

公告本

申請日期	89.6.14
案 號	89111657
類 別	H01L 21/168

A4
C4

451410

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	用於填充介層孔之階段性鋁沉積製程
	英 文	STAGED ALUMINUM DEPOSITION PROCESS FOR FILING VIAS
二、發明 人	姓 名	1.禹杉侯 2.永華克 里斯查 3.慕拉里亞布利 4.史利辛維 5.陳福發
	國 籍	1.大韓民國 2.美國 3.印度 4.印度 5.中華民國
	住、居所	1.美國加州日光山谷#200 老舊金山路 718 號 2.美國加州聖荷西市羅倫大道 5485 號 3.美國加州聖大克勞拉宏姆斯戴德路第 304 公寓 2851 號 4.美國加州米爾皮塔斯史卓特福特大道 2213 號 5.美國加州卡布提諾米爾大街 10420 號
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

裝

訂

線

451410

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC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

本案已向美國申請專利；申請日：1999年6月28日 案號：09/340,977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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明領域：

本發明係有關於一種製造半導體裝置之金屬化製程，特別是一種半導體基板之金屬化，以在導體層與平坦金屬表面之間形成無空洞之內連線。

發明背景：

深次微米多層金屬內連線是下世代超大型積體電路的關鍵技術之一。位居該技術核心之多層金屬內連線需要高深寬比之溝渠，包含接觸窗、介層窗、導線或是其他特徵結構。形成這些內連線的可靠方式對於超大型積體電路成功與否及個別基板及晶粒上之電路密度及品質是非常重要的。

以化學氣相沉積法(CVD)形成之鋁或銅膜層如同其他化學氣相沉積法可於低溫提供均勻之膜層，例如可於特徵結構側壁及底部形成均勻厚度之膜層(包含小於 0.5 微米之深次微米)。因此，化學氣相沉積法(化學氣相沉積之鋁或銅)係填充溝渠常用的方法。然而，穿透式電子顯微鏡(TEM)顯示化學氣相沉積法形成之鋁溝渠會存有許多空洞，即使相同溝渠的電性測試並無法證實這些空洞的存在。如果接著處理這些膜層，這些空洞會導致電路缺陷。必須承認的是這種空洞以一般剖面之標準掃描式電子顯微鏡(SEM)技術是非常難以偵測的，因為當柔軟的鋁在機械研磨時會產生某些變形。並且，導電性測試並無法偵測任何的結構異常。然而，儘管已有一般正導電性測試，但

五、發明說明()

含空洞之接觸窗的導電性隨著時間仍會危及積體電路的整體性。

以穿透式電子顯微鏡研究形成於基板上之化學氣相沉積鋁顯示一關鍵之孔洞過程會產生空洞，其中空洞之上方在完全填滿之前會密合。雖然典型上一薄的均勻化學氣相沉積鋁層可於低溫沉積於一高深寬比接觸窗及介層窗中，但是以連續之化學氣相沉積物填滿接觸窗或介層窗會形成空洞。有甚多努力是集中在藉由改良化學氣相沉積製程條件來消除金屬層中之空洞。

另一種金屬化高深寬比特徵結構之技術係藉物理氣相沉積法(PVD)熱平坦鋁層。此製程之第一步驟需要沉積一薄的耐熱金屬(例如鈦)於一具圖案之晶圓上以形成一阻障/潤濕層，該層使物理氣相沉積製程時鋁易於流動。在沉積阻障/潤濕層之後，下一步驟需要沉積(1)一熱物理氣相沉積鋁層或是(2)在物理氣相沉積鋁層沉積於潤濕層上之後一冷物理氣相沉積鋁層。然而，該熱物理氣相沉積鋁層對於潤濕層的性質、晶圓狀況以及其他製程參數非常敏感。製程狀況上甚小的改變及/或覆蓋不佳的潤濕層會導致接觸窗或介層窗無法完全填滿而形成空洞。為可靠地填滿介層窗或接觸窗，該熱物理氣相沉積鋁層必須於高於攝氏450度之溫度進行。即使在更高溫，物理氣相沉積仍會因形成於基板上表面及接觸窗或介層窗側壁之架橋效應(bridging effect)而在接觸窗或介層窗底部完全填滿前就使介層窗或接觸窗之開口封閉。

五、發明說明()

一旦物理氣相沉積鋁層沉積於基板上，可藉由朝向基板本身之離子撞擊來形成鋁緩流。以離子撞擊基板可使基板上之金屬層形成緩流。該製程典型上會因電漿之能量及離子碰撞金屬層而使金屬層受熱，產生於基板上之金屬層的高溫會危及次微米幾何尺寸的元件，因此在實際上並不想加熱該金屬層。

美國專利第 5,147,819 號(819 號專利)揭露一種填滿介層窗之製程，其係關於形成一厚度為介層窗或接觸窗之 5-35% 的化學氣相沉積鋁層以改善階梯覆蓋性，然後形成一夠厚之物理氣相沉積鋁層以達到預設之整層厚度。然後以一高能雷射光束融化該化學氣相沉積鋁層與物理氣相沉積鋁層之混合物以改善階梯覆蓋性及平坦性。然而，這種製程需要將晶圓表面加熱至不低於攝氏 660 度，大部分的次微米技術均無法承受如此的高溫。並且，使用雷射光束掃過晶圓將會影響金屬層的反射性及均勻性。

其他於低溫以緩流或平坦化製程填滿高深寬比接觸窗及介層窗之已知嘗試會導致化學氣相沉積之鋁自二氧化矽基板的抗濕潤效應(dewetting)以及形成不連續島於介層窗之側壁及底部上。此外，為使化學氣相沉積鋁在低溫時能不具有抗濕潤效應，化學氣相沉積鋁的厚度必須達數千埃。因為 10 千埃等於 1 微米，所以次微米介層窗側壁上之數千埃的化學氣相沉積鋁將會完全使介層窗密合而形成空洞。

美國專利第 5,665,659 號描述一種形成金屬層於半導

五、發明說明()

體基板上之方法，該基板包含一阻障/潤濕層，並在攝氏 20 度及 400 度之中間溫度將基板加熱一預設時間，然後在低於攝氏 200 度之溫度及約低於 2 毫托耳之壓力沉積一物理氣相沉積金屬層於半導體基板上。然後於 $0.6T_m-1.0 T_m$ 之溫度(T_m 係該金屬層之熔點)對所沉積之金屬層進行熱處理以形成該金屬層之緩流。對該阻障/潤濕層進行熱處理並小心地冷卻以減少金屬層表面溝槽之形成。

亟需一種以例如鋁之金屬填滿特徵結構之金屬化製程，特別是針對高深寬比之次微米接觸窗及介層窗。並且，以物理氣相沉積法填滿接觸窗及介層窗亦是吾人想要的。

發明目的及概述：

本發明提供一種填滿基板溝渠之金屬化製程。首先，沉積一薄的耐熱層於該基板上，接著在約低於 1 毫托耳之壓力沉積一物理氣相沉積金屬層以形成一均勻層，但該均勻層不覆蓋或填滿該溝渠。然後沉積一大面積物理氣相沉積金屬層於該基板上，並且加熱以形成金屬緩流填滿該特徵結構。

本發明之一觀點係沉積一阻障層於一具高深寬比之接觸窗或介層窗的基板上，鈦或氮化鈦/鈦對於沉積鋁是較佳的。然後在約低於 1 毫托耳之壓力(低於 0.35 毫托耳是較佳的)以物理氣相沉積法沉積一均勻鋁層於該阻障層上。該均勻鋁層係於一濺鍍反應室中進行，其靶材距離基

五、發明說明()

板約至少為 100 釐米。接著，以物理氣相沉積法沉積一鋁層於該均勻鋁層之上，並且以所沉積之鋁層的緩流或是熱處理填滿該介層窗。

本發明之另一觀點係於一整合之製程系統中進行金屬化製程。該整合之製程系統包含一物理氣相沉積反應室，用以沉積一金屬層(例如鋁)而不形成氧化物於該鋁層上。該製程系統可包含伴隨金屬沉積之緩流反應室、預潔淨反應室以及阻障層反應室。

圖式簡單說明：

所以本發明之上述特徵、優點及目的將可詳細地了解，特別是在參閱圖示之實施例說明本發明、上述之簡述後。

然而，必須注意的是圖示示範僅為本發明之特定實施例，因此並非用以限定其範圍，因為本發明仍有其他等效之實施例。

第 1 圖係本發明之一半導體基板進行金屬化之示意圖，該

基板具有一阻障層以及一均勻物理氣相沉積鋁層；

第 2 圖係本發明之一半導體基板介層窗進行金屬化之示意

圖，該基板具有一阻障層以及一填滿該介層窗之混合物理氣相沉積層；

第 3 圖係一整合式多重反應室的俯視圖，其適用於沉積阻

障層及物理氣相沉積層於一半導體基板上，亦適用

五、發明說明()

於以物理氣相沉積金屬填滿該介層窗；

第 4 圖係一物理氣相沉積反應室之示意方塊圖，其適用於在約低於 1 毫托耳之壓力沉積均勻金屬層；

第 5 圖係一物理氣相沉積反應室之示意方塊圖，其適用於在約高於 2 毫托耳之壓力沉積一大面積金屬層；且

第 6 圖係一簡化之方塊圖，其顯示一電腦程式之控制結構之，其適用於控制本發明之製程的電腦程式。

圖號對照說明：

12	介電層	14	介層窗
16	鈦層	18	側壁
20	底部	22	鋁層
23	鋁層	24	整合鋁層
26	上表面	35	多重反應室處理設備
36	物理氣相沉積鋁反應室	38	物理氣相沉積鋁反應室
40	物理氣相沉積鈦反應室	42	預潔淨反應室
44	除氣反應室	46	載鎖反應室
48	移轉反應室	49	移轉機械臂
50	移轉反應室	51	移轉機械臂
60	封閉壁	64	濺鍍靶材
66	半導體基板	68	氣體入口
70	排氣出口	72	基板支撐座
74	絕緣物	76	絕緣物
84	封閉壁	86	氣體入口

五、發明說明()

- | | |
|------------|------------|
| 88 排氣出口 | 89 物理氣相沉靶材 |
| 90 絕緣物 | 92 濺鍍表面 |
| 93 基板 | 94 支撐座 |
| 95 表面 | 96 定位柱 |
| 97 舉升臂機構 | 141 電腦程式 |
| 142 製程選擇器 | 143 製程順序器 |
| 143 製程順序器 | 145 基板定位 |
| 146 製程氣體控制 | 147 壓力控制 |
| 148 加熱器控制 | 149 電漿控制 |

發明詳細說明：

本發明提供一種以金屬填充半導體基板上高深寬比溝渠之方法，特別是包含接觸窗、介層窗、導線或其他之次微米特徵結構。特別是對於高深寬比溝渠而言，本發明可提供填入溝渠之均勻金屬層良好之階梯覆蓋性，該金屬層係以物理氣相法沉積法沉積於約低於 1 毫托耳(最好約低於 0.35 毫托耳)之壓力，且更加熱一以物理氣相法沉積法沉積之金屬層以填入該溝渠。該均勻物理氣相沉積金屬最好是沉積於一薄的阻障/濕潤層，包含一具有高於該均勻物理氣相沉積金屬之熔點的耐熱金屬及/或導體金屬。一阻障層(例如鈦或是鈮)係用以避免鋁或銅擴散至相鄰之介電材料而形成短路。最好，能將這些製程整合於一包含所有金屬製程反應室之製程系統中。

據顯示某些金屬(例如鋁及銅)因為表面張力的影響在

五、發明說明()

低於其個別熔點之溫度時可流動。然而，這些金屬在高溫時易於自底部之介電層的抗濕潤效應。因此本發明於金屬層與介電層之間插入一阻障/濕潤層以增加金屬層之濕潤。適當的阻障/濕潤層濕潤金屬的能力優於介電材料。最好該阻障/濕潤層能增加濕潤能力，即使只沉積有一層薄的阻障/濕潤層。較佳的阻障/濕潤層係均勻地形成於介電層之上，包含溝渠之側壁及底部。

根據本發明，較佳的阻障/濕潤層包含耐熱金屬(例如鎢、鈮、矽酸鋁)、鈦、氮化鈦、氮化鈦、物理氣相沉積之氮化鈦(PVD Ti/N₂-stufed)、三元化合物(例如氮化鈦矽、氮化鎢矽等)，或是這些膜層之結合。最佳之阻障/濕潤層材料係鈦及氮化鈦(當厚度約為 800 埃至 1000 埃且以物理氣相沉積時)或是鈦及氮化鈦(當厚度約 100 埃至 400 埃且以物理或化學氣相沉積時)。沉積阻障/濕潤層以形成連續之覆蓋於介電層之上，並經氮氣處理以改善阻障特性或是對相鄰膜層之附著度。或者是，矽之曝露表面可以氮氣處理以形成可有效作為銅之阻障的氮化矽層(Si_xN_y)。

在沉積阻障/濕潤層之後，將該基板置於一物理氣相沉積銅或鋁反應室中，以在約低於 1 毫托耳之壓力及基板靶材相距至少 100 釐米之條件中沉積一均勻金屬層。該反應室最好是在約低於 0.35 毫托耳之壓力下操作。該均勻物理氣相沉積金屬層之毯覆厚度約為 200 埃至 1 微米，最好是約為 4000 埃至 6000 埃。側壁厚度典型上是毯覆厚度的 10% 至 25%。然後在同一或不同反應室中以物理氣相沉積

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

法沉積一金屬層且加熱以使沉積之金屬形成緩流(reflow)後填入溝渠而留下無溝槽之平坦表面。更形成一抗反射層(ARC)於該堆疊結構之上表面以減少表面反射及改進微影製程。

本發明金屬化基板溝渠的方法之一包含預先清潔基板表面、以離子化物理氣相沉積製程(例如濺鍍原子被離子處理之高密度電漿)或是對準物理氣相沉積製沉積鈦。在以物理氣相沉積法沉積鋁之濺鍍反應室中，基板與鉍材之距離至少為 100 釐米，於一物理氣相沉積反應室中沉積大面積鋁，並且使沉積之大面積鋁於物理氣相沉積反應室中形成緩流。

請參閱第 1 圖，該圖係顯示一其上具有介電層圖案 12 之基板的示意圖。該介電層 12 具有一高深寬比之介層窗 14，例如介層窗之深度對介層窗之寬度具有高比例，約為 3，但是本發明仍可用於其他任意深寬比之介層窗。一薄的鈦層 16 係直接沉積於該基板之上而大致上覆蓋該介電層 12 之整個表面，亦包含介層窗 14 之側壁 18 及底部 20。該薄鈦層 16 之厚度通常約為 5 埃至 700 埃，而較佳之厚度範圍介於 100 埃至 200 埃。一物理氣相沉積之均勻鋁層 22 係沉積於該鈦層 16 之上直到想要之厚度，但是不可超過會使該密合之上方密合之厚度。該鋁層 22 可於一濺鍍反應室中進行，且基板與鉍鉍材之距離約至少為 100 釐米。

請參閱第 2 圖，藉由使大面積之物理氣相沉積鋁形成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

緩流之方式將鋁層 23(沉積於第 1 圖之物理氣相沉積均勻鋁層 22 上)填入該介層窗 14 之中。一整合物理氣相沉積鋁層 24，係藉由使該大面積之物理氣相沉積鋁層 23 與該物理氣相沉積之均勻鋁層 22 形成整體而得。該大面積之物理氣相沉積鋁層 23 可包含某些摻雜物，且大面積之物理氣相沉積鋁層 23 可能會與均勻之物理氣相沉積鋁層 24 結合而使使摻雜物遍及該整合物理氣相沉積鋁層 24 之大部分中。通常，該整合物理氣相沉積鋁層 24 並不需要進行摻雜。整合鋁層 24 之上表面 26 大致上為平坦，因為鈦層 16 可對鋁層 22 提供良好之潤濕。以物理氣相沉積鋁時之介電層或是基板溫度約為室溫至攝氏 500 度。

設備

本發明之金屬沉積製程最好是於一多重反應室處理設備中進行，或是在可操作於約低於 0.35 毫托耳之具物理氣相沉積反應室群組工具中進行。一適用於本發明之多重反應室處理設備 35 的示意圖顯示於第 3 圖。該基本設備係一"ENDURA"系統，可以商業方式自加州 Santa Clara 之 Applied Materials, Inc.取得。美國專利第 5,186,718 號揭露一類似之分段-真空晶圓處理系統，名稱為"Stage-Vacuum Wafer Processing System and Method"，其申請人為 Tepman 等人，核准日為 1993 年 2 月 16 日。此處設備 35 所示之特殊實施例適用於處理平坦之基板，例如半導體基板，其為說明之示範但不為本發明之限定。設備 35 典

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

型包含數個相互連結之製程反應室，包含至少一個長射物理氣相沉積金屬反應室。對於本發明而言，最好包含一物理氣相沉積鋁反應室 36，其沉積均勻之物理氣相沉積鋁時基板與靶材距離至少為 100 釐米，以及兩個附加用以沉積及形成緩流之物理氣相沉積鋁層之物理氣相沉積鋁反應室 38。該設備 35 更包含一物理氣相沉積鈦反應室 40，或是另一阻障/潤濕層反應室，以及兩個用以移除之污染物之預潔淨反應室 42(例如 Applied Material 之 PreClean II chamber)、兩個除氣反應室 44 以及兩個載鎖反應室 46。該設備 35 具有兩個含移轉機械臂 49、51 之移轉反應室 48、50、兩個分隔該移轉反應室 48、50 之冷卻反應室 52。該設備 35 可藉一以下將詳述之微處理控制器 54 以程式自動操作之。然而，該製程亦可以個別之反應室或上述之結合進行之。

物理氣相沉積反應室

請參閱第 4 圖，該圖係顯示一較佳之物理氣相沉積反應室 36 的細部。一濺鍍靶材 64 以及一半導體基板 66 係位於一接地的封閉壁 60 中(其為圖示之反應室壁或是一接地遮板)。該靶材 64 與該基板以一至少為 100 釐米之長射距離隔離之，若為 150 釐米至 190 釐米是較佳的。若有必要該長射反應室亦可在靶材 64 與基板 66 之間設有一對準器(collimator)，以對基板 66 的每個位置提供更均勻及更對稱之沉積物流量。可用於此物理氣相沉積反應室之對準

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

器見於 1997 年 7 月 31 日申請之美國專利申請案第 08/792,292 號中，本案在此將其引入作為參考。

仍請參閱第 4 圖，該反應室 36 通常包含至少一個連接至氣體源(未顯示)之氣體入口 68，以及一連接至排氣幫浦(未顯示)之排氣出口 70。一基板支撐座 72 係位於該封閉壁 60 之一端，並且該靶材 64 固定於該封閉壁 60 之另一端。該靶材 64 係藉由一絕緣物 74 電性絕緣於該封閉壁 60，因此該靶材 64 可相對於該接地之封閉壁 60 維持於一負電壓。該基板支撐座 72 亦以一絕緣物 76 電性絕緣於該封閉壁 60，因此該基板或該基板支撐座 72 可相對於該接地之封閉壁 60 維持於一正電壓。在運作時，該基板 66 係置於該基板支撐座 72 之上且電漿產生於反應室 36 之中。

當本發明之均勻的物理氣相沉積金屬膜層沉積時，含非反應氣體(例如氫氣)之製程氣體以流量控制器(未顯示)調節至想要之流速並經由氣體入口 68 導入至反應室 36 中。藉由改變製程氣體由排氣出口 70 之排氣速度可控制並維持反應室壓力低於 1 毫托耳(約 0.2 毫托耳至約 0.5 毫托耳是較佳的)，以促進均勻之物理氣相沉積金屬的沉積。

一電源(例如一直流電源供應器 78)，施加一相對於封閉壁 60 之負電壓於該靶材 64 上以激發氣體成電漿狀態。電漿離子撞擊該靶材 64、濺鍍離子以及來自靶材之較大微粒的靶材材料。自靶材 64 濺出之微粒沿著線性軌跡行進，並且部份的微粒撞擊基板及沉積於基板 66 上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

一種傳統磁控濺鍍源使用一位於靶材 64 上之旋轉磁鐵 82 以捕捉鄰近靶材之電子，並藉此增加靶材 66 之濺鍍表面的電漿離子濃度。濺鍍時旋轉磁鐵 82 可得一成徑向對稱之靶材蝕刻曲線。

第 5 圖係一適用於本發明之物理氣相沉積製程的物理氣相沉積反應室 38 的示意剖面。該反應室 38 通常包含一接地之封閉壁 84，其具有至少一個氣體入口 86，以及一連接至排氣幫浦(未顯示)之排氣出口 88。一物理氣相沉靶材 89 藉由一絕緣物 90 電性絕緣於該接地封閉壁 84。該物理氣相沉靶材 89 可提供一濺鍍表面 92 用以沉積物質於置於一支撐元件(例如一可動支撐座 94)上之基板 93。該支撐座 94 包含一平坦表面 95，其上具有定位柱 96 以容納基板 93。藉由一直流電源 95，可使該靶材 89 相對於該接地之封閉壁 84 維持於一負電壓。

當該支撐座 94 位於縮回位置時，一舉升臂機構 97 使基板 93 相對於該支撐座 94 上升及下降。當沉積金屬(例如鋁)時，該支撐座 94 延伸至基板 93 鄰近靶材之位置。該支撐座 94 可加熱或是冷卻以控制基板溫度。

控制系統

請參閱第 6 圖，本發明之製程可藉一於傳統電腦上執行之電腦程式產物 141 實施之。該傳統電腦包含一與記憶系統相互連結且具週邊控制元件之中央處理器(CPU)，例如一 68400 微處理器，其係以商業方式自加州之 Synenergy

五、發明說明()

Microsystem 取得。其電腦程式碼可以任何傳統之電腦可讀程式語言(例如組合語言、C 語言、C++或是 Pascal)寫成。適當的程式碼藉由傳統的內含編輯器輸入於單一檔案或是多個檔案中，並且儲存或是收錄於一電腦可用媒體中。若整個程式碼內容係以高階語言寫成則需編譯，然後將所得之編譯碼與預先編譯之視窗館藏例行程序的目標碼連結。系統使用者呼叫該目標碼使系統該碼載入至記憶體，以便執行連結後的編譯目標碼，該中央處理器自記憶體讀取與執行該碼以進行該程式所定義之工作。

第 6 圖係顯示該電腦程式 141 之分級控制結構的示範方塊圖。使用者輸入所需之製程的預設參數以在特定之製程反應室中進行特定製程，並且以預設數字定義之。與製程情況有關之製程參數(例如製程氣體成份與流速、溫度及壓力)、電漿情況(例如冷卻氣體壓力)以及反應室壁面之溫度。

一製程順序器次例行程序 143 包含接收定義反應室、製程參數以及控制不同製程反應室之製程選擇次例行程序器 142。多個使用者可輸入製程設定數及反應室數，或是單一使用者可輸入多個輸入製程設定數及反應室數，如此順序器次例行程序 143 可依想要之順序排定所選擇之製程。最好該順序器次例行程序 143 包含一程式碼以執行步驟(i)、步驟(ii)及步驟(iii)。其中步驟(i)係監測反應室之運作來判定該反應室是否為使用中，步驟(ii)係判定使用之反應室執行哪種製程，步驟(iii)係依據可得之反應室及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

執行之製程的種類來執行想要之製程。可使用傳統監測反應室之方法，例如 polling。當排定執行某製程時，對一選定製程該順序器次例行程序 143 係設計成可將使用之反應室中的現有製程情況與想要之製程情況做一比較，或是每一特定使用者輸入請求之"時期"，或是系統程式者想要囊括以判定排程優先性的任何其他相關因素。

一旦該順序器次例行程序 143 判斷出哪一製程反應室及製程設定結合將被執行，該順序器次例行程序 143 藉由傳送該特定之製程設定參數至該反應室管理器次例行程序 144A-C 來執行製程設定。該反應室管理器次例行程序 144A-C 依據順序器次例行程序 143 所判定之製程設控制多個製程工作。例如該反應室管理器次例行程序 144A 包含於第 4 圖所示之反應室 36 中控制化學氣相沉積反應運作之程式碼。該反應室管理器次例行程序 144 亦控制不同之反應室元件次例行程序或是程式碼模組(其控制執行選定之製程設定所需之反應室元件的運作)之執行。反應室元件次例行程序例如基板定位次例行程序 145、製程氣體控制次例行程序 146、壓力控制次例行程序 147、加熱器控制次例行程序 148 以及電漿控制次例行程序 149。

運作時，該反應室管理器次例行程序 144A 依據執行之特定製程設定選擇性地排定或是呼叫反應室元件次例行程序。該反應室管理器次例行程序 144A 以類似於順序器次例行程序 143 排定哪一製程反應室 36 及下一執行的製程設定將被執行的方式排定反應室元件次例行程序。典

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

型上該反應室管理器次例行程序 144A 包含監測不同反應室元件之步驟、依據執行之製程設定的製程參數判定哪一元件需要運作的步驟，以及因應於該監測步驟及該判定步驟執行反應室元件次例行程序之步驟。

範例 1

第 3 圖之設備係用以填滿半導體表面上之溝渠。預先清除該溝渠以移除厚約 400 埃之材料，包含任何氧化物或是其他污染物。然後移轉至一物理氣相沉積鈦反應室以沉積厚約 400 埃之均勻鈦層。接著移轉該基板至一物理氣相沉積反應室 36，其靶材與基板距離大於 150 釐米，以在約為 0.35 毫托耳之壓力沉積一厚約 400 埃之均勻鈦層。鈦沉積於室溫。然後將基板移轉至一額外的物理氣相沉積鋁反應室 38 以在低於攝氏 350 度，輸入功率超過 10 千瓦以及靶材基板間距小於 100 釐米之情況下沉積厚約 4000 埃之大面積鋁層。然後在一額外的反應室 38 中加熱該鋁層(均勻及大面積)以形成鋁之緩流來填入該溝渠。形成緩流之基板溫度維持低於攝氏 50.0 度。緩流後鋁之表面並無通道且溝渠沒有空洞。該鋁表面具有優異之反射性及均勻性。

範例 2(比較)

第 3 圖之設備係用以填滿半導體表面上之溝渠，以與範例 1 做一比較。預先清除該溝渠以移除厚約 400 埃之材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

料，包含任何氧化物或是其他汙染物。然後移轉至一物理氣相沉積鈦反應室以沉積厚約 400 埃之均勻鈦層。接著移轉該基板至一物理氣相沉積反應室 36，其靶材與基板距離大於 100 釐米以沉積一毯覆厚度約為 8000 埃之均勻鋁層。鋁層之沉積反應室壓力約為 0.35 毫托耳且不均勻然後在反應室 36 中加熱該鋁層以形成鋁之緩流填入該溝渠。形成緩流之基板溫度維持低於攝氏 500 度。緩流後鋁之表面有細槽但無空洞。相較於範例 1 之鋁表面，本例之鋁表面具有相近的反射性及降低之均勻性。

本發明提供良好之階梯覆蓋性以便以一均勻之金屬層以及一金屬層填滿高深寬比溝渠，該金屬層係以物理氣相沉積法於約低於 1 毫托耳之壓力中沉積(最好是約低於 0.35 毫托耳)。所沉積之金屬層可得一表面溝渠減少之均勻表面。

前述係用以說明本發明之實施例，在不悖離本發明之基本範圍的情況下仍可推得本發明之其他或更進一步的實施例。本發明之範圍係由以下之專利申請範圍所定義。

(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：)

用於填充介層孔之階段性鋁沉積製程

本發明係一種半導體金屬化製程，用以提供完全填滿基板及平坦金屬表面上之介層窗，其中該介層窗不含空洞及溝槽。本發明之一觀點係沉積一耐熱層於一具有高深寬比之接觸窗或介層窗的基板上，然後在約低於 1 毫托耳之壓力中沉積一物理氣相沉積金屬(例如鋁或是銅)於該耐熱層上，以提供一均勻之金屬層。接著以金屬填入該接觸窗或介層窗，例如以形成金屬緩流的方式，且該金屬係以物理氣相沉積法沉積於該均勻之金屬層上。該製程最好是於一含長射物理氣相沉積反應室之整合製程系統中進行(其中靶材與基板以一至少 100 釐米之長投射距離距離分

英文發明摘要(發明之名稱：)

STAGED ALUMINUM DEPOSITION PROCESS FOR FILLING VIAS

The present invention is a semiconductor metallization process for providing complete via fill on a substrate and a planar metal surface, wherein the vias are free of voids and the metal surface is free of grooves. In one aspect of the invention, a refractory layer is deposited onto a substrate having high aspect ratio contacts or vias formed thereon. A PVD metal layer, such as PVD Al or PVD Cu, is then deposited onto the refractory layer at a pressure below about 1 milliTorrr to provide a conformal PVD metal layer. Then the vias or contacts are filled with metal, such as by reflowing additional metal deposited by physical vapor deposition on the conformal PVD metal layer. The process is preferably carried out in an integrated processing system that includes a long throw PVD chamber, wherein a target and a substrate are separated by a long throw distance of at least 100 mm, and a hot metal PVD chamber that also serves as a reflow chamber.

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

隔)，以及一亦可作為緩流反應室之熱金屬物理氣相沉積反應室。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

英文發明摘要(發明之名稱：)

六、申請專利範圍

1. 一種於基板上形成特徵結構之方法，至少包含下列步驟：

a) 沉積一阻障/潤濕層於該基板中之溝渠表面上方，該阻障/潤濕層之厚度約為 5 至 700 埃；

b) 在約低於 1 毫托耳之壓力中以物理氣相沉積法沉積一均勻金屬層於該阻障/潤濕層之表面，但不覆蓋或填滿該溝渠，所沉積之該金屬層厚度約為 200 埃至 1 微米；且

c) 以金屬填入該溝渠。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述以金屬填入該溝渠之步驟包含使一第二沉積金屬層形成緩流於上述溝渠中。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述以金屬填入該溝渠之步驟包含以物理氣相沉積法沉積一大面積金屬層於上述均勻金屬層上，並形成該大面積金屬層之緩流。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述步驟 a) 至 c) 係於一具有共同真空主機台之整合製程系統中進行。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述步驟 a) 至 c) 係於分離之反應室中進行。

(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

- 6.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中上述金屬在填入上述溝渠前並無曝露於空氣中。
- 7.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中上述金屬之濺鍍靶材距離上述基板約為150釐米至190釐米。
- 8.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中上述金屬層係一鋁層。
- 9.一種於基板上填滿介層窗、溝渠或是雙重鑲嵌結構之方法，至少包含下列步驟：
 - a)沉積一均勻之阻障/潤濕層於該基板上；
 - b)在約低於1毫托耳之壓力中沉積一均勻之物理氣相沉積金屬層於該阻障/潤濕層之上；且
 - c)使一沉積於該均勻之物理氣相沉積金屬層上之大面積物理氣相沉積金屬層形成緩流。
- 10.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中上述均勻之物理氣相沉積金屬層之毯覆厚度約為200埃至1微米。
- 11.如申請專利範圍第10項所述之方法，其中上述阻障/潤濕層之厚度約為700埃。
- 12.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中上述阻障/潤

(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

濕層為鈦。

- 13.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中上述阻障/潤濕層係由鎢、鈮、鋁矽化物、鈮、氮化鈮、氮化鈦、物理氣相沉積之鈦/氮物(PVD Ti/N₂-stufed)、氮化鈦矽(TiSiN)、氮化矽鎢(WSiN)或其結合所組成之族群中所選出。
- 14.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中上述均勻之物理氣相沉積金屬層係一均勻之物理氣相沉積鋁層。
- 15.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中當形成緩流時上述大面積物理氣相沉積金屬層之溫度約為攝氏500度。
- 16.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中上述大面積物理氣相沉積金屬之濺鍍靶材距離上述基板約為150釐米至190釐米。
- 17.如申請專利範圍第16項所述之方法，其中上述均勻之物理氣相沉積金屬層濺鍍時之壓力約低於0.35毫托耳。
- 18.一種沉積金屬層之設備，至少包含：

(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

- 一 基板移轉反應室；
- 一 阻障/潤濕層反應室，連結於該移轉反應室；
- 一 長射物理氣相沉積反應室，連結於移轉反應室，該物理氣相沉積反應室至少包含一靶材以及一基板，並以一至少 100 釐米之長投射距離分隔該靶材及該基板；及
- 一 熱金屬物理氣相沉積反應室，，連結於移轉反應室。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之設備，其中上述長投射距離約為 150 釐米至 190 釐米。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之設備，其中上述熱金屬物理氣相沉積反應室亦為一金屬緩流反應室。

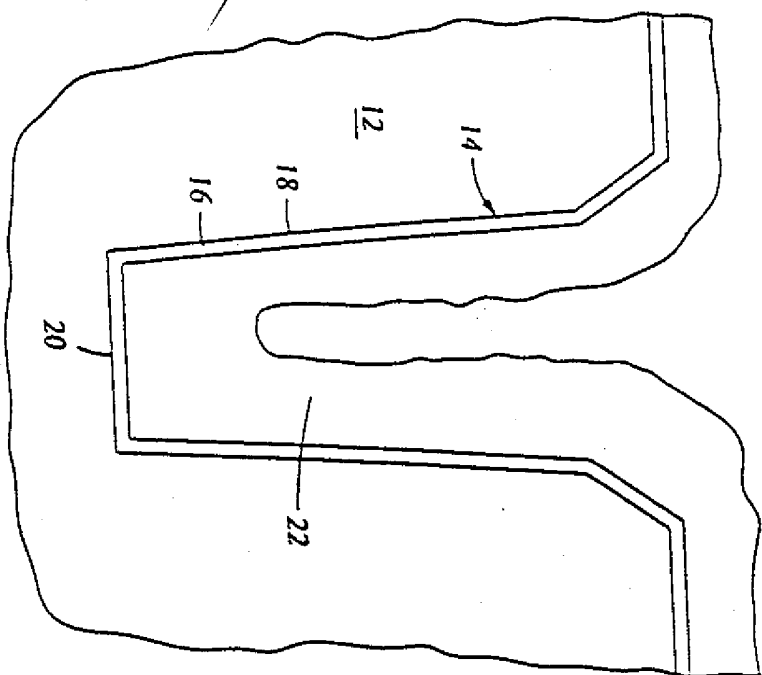
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

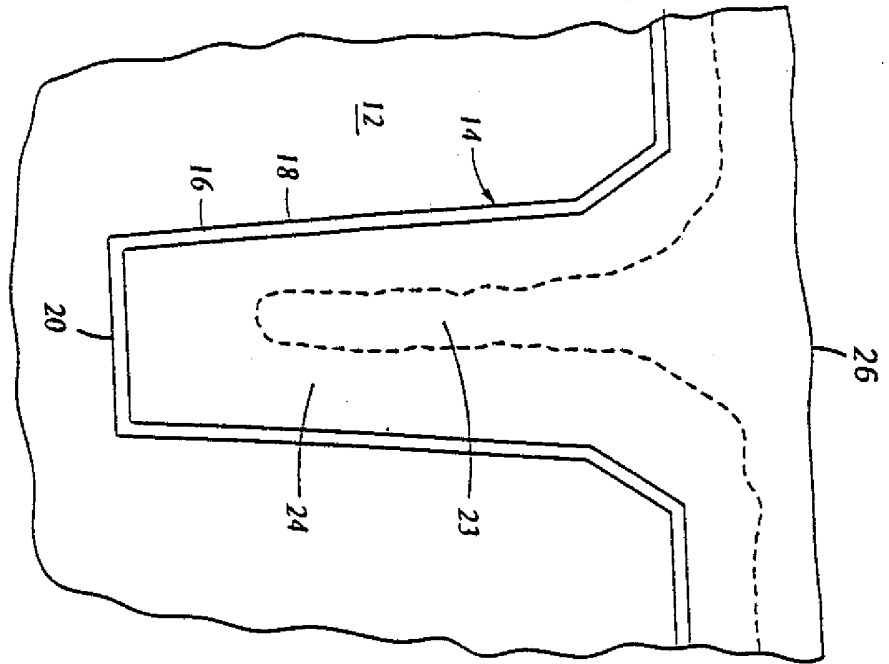
線

451410

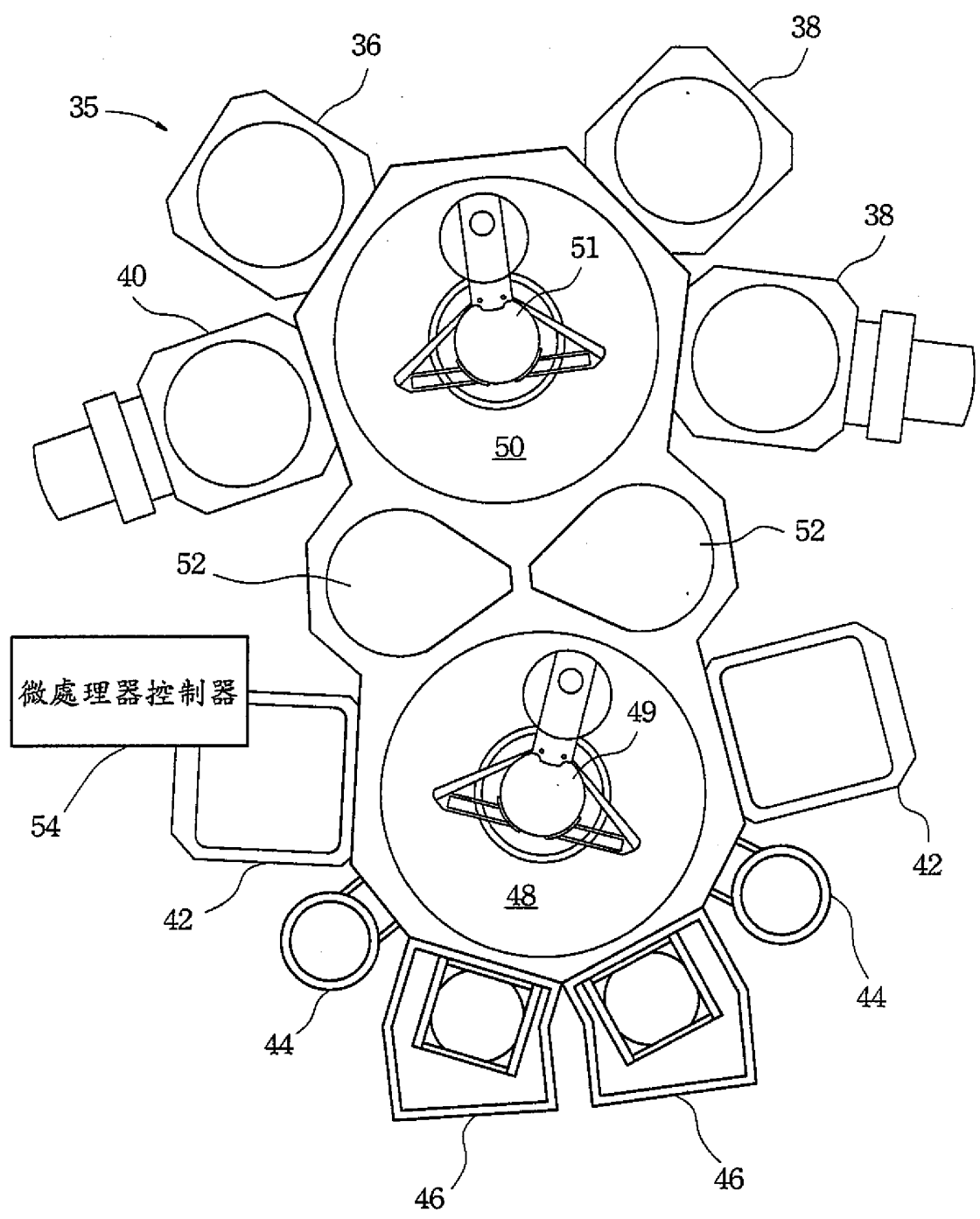
8911165



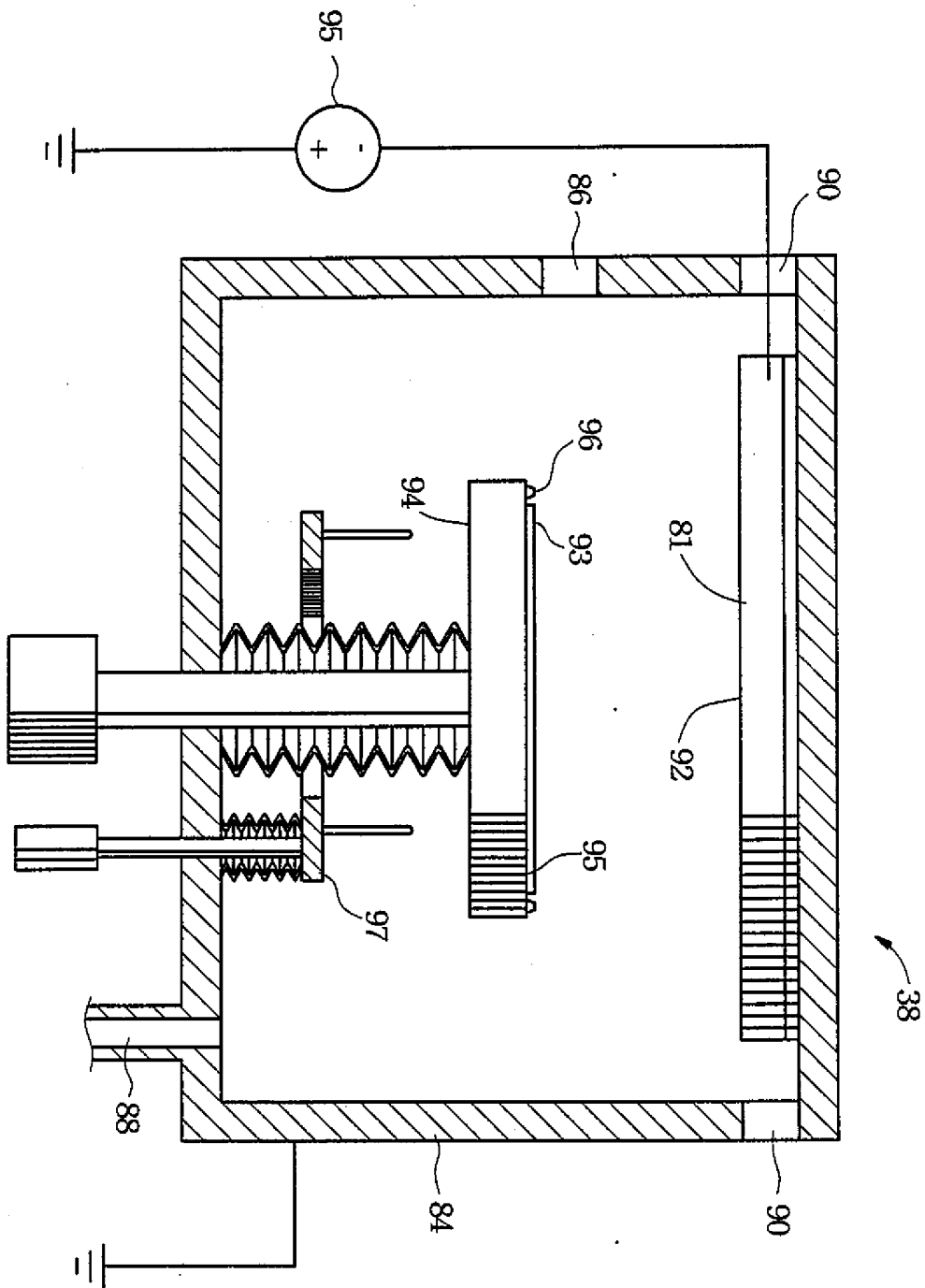
第 1 圖



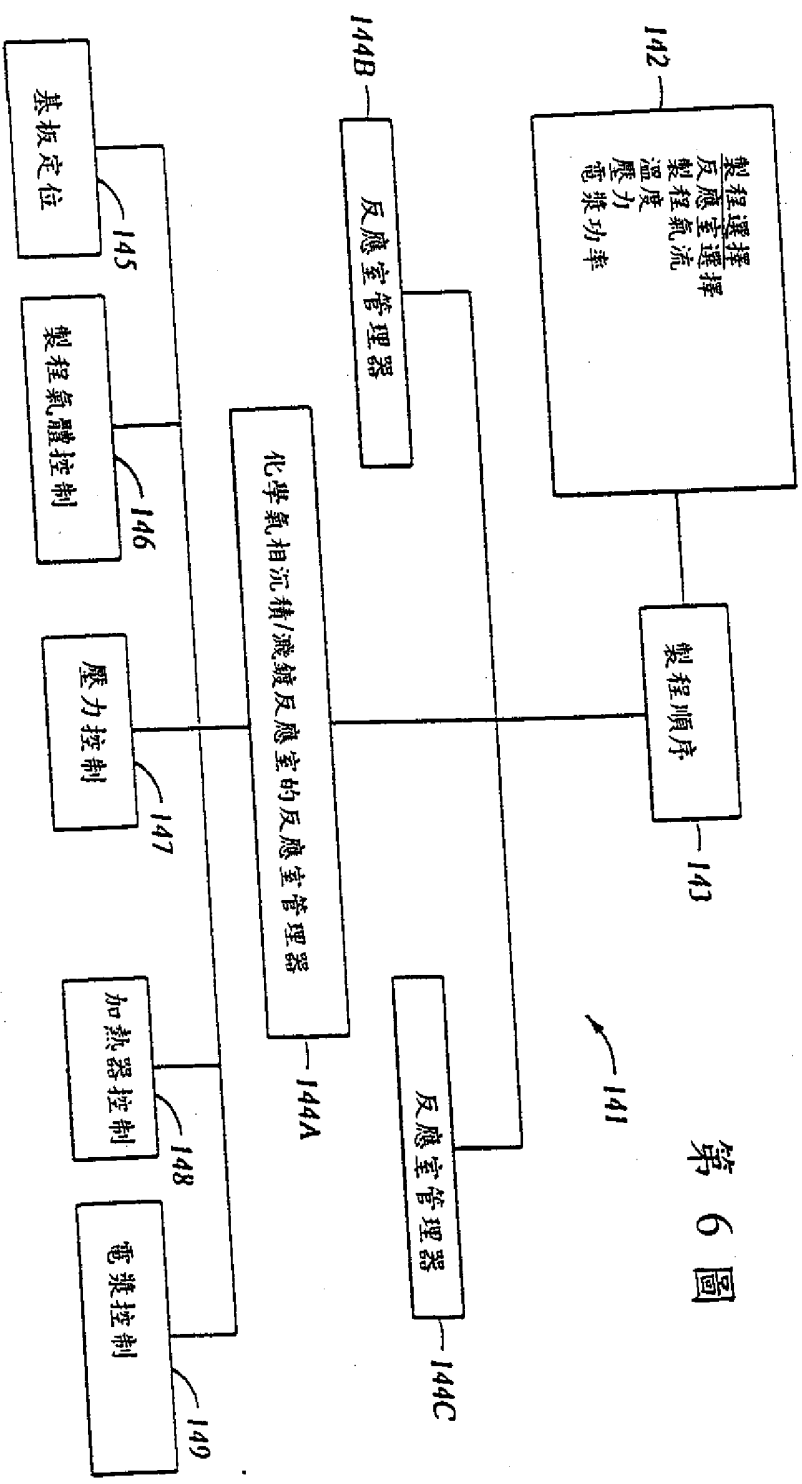
第 2 圖



第 3 圖



第 5 圖



第 6 圖