率的情形下電漿密度將會提高。當電漿密度提高時，電子密度也會提高，更可促進濺鍍粒子之離子化。由於離子化濺鍍粒子朝向基板表面加速，具有基板表面方向之速度分量之大量濺鍍粒子將會產生。因此，濺鍍粒子主要到達電漿區域之正下方，因而促進了此區域之薄膜形成。如此則薄膜厚度之均勻性及底部覆蓋性都會有改善。

於濺鍍裝置 11 中，磁帶的放置可在其各自封閉線中提供磁場。靠近侵蝕表面 16a，電漿將在封閉線之間的區域中產生。也就是說，電漿產生區域之形狀和面積由兩條封閉線所定義。此封閉線可為封閉曲線。另外，此封閉線最好為凸狀曲線。這些曲線可提供於磁控管之第一區域中，或者通過轉動中心 38。

另外，於磁控管 31 中，當外部磁帶位於所設計之凸狀外部周圍線之上時，磁場的形狀對於所產生的電漿將由此凸狀曲線所定義。以此封閉凸狀曲線為主(其為凸形的外部周圍曲線)的同磁力線曲率之改變範圍將小於封閉曲線之曲率改變範圍。結果，由電漿洩漏的電子數目將會降

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線

五、發明說明()

低，電子也可有效的加以侷限。

當電子密度增加時，濺鍍粒子之離子化也會增進，且此離子化濺鍍粒子將朝向基板的方向加速，因此在此方向的速度分量變得較大。另外，當電漿中的電子密度增加，製程氣體的壓力可以降低。由於壓力的降低，濺鍍粒子和製程氣體之間的碰撞機率也會降低，因而增加了垂直於基板之速度分量的濺鍍子數目。由於這些原因，底部覆蓋也改善了。外部磁石部分最好由配置於最外面周圍的磁石所組成。結果電子可侷限到最外面磁石部分之內部。

第 15 圖例舉了由磁控管 31 所產生的磁場圖示，其中內部磁帶之整體磁力要小於外部磁帶之整體磁力。另一方面，第 16 圖也例舉了由磁控管 31 所產生的磁場圖示，但其磁力之關係則和第 15 圖相反。於第 15 和 16 圖中，由磁控管 31 所產生的磁場均由虛線所表示。

於第 15 圖所示的濺鍍裝置中，來自外部磁帶(於第 4，6 和 7 圖之 52)之外部磁石 43a 之 N 極的磁力線往磁控管 31 之中心延伸。部分的磁場到達內部磁石 43b 的 S 極，通過磁性上蓋 41(或磁性承載板 33)並封閉以形成磁力迴圈。剩下的磁場則延伸朝向磁控管 31 的中心並接近中心軸，然後在軸心方向改變方位朝磁控管 31 的相反方向延伸。因此，來自外部磁石 43a 之磁場將朝向磁控管 31 之內部並靠近侵蝕表面 16a。和磁場的曲線有關的，電子的移動方向也朝向磁控管之內部。因此電子流向屏蔽 26 的機率變小了。

五、發明說明()

另外一方面，於第 16 圖之濺鍍裝置中，由內部磁石部分所產生的磁場面向磁控管 30 之外面且通過屏蔽 26。因此，磁場限制電漿往屏蔽 26 的作用將很弱。

於上面所解釋的濺鍍裝置中，磁控管 30，31 分別控制形成於侵蝕表面 16a 和承載座 18 之頂端表面 18a 之間的真空反應室 12 內部空間(往後將稱之為濺鍍空間)磁場 B 的形狀。磁控管 30 或 31 產生了適合侷限電子於濺鍍空間中的磁場。磁控管 30，31 以驅馬達 36 旋轉，因此由磁石所產生的磁場以例如 60-100 次/每分鐘的頻率繞著驅動軸心 38 在實際的濺鍍裝置 10，11 中旋轉。

本發明較特別且較佳的實施例則例舉於第 17 圖之垂直示圖中。結合第 14 圖，磁控管 11 包含了磁性基板 33 繞著中心軸 38 旋轉，磁極塊 47，49 將磁石 43a，43b 夾住，磁石則全為圓柱形狀。非磁性材料之外部對準皮帶 80 和內部對準皮帶 82 各有著複數個對準孔洞 84 和 86 以便將磁石 43a，43b 載入並對準。所例舉之對準皮帶 80，84 為圓形，但也可如第 13 圖中所示的橢圓形。固定器 88 將對準皮帶 80，84 固定在基板 33 上，而例舉出的固定裝置如螺絲則將磁塊 47，49 固定到基板 33 上。磁性基板 33，磁石 43a，43b 和磁極塊 47，49 將磁性的耦合起來以形成磁性迴路。

第 17 圖之實施例的變化則可由第 18 圖之底部平面視圖之磁石排列中看到。此實施例利用了兩種尺寸的磁石。第一種尺寸，用於切線放置外部磁石 43a 及內部磁石 43b，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

其具有較大的直徑，例如 1.7 公分，而第二種尺寸則用於徑向朝內的外部磁石 43，其具有較小的直徑，例如 1.4 公分。這兩種尺寸的磁石高度都是相同的，例如為 3.3 公分。較大尺寸的磁石，由釹鐵硼(NdFeB)所製成，可從磁石之末端 2 公分處產生大約 150 到 200 高斯(gauss)的磁場。而較小磁石則可產生相當於此數值的 1.4/1.7 或者 82% 的磁場。磁石材料亦可為釷鈷(SmCo)，鋁鎳鈷(AlNiCo)或者亞鐵。

如同第 18 圖中所示的，具有第一磁極的六個較大磁石 43a 放置於外部極塊 47 上靠近靶材 16 的周圍處且遠離靶材中心，而具有第一磁極的九個較小磁石 43c 則放置於外部極塊 47 上靠近靶材中心 38 處，此九個較小磁石 43c 係放置於六個較大磁石 43a 的一邊。磁石 43a，43c 係配置成圓形圖案。另一方面，十個具第二磁極的較大磁石 43b 放置於內部極塊 49 上形成橢圓圖案。一非磁性的校準環可用來承載所有的磁石 43a，43b，43c 於其位置上。一圓形環狀磁極塊貼附在外部磁石 43a，43c 之上，而另一沒有孔洞之橢圓狀極塊則貼附到內部磁石 43b，並以徑向平坦之橢圓形調節內部磁石之配置。圓形外部磁帶和橢圓形內部磁石面積之組合產生了非固定之間隔。

較大外部磁石 43a 位於靶材之周圍的優點有兩個。靠近靶材周圍之較強的磁力不平衡產生了平行於接地屏蔽之較強延伸磁場，因而降低了電漿到屏蔽的洩漏。而且，磁場也更加集中在磁控管靠近靶材周圍的區域並遠離靶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

材中心，因而降低了磁控管的有效面積及增加了有效靶材功率密度，且降低了靶材中心的濺鍍速率，此靶材中心通常在磁控管旋轉時會產生濺鍍。

當來自磁控管 30, 31 的製程氣體激發成電漿並靠近侵蝕表面 16a 時，來自靶材 16 之侵蝕表面 16a 的濺鍍粒子將會形成。若利用如第 2, 4, 6, 7, 13 和 14 圖之磁控管配置，則可降低壓力需求以維持電漿。另外，亦可經由電漿產生區域的降低來提高電漿密度。結果，電子流的密度也會增加。結果，濺鍍粒子的離子化程度也會提高。離子化濺鍍粒子朝向基板承載座 18 的方向加速。因此沿著和基板 W 相交之軸向的速度分量變得較大，和其垂直的速度分量則較小，底部覆蓋因而得以改善。另外，當垂直於基板 W 之速度分量變得較大之後，在磁控管 30, 31 旋轉時的面積下將逐漸形成薄膜，因而可形成良好的薄膜底部覆蓋。

於此型式的濺鍍裝置中，依照發明人所執行的實驗結果顯示，於傳統裝置中至少 10% 之薄膜厚度均勻性應用了本發明之後可降至 5% 或更低。在此的薄膜厚度均勻性可定義為最大和最小薄膜厚度量測值之差除以兩倍之平均薄膜厚度之值。

依照上述發明人所執行的濺鍍裝置之實驗，為了實際的應用目的，最好將外部磁石部分的全部磁通量設定為內部磁石部分之全部磁通量的 1.5 倍。但在磁石具有相同之磁性組合的例子中，磁通量的比率則由相反磁極之磁石的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

截面積比率而決定。

第 19 圖顯示了實驗結果中垂直軸向片電阻 R_s 之均勻性和水平軸向整體磁性不平衡(也就是外部和內部磁帶之間全部磁通量比率)之標示圖。

片電阻 R_s 相當接近於薄膜厚度，因此 R_s 之均勻性亦等於厚度之均勻性。

此些測量值係在下列的條件加以執行的：

靶材： 鈦

功率： 12kW

壓力： $6.67 \times 10^{-2} \text{Pa}$ (0.5mT)

薄膜厚度： 100nm

依照第 19 圖所示，假如全部磁通量比率小於 1.5 時， R_s 均勻性有惡化的趨勢，而當全部磁通量比率增加到 1.5 或更大時， R_s 均勻性也會有所改善。

另外，到現在為止發明人所瞭解的，傳統的濺鍍裝置在製程氣體壓力為 0.05Pa (0.375mTorr) 或更小時將無法維持電漿。然而，於上面所描述的濺鍍裝置中，最小的放電維持壓力可以降到 0.02Pa (0.15mTorr)。於此低壓力下，底部覆蓋能力將比傳統裝置增加 1.5 倍以上。

如同上面所描述的，第 2，4，6，7，13 和 14 圖所顯示的磁石配置可應用到第一和第二實施例。於此配置中的磁石部分，例如磁石部分 52 即以極塊形式沿著設定的封閉曲線排列。

於此型式的磁控管中，發明人認為封閉曲線之最小曲

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

率半徑至少應為最大曲率半徑的 0.8 倍，且凸形曲線之最小曲率半徑至少為最大曲率半徑的 0.8 倍。假如外部磁石部分安排成設定的封閉曲線，則提供電漿產生的磁場形狀將由此封閉曲線所侷限。由於等磁力線曲線位於上述的曲率半徑範圍內，則電子可能由於等磁力線而從電漿的洩漏機率將會降低。假如上面所描述之曲徑半徑的條件可以符合的話，內部磁石可得到更佳的结果。更特別的是，第 14 圖中所示的圓形磁石配置可以得到最好的結果。

具傳統磁控管之濺鍍反應器中，薄膜厚度的變化通常為 10% 或者更大。然而，依照本發明之磁控管，發明人之實驗結果顯示薄膜厚度的變化可以改善到 5% 或更小。於此例子中，薄膜厚度的變化定義為最厚之量測點和最薄之量測點之間的差值除以平均薄膜厚度的一半。

依照本發明的實驗結果，實際應用時磁帶的全部磁通量最好設定在內部磁帶的 1.5 倍以上。

對於本發明之發明人的認知來說，傳統的濺鍍裝置中當製程氣體的壓力掉到 0.05Pa(0.375mTorr) 或以下時電漿將無法維持。然而，於先前所提到的濺鍍裝置中，維持電漿放電所需的最低壓力可降到 0.02Pa(0.15mTorr) 或以下。在此低壓下，底部覆蓋能力和傳統比較起來至少可改善 1.5 倍以上。

適於先前所提到之濺鍍裝置的薄膜形成方法可利用下面之製程來實施。首先，濺鍍裝置中具第一磁極的第一磁石部分面對預定材料之靶材，且具第二磁極的第二磁石

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

部分安排在先前之第一磁石部分外圍並面對靶材。周圍之磁石部分所產生之磁通量密度將大於內部磁石部分所產生之磁通量密度。接著，基板適度的安排在靶材對面。然後於真空反應室中提供工作氣體以產生電漿並從靶材濺鍍出粒子。濺鍍出的粒子接著沉積在基板上以形成預定材料之薄膜。當經由濺鍍所產生的濺鍍粒子依序沉積在基板之表面上時，基板上可形成良好的底部覆蓋薄膜。此方法也可應用在其它濺鍍裝置中，且磁控管具有配置在一個區域中的磁石，此區域包含了磁控管之轉動軸心之平面所區分的其中一個區域。

磁場形成於中心區域及消耗性表面的一個區域中，此區域係由包含了磁控管轉動軸心之平面所區分的其中一個區域，且當磁控管轉動而在消耗性靶材上移動磁場時將可形成薄膜沉積。因此消耗性表面的濺鍍均勻性將會增加，而磁場所形成的區域則會減少。結果，電漿形成的區域也會減少。以此方式，電子密度可在不增加輸入功率之下而增加。濺鍍粒子之離子化可由於電子密度的增加而增加，且離子化的粒子將朝向基板的表面加速。結果，大部分的濺鍍粒子到達電漿區域正下方的區域。

如果先前提到的磁控管可利用上面所描述的方式準備，則電漿中的電子會因為磁場的電子捕捉效應而有效的侷限住。結果電子的密度會增加。當電子密度增加，濺鍍粒子更容易離子化。由於離子化粒子朝電場加速，濺鍍粒子移向基板的數目也會增加。結果，大部分的濺鍍粒子到

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

達電漿區域的正下方基板上。因而薄膜厚度的均勻性會有所改善。

而且，當工作氣體的壓力可以降低時，濺鍍空間中真空的等級也可以降低到等於降低之工作氣體流率的部分分壓。結果，工作氣體粒子和濺鍍粒子之撞擊頻率會降低。因而底部覆蓋更可改善。

如同上面詳細描述的，依照本發明之一態樣，具有第一磁帶和第二磁帶的磁控管可適當的配置以便在真空反應室中產生磁場。此第二磁帶安排在第一磁帶之外圍，且第一(內部)磁帶的全部磁通量小於第二(外部)磁帶的全部磁通量。

由於產生較低磁通量密度的第一磁帶配置在產生較大磁通量之第二磁帶的內部，外部第二磁帶之磁通量的某些磁力線到達內部第一磁帶，通過內部第一磁帶無磁石的內側，並在通過磁性軛之後，侷限在第二磁帶中。來自磁通量迴圈之第二磁帶磁通量的剩餘磁力線將包圍第一磁帶且終止於第二磁帶。結果，由於延伸到真空反應室外面的磁通量可以降低，電子侷限能力可有效改善。藉由本發明之薄膜形成方法，則產生了電子極佳侷限能力的磁場之後，薄膜即可形成。因而本發明提供了可以改善底部覆蓋之濺鍍裝置和薄膜形成方法。

更進一步如同上面所解釋的，依照本發明之另一態樣，磁控管係配置在面對濺鍍靶材的區域中。此磁控管之磁帶配置於其中一個由包含轉動軸心之平面所分隔的區

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

域中。驅動機構利用通過先前提到之消耗性表面上預定點的軸心作為轉動中心，並且相對於濺鍍靶材轉動先前提到之磁控管。由於磁帶配置在其中一個濺鍍裝置的面對區域中，則磁場將形成的區域形狀可加以簡化，而消耗性表面上的濺鍍均勻性和薄膜厚度的均勻性都可確保。而且，由於磁帶可配置在其中一個分開的面對區域中，濺鍍均勻性將會增加，而電漿形成的靠近消耗性靶材表面的區域也可減少。由於功率可加到此減少的區域中，電漿密度可在不增加輸入功率下而增加。當電漿密度增加，電子密度也會增加。結果，濺鍍粒子的離子化程度也會增加。由於離子化濺鍍粒子朝向基板表面加速，則濺鍍粒子具有基板表面方向之速度分量也會增加。結果，大部分的濺鍍粒子到達電漿區域的正下方區域，且薄膜可在電子到達的區域中形成。因此，薄膜厚度的均勻性和底部覆蓋性都會改善。依照本發明之薄膜形成方法，薄膜可以在靠近轉動中心所產生的磁場和磁控管上其中一個由包含轉動軸心的平面所分隔的區域中形成。因此，本發明可提供一個濺鍍裝置和薄膜形成方法以改善薄膜厚度的同平面均勻性。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

濺鍍反應器及使用一不均衡磁控管之方法

一濺鍍裝置，其具有一小型可轉動的磁控管(30)配置於靶材16的對面，此磁控管(30)具有一第一磁帶(44)和相反極性之一第二磁帶(42)配置於該第一磁帶(44)的外面。第一內部磁帶(44)之全部磁通量小於第二外部磁帶(42)之全部磁通量。來自第二磁帶(42)之某些磁力線通過第一磁帶(44)且終止於第二磁帶(42)。而第二磁帶(42)的剩餘磁力線則形成磁通量迴圈圍繞第一磁帶(44)且終止於第二磁帶(42)。結果，由於沒有磁力線會延伸到真空反應室之外，

英文發明摘要(發明之名稱：)

Sputtering Reactor and Method of Using an Unbalanced Magnetron

In a sputtering device which has a small rotatable magnetron (30) arranged opposite a target 16, the magnetron (30) has a first magnet band (44) and a second magnet band (42) of opposite polarity arranged outside the said first magnet band (44).

The total magnetic flux of the first, inner magnet band (44) is less than that of the second outer magnet band (42). Some of the lines of magnetic flux from the second magnet band (42) pass through the first magnet band (44) and terminate at the second magnet band (42). The remaining lines of magnetic flux from the second magnet band (42) form a magnetic flux loop that encloses the first magnet band (44) and that terminates at the second magnet band (42). Consequently, the ability to confine electrons can be improved because no lines of magnetic flux extend beyond

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

電子的侷限能力可以改善。磁控管可利用不平衡且相反極性之磁石對經由磁性軛所組成，或以具一磁極極性之外部圓柱磁石(43a)配置於橢圓或圓形帶狀，並從靠近靶材中心延伸到靶材周圍，具相反極性的內部圓柱磁石(43b)配置於帶狀內部。外部磁石之全部磁石強度應至少為內部磁石強度的 150%。外部帶狀最好為橢圓形，且其短軸不小於長軸的 0.8 倍以下，並以呈一圓形為更佳。此外，外部帶狀不是通過磁控管轉動軸心或者位於完全遠離軸心的位置。

英文發明摘要(發明之名稱：)

the vacuum chamber. The magnetron may be implemented with unbalanced magnet pairs of opposite polarity coupled through a magnetic yoke or may be implemented with outer cylindrical magnets (43a) of one magnetic polarity arranged in an oval or circular band extending from near the target center to the target periphery and inner cylindrical magnets (43b) of the opposite polarity arranged inside the band. The total magnet strength of the outer magnets should be at least 150% that of the inner magnets. The outer band is preferably in an oval shape having a minor axis no smaller than 0.8 of the major axis, and more preferably in a circular shape. The outer band either passes through the magnetron rotation axis or is located completely away from the axis.

六、申請專利範圍

1. 一種磁控管濺鍍反應器，該反應器至少包含：

一真空反應室；

一基板承載座，位於該反應室中；

一濺鍍靶材，面對該承載座；及

一磁控管，置於該靶材之一側，並和該承載座不同側，且該磁控管包含

一第一磁帶，產生具第一磁極極性之第一全部磁通量於一第一側上，其中該第一側面對該靶材，及

一第二磁帶，包圍該第一磁帶，並產生和該第一磁極極性相反之第二磁極極性的第二全部磁通量於一第二側上，其中該第二側面對該靶材，

其中該第二全部磁通量大於該第一全部磁通量。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之反應器，其第一磁帶包圍一不包含永久性磁性材料之孔洞。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之反應器，其中源自該第二磁帶之某些磁力線通過該孔洞而不觸及該第一磁帶之該第一側面。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之反應器，其中上述之第二全部磁通量至少為該第一全部磁通量之 1.5 倍。

(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

- 5.如申請專利範圍第1項所述之反應器，其第一和第二磁帶由一大致為固定寬度之間隔所分開。
- 6.如申請專利範圍第1項所述之反應器，其第一磁帶至少包含第一複數個第一磁石，具有該第一磁極極性；而該第二磁帶至少包含第二複數個第二磁石，具有該第二磁極極性。
- 7.如申請專利範圍第6項所述之反應器，其第一複數值等於該第二複數值，且更包含第一複數個磁性軌，以承載並分別磁性耦合至該第一和該第二磁石對。
- 8.如申請專利範圍第6項所述之反應器，其第二磁石配置成環狀，該環狀配置之第二磁石並圍繞該第一磁石。
- 9.如申請專利範圍第6項所述之反應器，其更包含：
至少一第一磁極塊，配置在該第一側面上，並與所有該第一磁石以磁性方式耦合；及
至少一第二磁極塊，配置在該第二側面上，並與所有該第二磁石以磁性方式耦合。
- 10.如申請專利範圍第1項所述之反應器，其第二磁帶呈橢圓形，該橢圓具一長軸及一不小於長軸0.8倍之短軸。

(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

- 11.如申請專利範圍第 10 項所述之反應器，其中上述之長軸和短軸實質上相等，並因此為圓形。
- 12.如申請專利範圍第 1 項所述之反應器，其磁控管可繞該靶材之中心旋轉。
- 13.如申請專利範圍第 1 項所述之反應器，其第二磁帶主要係放置於該靶材之一第一半面積的區域上，而該第一半面積與一第二半面積係以一通過該靶材中心之線分開，其中該第一磁帶並未延伸進入該第二半面積，且該第二磁帶並未從該靶材之中心進一步延伸進該第二半面積超過該靶材半徑 15%之處。
- 14.一種磁控管濺鍍反應器，該反應器至少包含：
 - 一真空反應室；
 - 一基板承載座放，置於該反應室中；
 - 一濺鍍靶材，面對該承載座；及
 - 一磁控管，置於該靶材之一側，並和該承載座不同側，該磁控管包含
 - 一第一磁帶，產生具第一磁極極性之第一全部磁通量於一第一側面上，該側面並與該靶材相面對，其中該第一磁帶包圍一孔洞，且該孔洞實質上不包含永久磁化之材料，及
 - 一第二磁帶，產生具第二磁極極性之第二全部磁

(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

通量於一第一側面上，該側面並與該靶材相面對，其中該第一磁帶包圍一孔洞，且該孔洞實質上不為永久磁化之材料，及

一第二磁帶包圍該第一磁帶且產生和該第一磁極極性相反之第二磁極極性的第二全部磁通量並以第二側面面對該靶材。

15.如申請專利範圍第14項所述之反應器，其中上述之第二全部磁通量大於該第一全部磁通量。

16.一種磁控管濺鍍反應器，至少包含：

一真空反應室；

一基板承載座放置於該反應室中；

一濺鍍靶材面對該承載座且具有一中心軸；及

一磁控管放置於該靶材之一側並和該承載座不同側，繞著該靶材之該中心軸旋轉且包含

一第一磁帶，產生具第一磁極極性之第一全部磁通量於一第一側面上，且該第一側面與該靶材相面對，其中該第一磁帶包圍一孔洞，且該孔洞實質上不包含永久磁性材料，及

一第二磁帶，包圍該第一磁帶，並產生具與該第一磁極極性相反之第二磁極極性的第二全部磁通量於一第二側面上，且該第二側面對該靶材，其中該第二磁帶通過該中心軸或通過離該中心軸不超過該靶材之

(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

半徑 10% 的距離內之處。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之反應器，其第二全部磁通量大於該第一全部磁通量。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之反應器，其第一磁帶侷限在該靶材之一第一半圓形半面積內，而該第二磁帶延伸到該靶材之一第二半圓形半面積不超過該靶材半徑 15% 的範圍內，其中該兩半面積乃由通過該中心軸之邊界所分開。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之反應器，其第二磁帶通過該中心軸。

20. 一種磁控管濺鍍反應器，至少包含：

一真空反應室；

一基板承載座，置於該反應室中；

一濺鍍靶材，面對該承載座，並具有一靶材半徑，該半徑從靶材中心延伸到靶材周圍；及

一磁控管，置於該靶材之一側，並和該承載座不同側，可繞該靶材中心轉動，同時並包含

複數個具一第一磁極極性之第一圓柱形磁石，具有一第一直徑，位於沿一橢圓帶之一第一部分之處，該第一部份從該靶材半徑 15% 內的一點由該靶材中心向該

(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

靶材周圍之方向延伸；

複數個具該第一磁極極性之第二圓柱形磁石，具有一第二直徑，且該第二直徑小於該第一直徑，並沿該橢圓帶之一第二部份置放，其中該第二部份與該靶材中心距離較與該第一部分之間的距離為近；及

複數個具有和該第一磁極極性相反之一第二磁極極性的圓柱形磁石，置於該第一橢圓帶的內部。

21.如申請專利範圍第20項所述之反應器，其第一和第二磁石之全部截面積至少為該第三磁石之全部截面積的150%。

22.如申請專利範圍第20項所述之反應器，其第三磁石具一第三直徑，該第三直徑與第一磁石者同。

23.如申請專利範圍第20項所述之反應器，其橢圓帶具有圓形之形狀。

24.如申請專利範圍第23項所述之反應器，其更包含一非圓形之橢圓極塊，該橢圓極塊和該第三磁石之自由端以磁性方式耦合。

25.一種磁控管濺鍍反應器，至少包含：

一真空反應室；

六、申請專利範圍

一 基板承載座，置於該反應室中；

一 濺鍍靶材，與該承載座相面對，並具有一靶材半徑，該靶材半徑從靶材中心延伸到靶材周圍；及

一 磁控管，置於該靶材之一側，並和該承載座不同側，可繞該靶材中心旋轉，且包含

複數個具一第一磁極極性之第一磁石，構成於一封閉帶狀，且該封閉帶狀之範圍係從該靶材半徑 15% 內的一點往該靶材中心朝該靶材周圍之方向延伸，該複數個第一磁石並具有一第一全部磁通量；及

至少具有和該第一磁極極性相反之一第二磁極極性之一第二磁石，配置於該第一帶狀之中，該第二磁石並具有一第二全部磁通量；

其中該第一全部磁通量至少為該第二全部磁通量之 150% 以上。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述之反應器，其中上述之帶狀為凸形。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之反應器，其中上述之凸形為一橢圓，且該橢圓之短軸不小於其長軸之 0.8 倍。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之反應器，其中上述之長軸等於該短軸。

(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

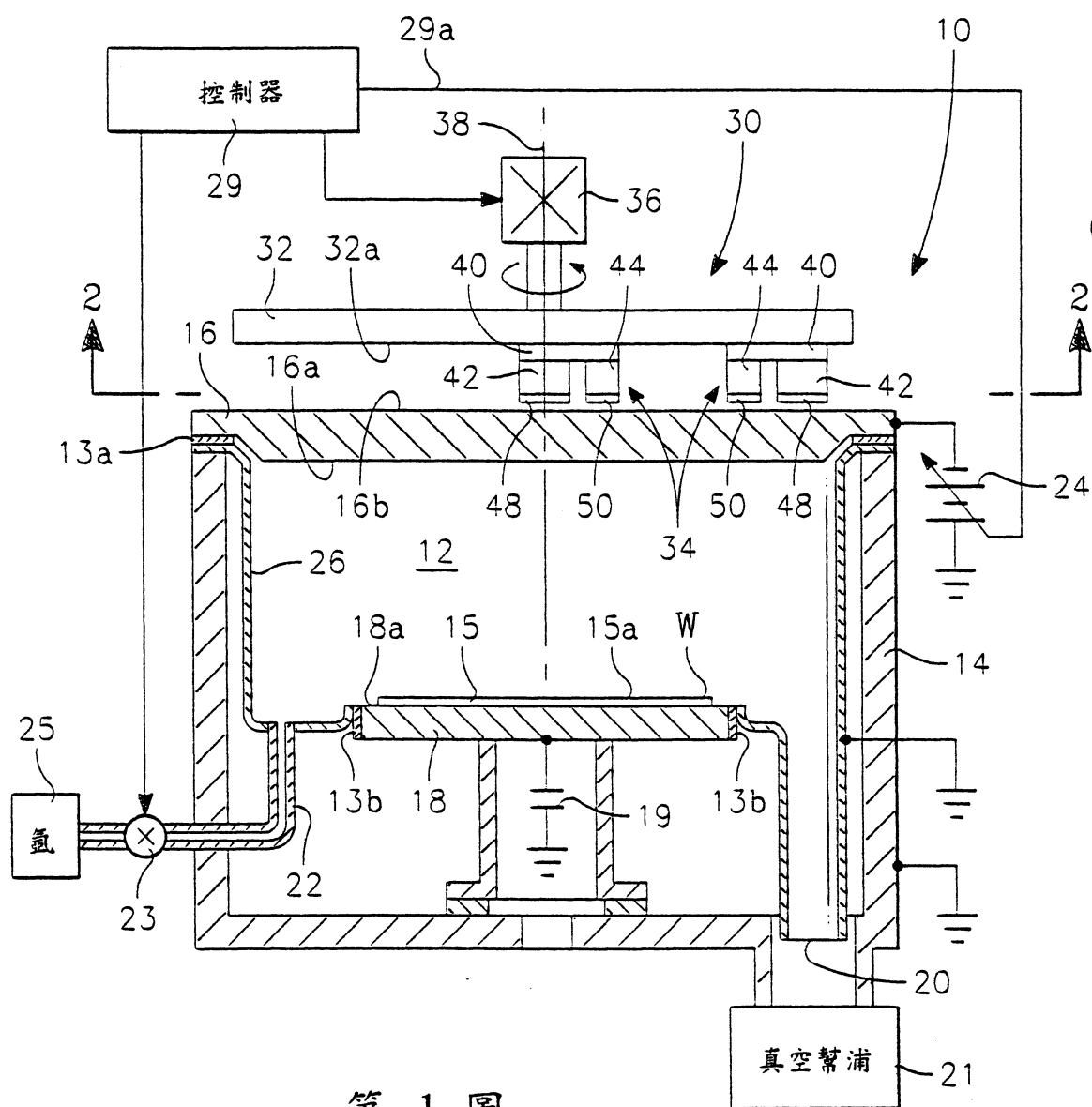
- 29.如申請專利範圍第 25 項所述之反應器，其中上述之靶材中心不是和該帶狀重合，就是位於該帶狀之外部周圍的外面。

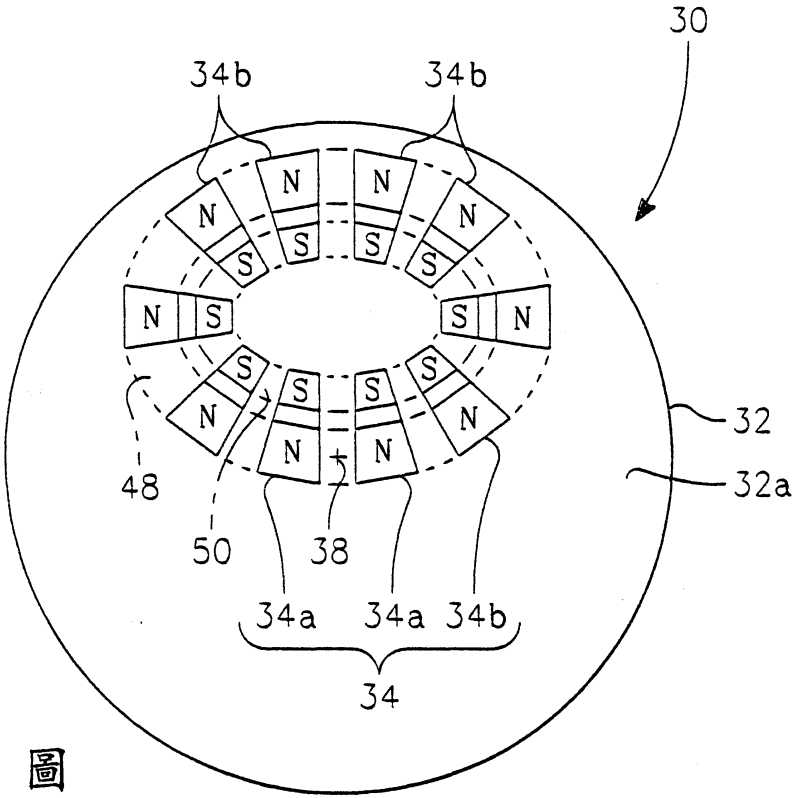
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

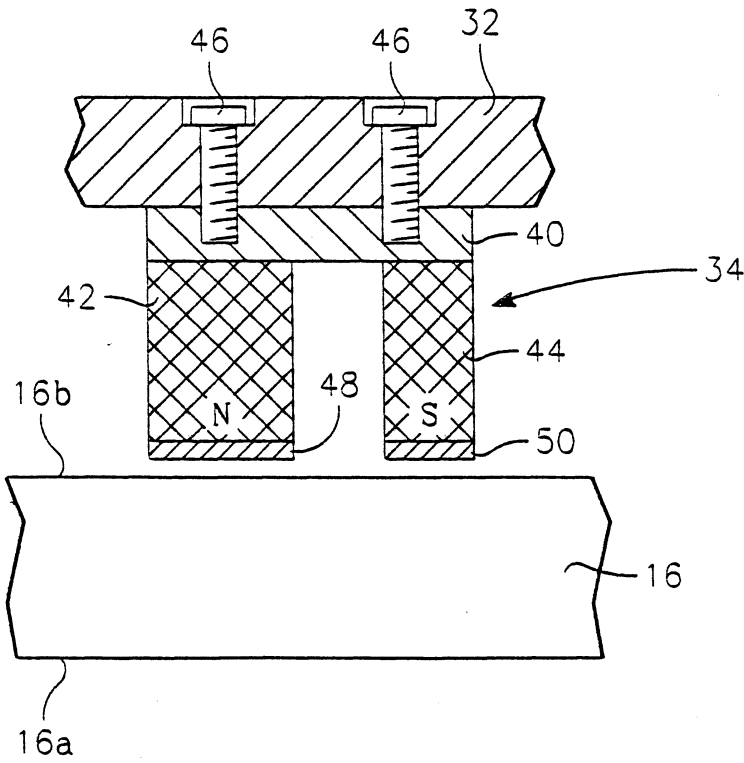
訂

線

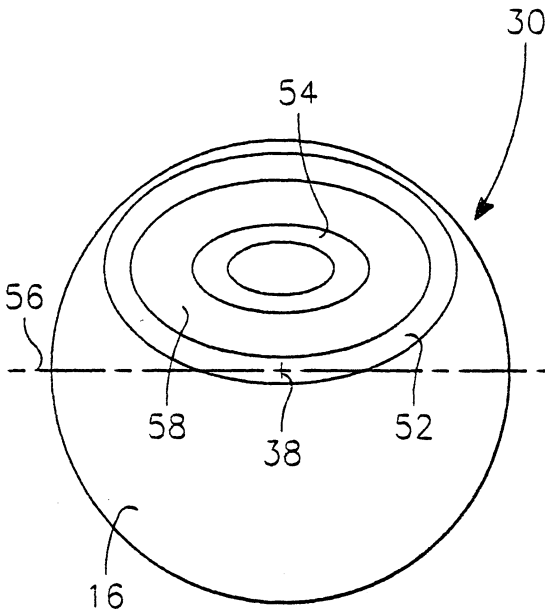




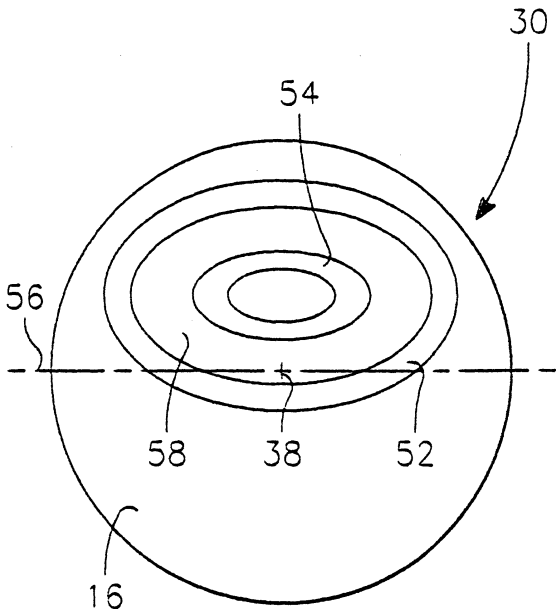
第 2 圖



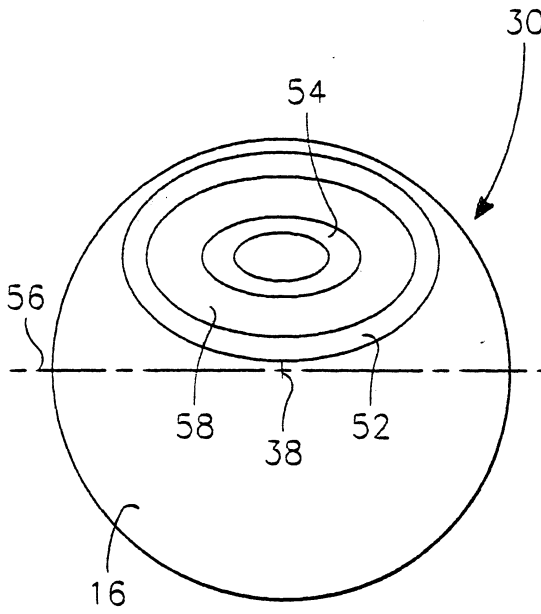
第 3 圖



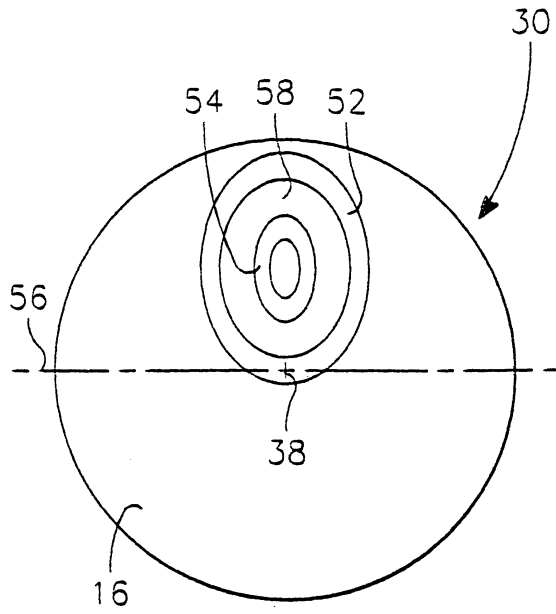
第 4 圖



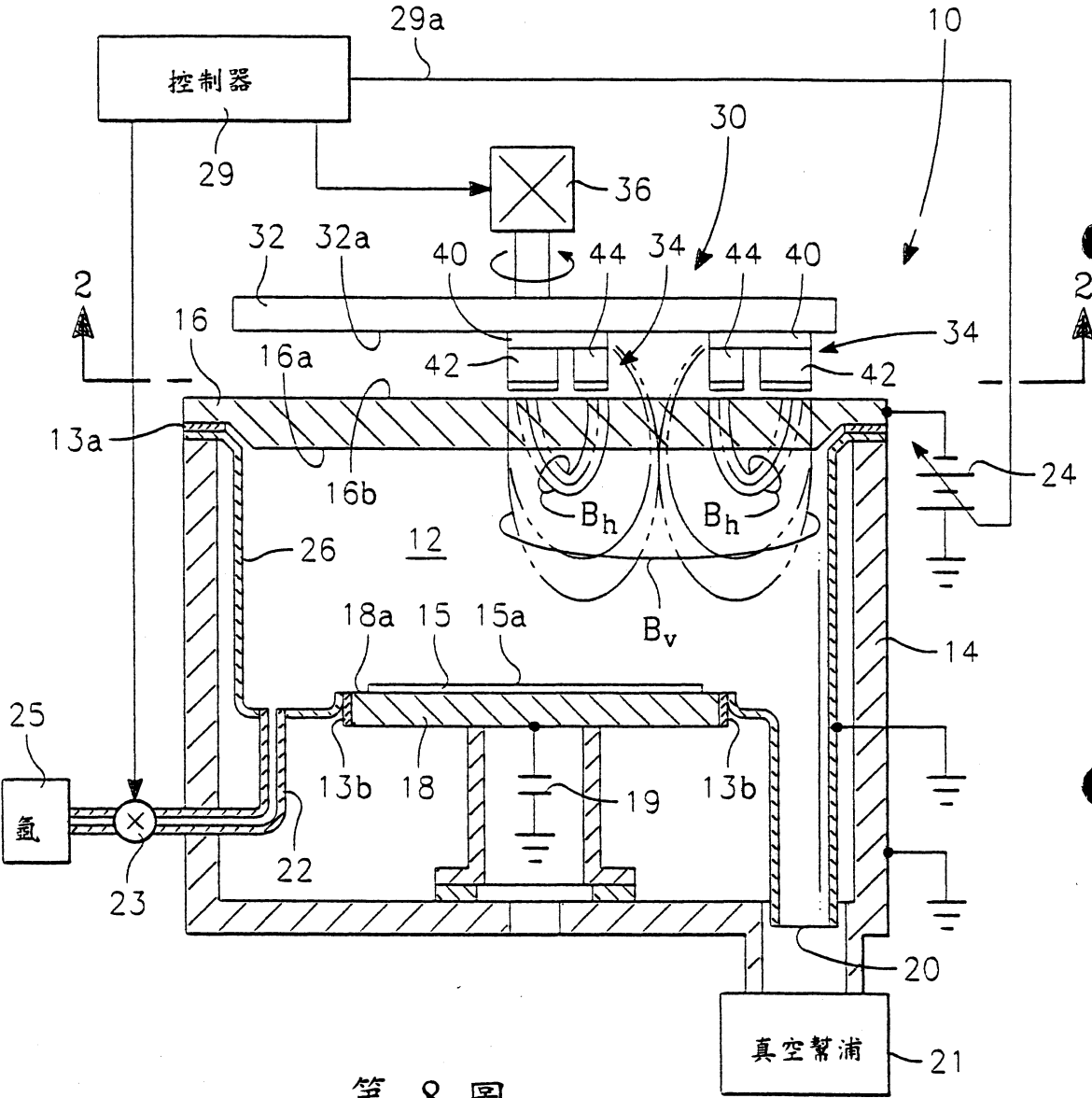
第 5 圖



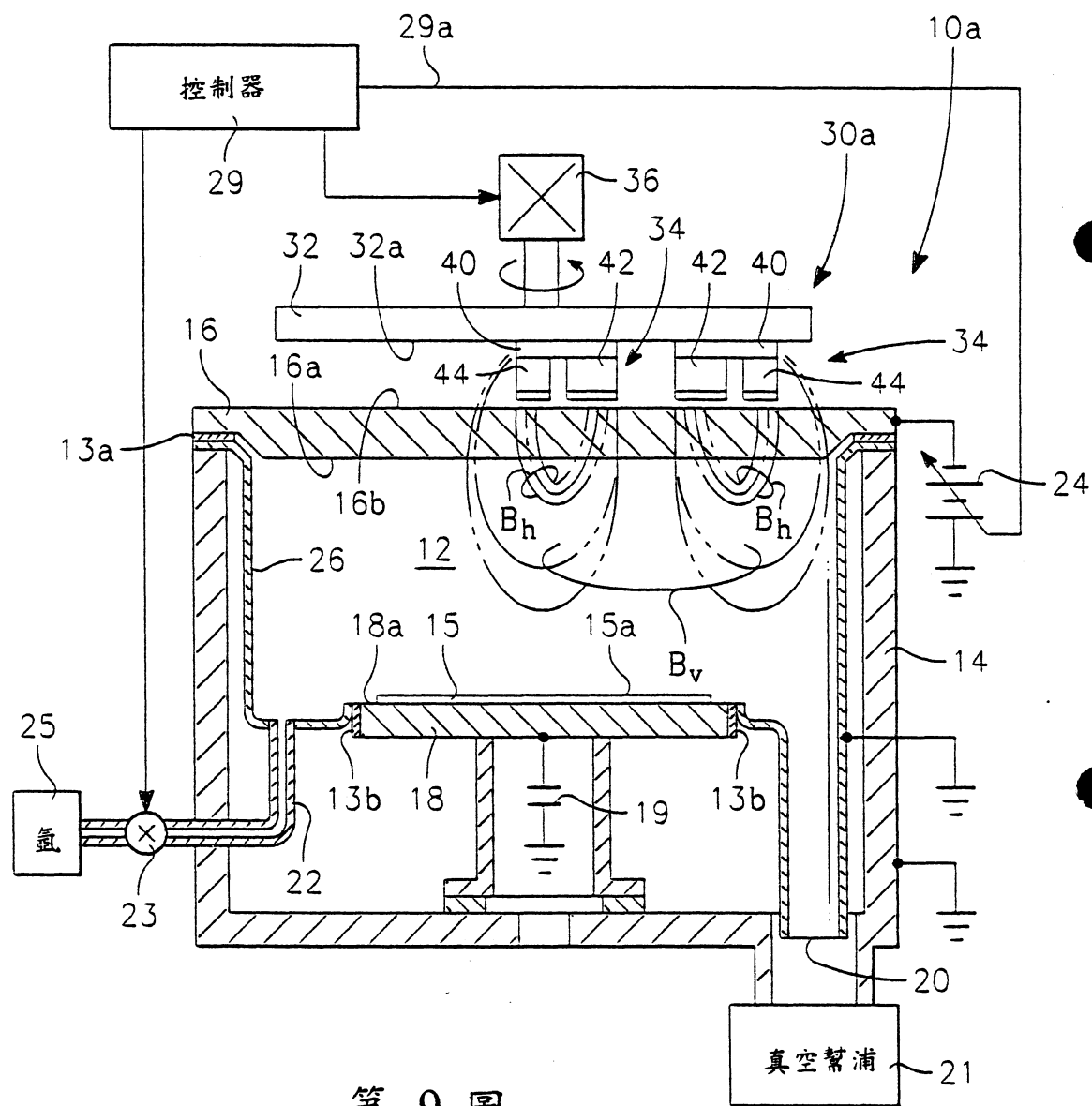
第 6 圖



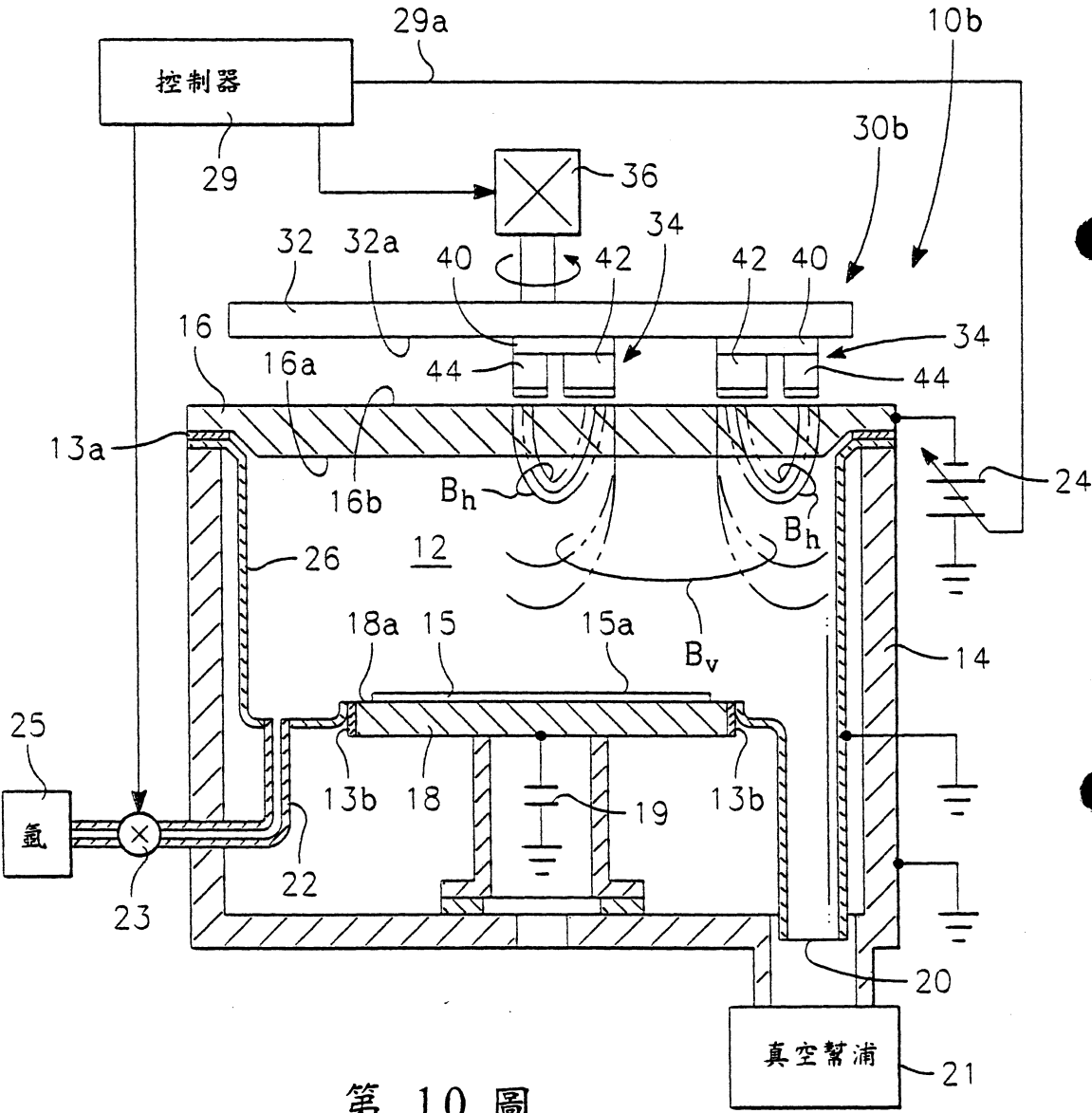
第 7 圖



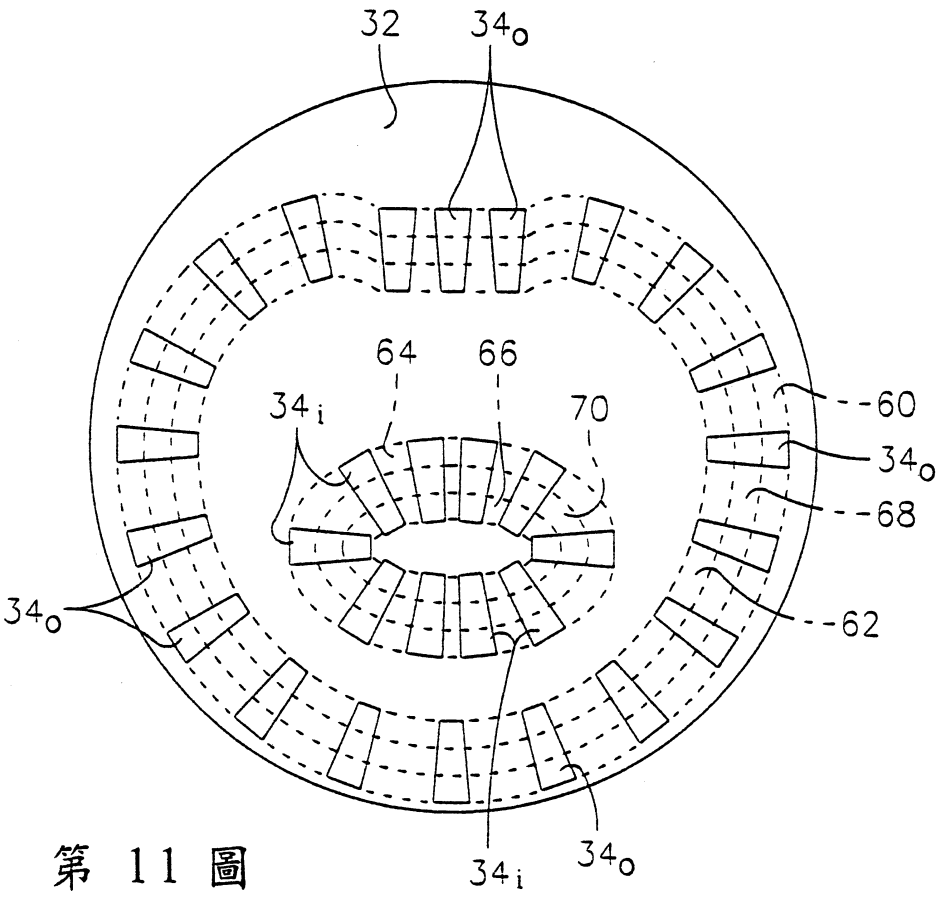
第 8 圖



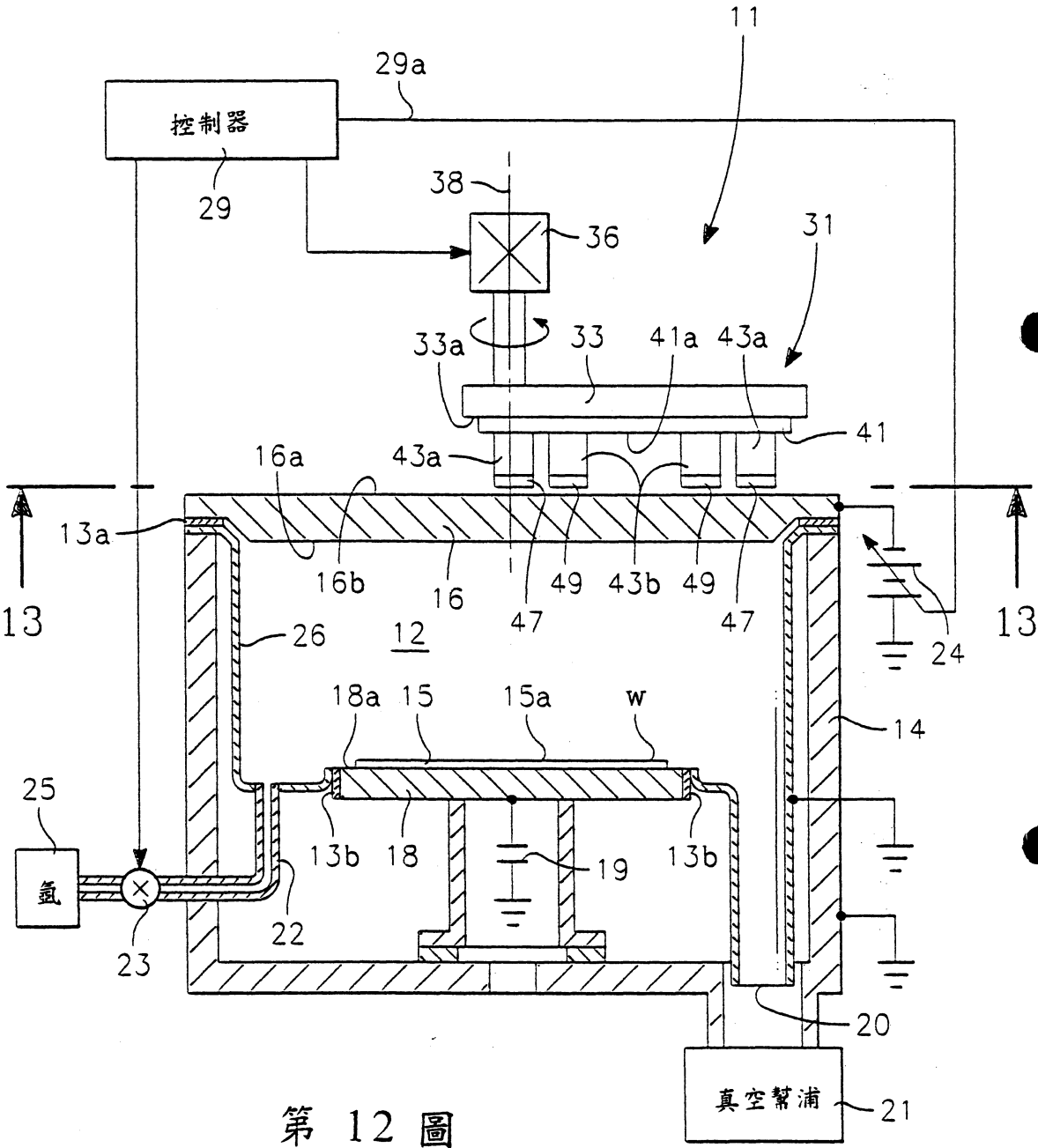
第 9 圖



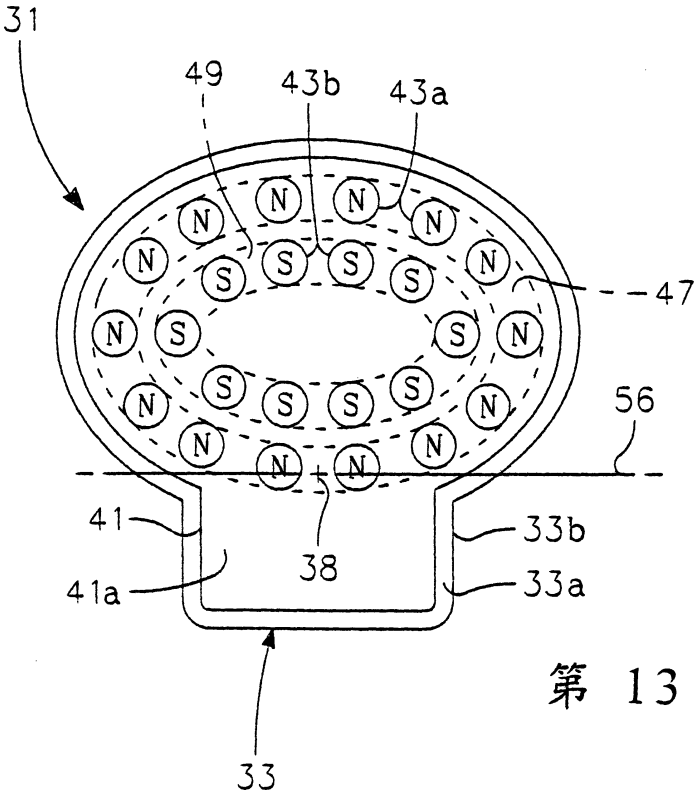
第 10 圖



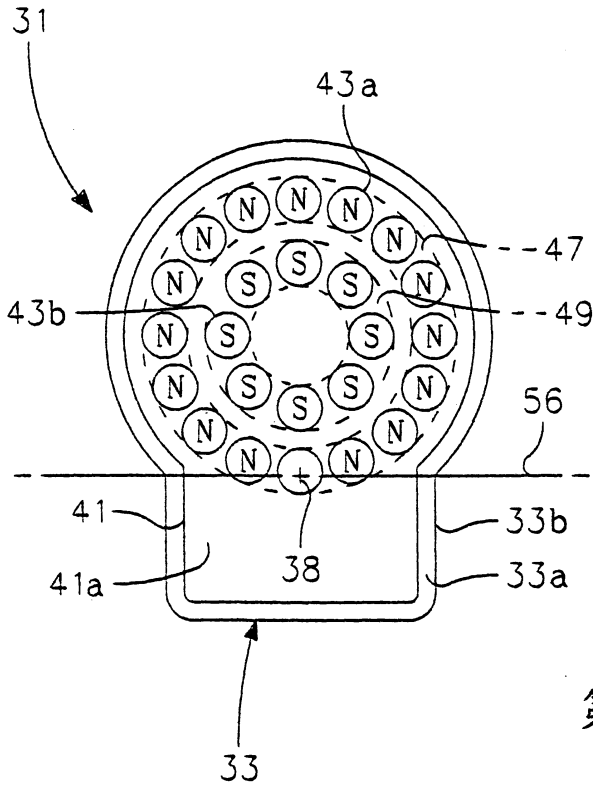
第 11 圖



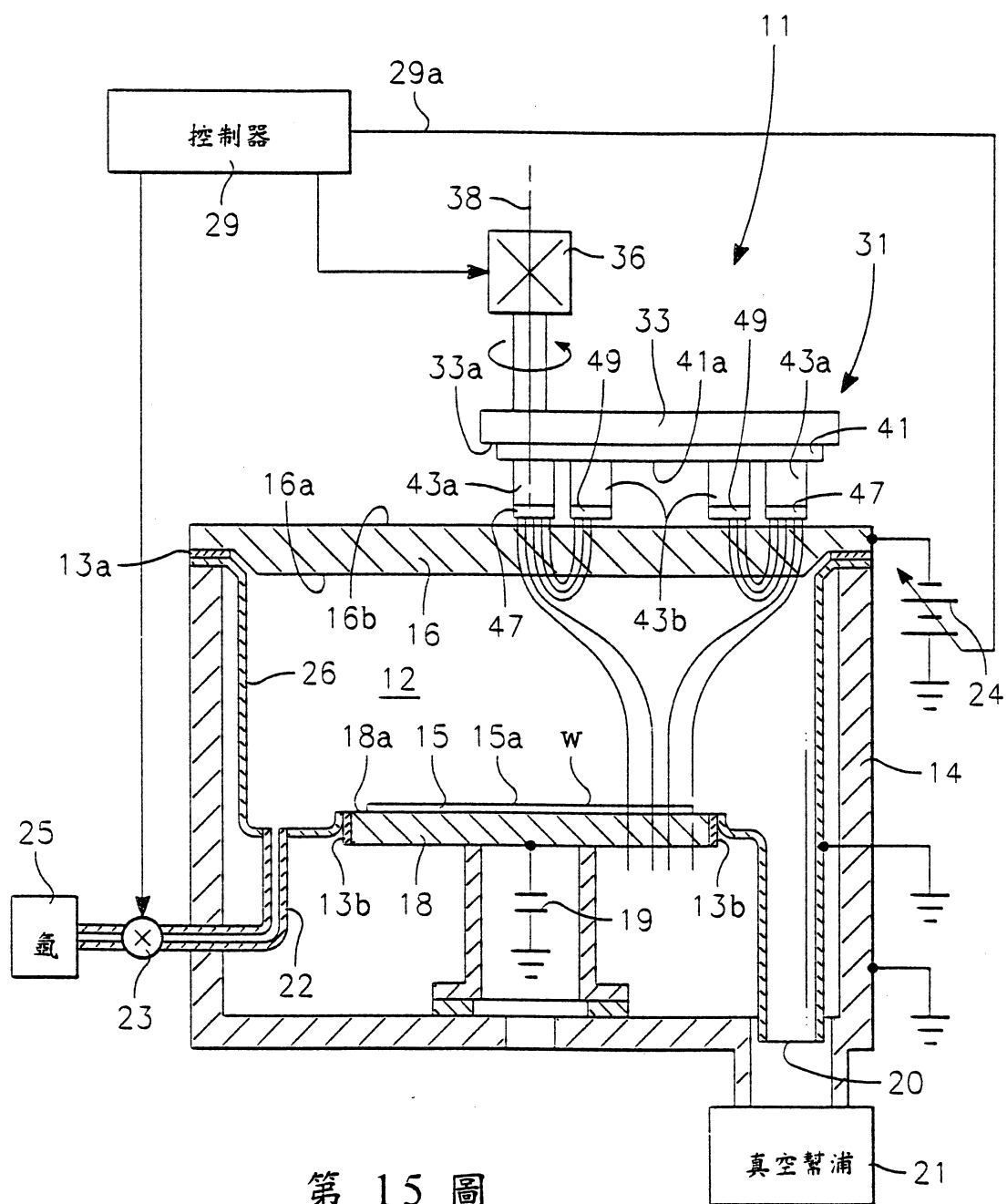
第 12 圖

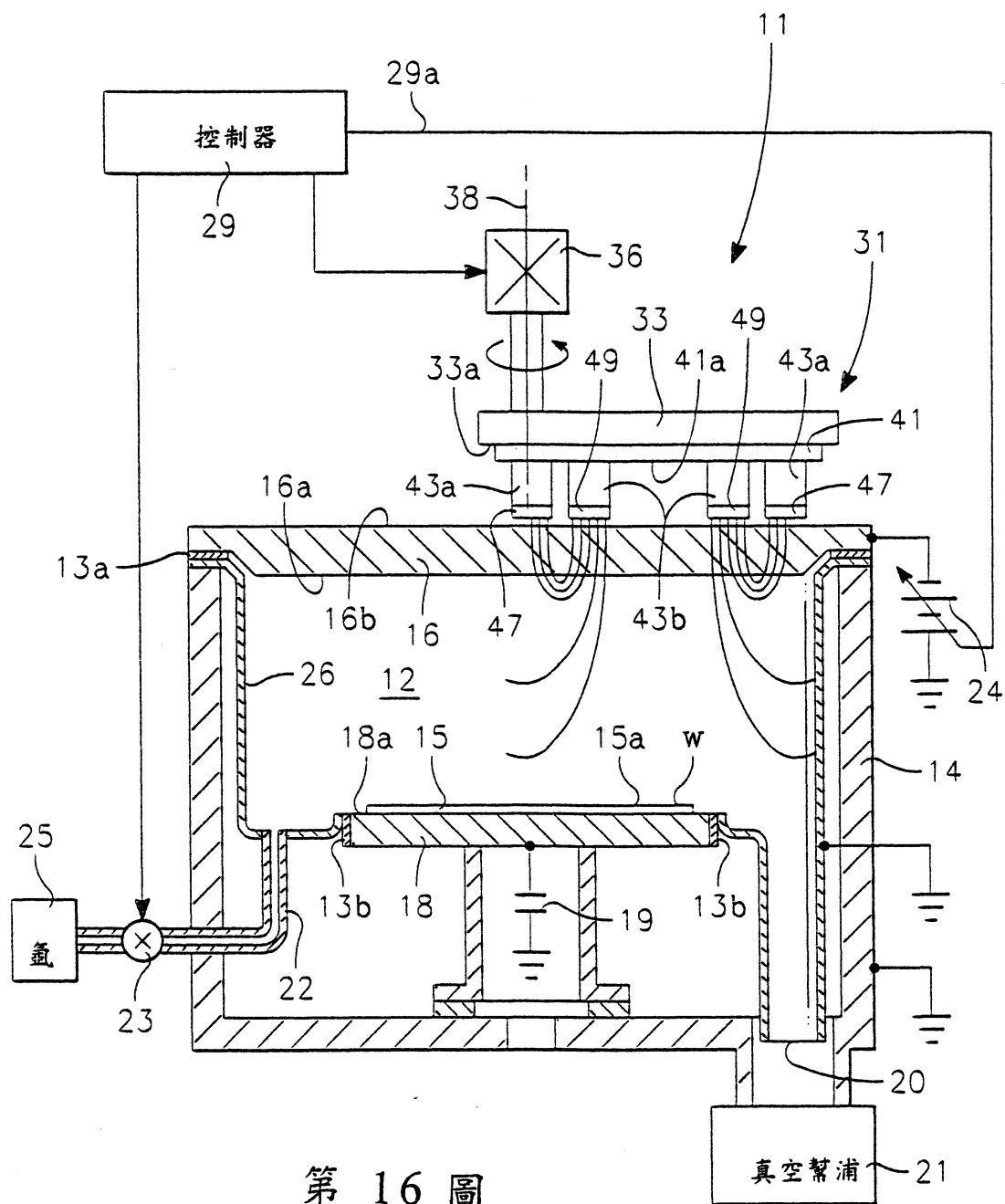


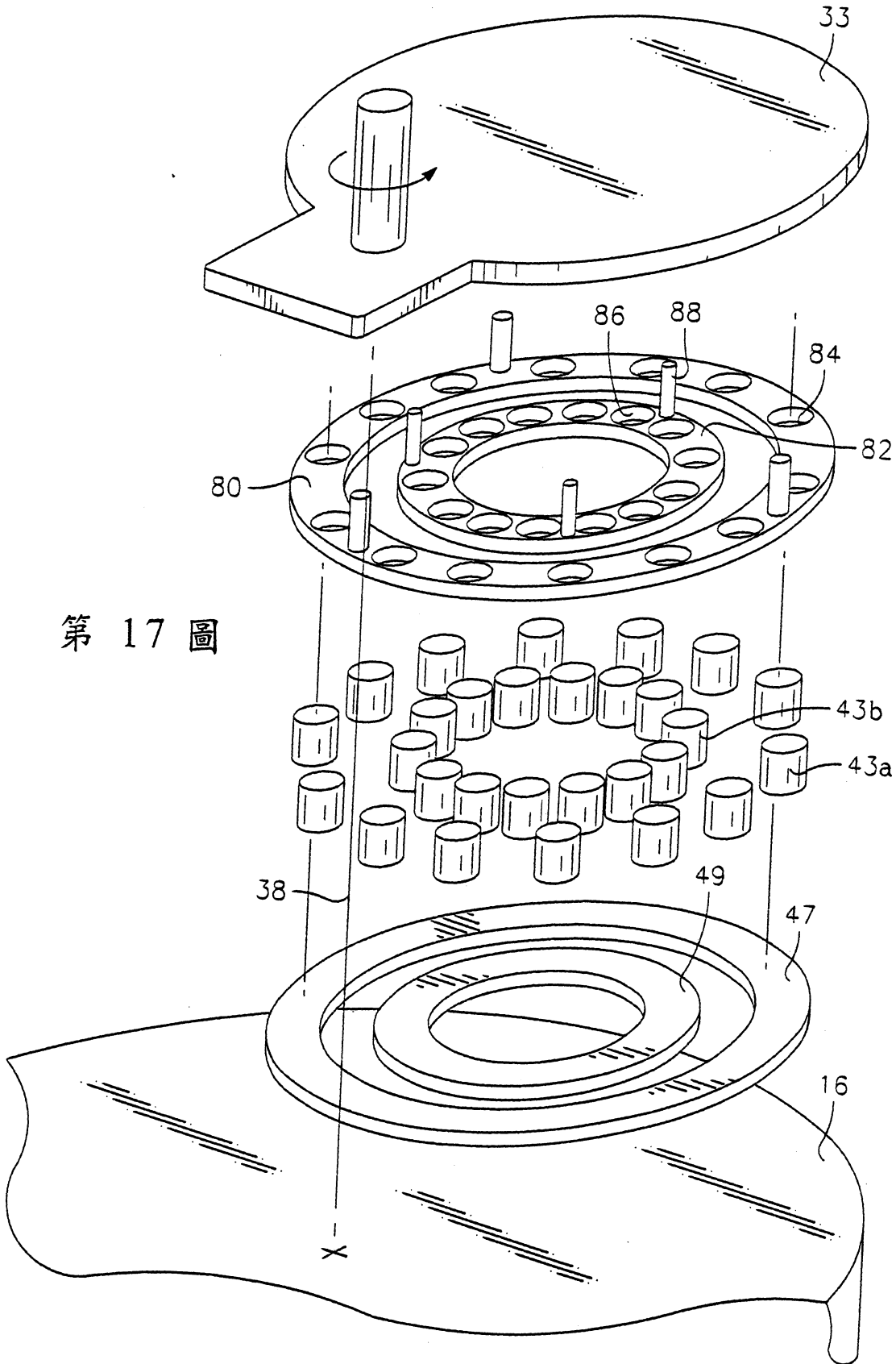
第 13 圖



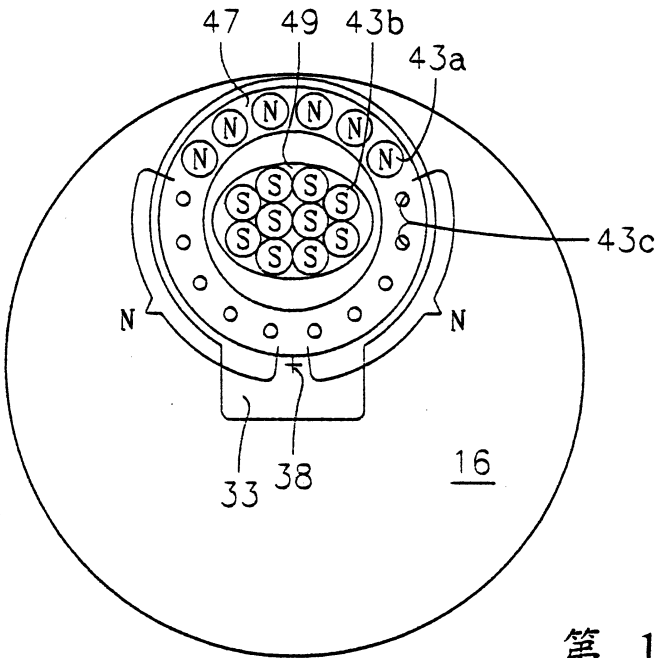
第 14 圖



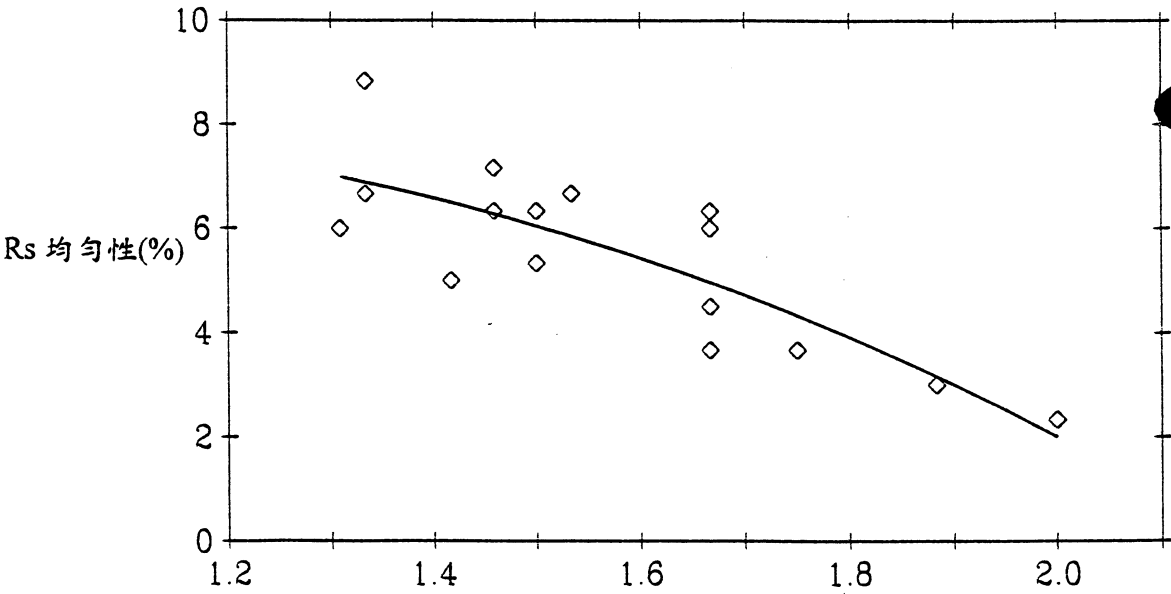




第 17 圖



第 18 圖



第 19 圖

磁通量不平衡