

公告本

申請日期	90.2.7
案 號	90102677
類 別	Heil 21/20

A4
C4

490738

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	以可動離子進行吸氣及加速處理之間隙孔氧化矽膜層
	英 文	MESOPOROUS SILICA FILMS WITH MOBILE ION GETTERING AND ACCELERATED PROCESSING
二、發明人 創作	姓 名	羅伯特 P. 曼多
	國 籍	美國
	住、居所	美國加州沙拉圖佳亞里歐德亞格羅 12472 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

經濟部智慧財產局

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：

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：2000 年 4 月 11 日 案號：09/547,714 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：

本發明係關於積體電路的製造。更特定地，本發明係關於沉積介電層於一基材上的處理。

發明背景：

自從半導體元件在數十年以前被引進後，這些半導體元件的幾何形狀在大小上已顯著地減小，從當時起，積體電路大致上遵循著每兩年大小變為一半的定律(一般稱之為摩爾定律)，亦即可放在一相同大小晶片上之元件數目每兩年就會增加一倍。現今的製造廠常規地製造具有 0.35 微米，甚至是 0.18 微米特徵尺寸的裝置，而未來的製造廠很快地將會製造幾何形狀更小的元件。

為了要進一步降低在積體電路上之元件的大小，則必需使用具有低電阻的導電材質及具有低介電常數(k ，其中 $k < 4.0$)的絕緣體。低介電常數的介電質如在國際專利公告號第 WO 99/41423 號中所載的可用旋施玻璃方法及化學氣相沉積技術(CVD)來沉積。包括蓋層在內之襯理/阻障層被沉積在與介電沉相鄰處以防止副產物，像是水氣，如在國際專利公告號第 WO 99/41423 號中所述的從低介電常數介電層擴散至導電材質層上，及從周圍環境中擴散至低介電常數介電質中。

例如，在一低 k 絕緣體的形成期間所產生的水氣很容易擴散至導電金屬的表面上並提高相鄰導電金屬表面的電阻係數。為了要防止層與層之間的擴散，阻障/襯理層被

五、發明說明()

沉積於層與層之間且典型地是由傳統的矽基材質，如氮化矽，所形成其可阻擋副產物的擴散及/或防止金屬層擴散至低 k 材質中。然而，阻障/襯理層典型地具有比 4.0 大許多之介電常數，如氮化矽具有約 7.0 的介電常數，且此高的介電常數會導致一組合的絕緣層其沒有顯著地降低該介電常數的結果。

形成低 k 層的一種方法為沉積一高多孔性，低密度膜層以獲得一介電常數其接近空氣的介電常數，即 k 約為 1。一低 k 多孔膜層沉積處理的例子被描述於授予 Brinker 等人的美國專利第 5,858,457 號中，該專利揭示一種形成一具有高膜層孔洞性之低介電常數膜層的方法，其包含沉積溶膠-凝膠先驅物於一基材上，接著選擇性地蒸發該溶膠-凝膠先驅物的成分以形成超分子組合物之步驟。該等組合物然後藉由該超分子在 400°C 下實施之的氧化性高溫分解而被形成為有順序的 (ordered) 多孔膜層。然而，在 Brinker 等人的專利中，該高溫分解步驟需時 4 個小時用以將該溶膠-凝膠焙燒 (calcinated) 成一多孔膜層。此時間長度不符合在現代半導體製造中對於較高的處理速度的需求。

高多孔性氧化矽基膜層，如描述於上文中的 Brinker 等人的專利中之氧化矽膜層，對於帶電可動離子，特別是像形成於溶膠-凝膠先驅物中之鈉及鉀的鹼離子，具有不佳的擴散阻擋性。這些帶電的離子很容易在所施加的電場的影響下擴散至膜層中及穿過膜層並提高膜層的屏電性

五、發明說明()

且導致膜層的極性化且提高該膜層的介電常數。因此，該等帶電的可動離子的輸送對於使用在積體電路多層內連線結構中之低介電常數絕緣體膜層而言是負面的。

此外，氧化矽基的多孔膜層通常是親水性的且積極地從周圍環境中吸收水氣。如果水，其介電常數(k)約為 78，被該多孔膜層所吸收的話，則該多孔膜層的低 k 介電特性即會受到極不利的影響。通常，這些親水性的膜層會被回火以去除水氣，但這在沉積處理中只是一暫時性的解決手段，因為該等膜層在後續的處理中對於水氣的污染仍是相當敏感的。此外，回火通常是一相當耗時的處理其增長的基材處理的時間及導致較低的產出率的結果。通常，為了要限制在親水性膜層中之水氣的污染，該膜層藉由一矽烷化處理及藉由沉積一蓋層或被動層而將該膜層從一親水性膜層轉變為一疏水性膜層以防止在該多孔膜層中之水氣污染。

在將沉積蓋層於多孔膜層上時存在著一個問題，亦即多孔膜層，如旋轉塗佈或噴灑塗佈的多孔膜層是在大氣壓力下被沉積的，即大於 300Torr(托爾)，而蓋層則典型地是藉由在真空壓力下(即低於 100 托爾)的一電漿強化的化學氣相沉積(PECVD)處理來沉積的。此真空處理及大氣壓處理是在分開來的真空及大氣壓處理系統中或叢集工具設備中實施的，其中將多孔膜層從一處理系統或設備輸送至另一系統的過程會讓多孔膜層受到污染。叢集工具為模組，多艙室，整合的處理系統其具有一中央基材搬運模組

五、發明說明()

及數個周邊的處理室，基材即在該等室中依序接受一連串的處理步驟以形成積體電路。對於先進的微電子裝置的製造而言，叢集工具已變成普遍被接受之有效且有效率的設備。

第 1 圖顯示一真空叢集工具 10 其具有多個單一基材處理室 12，它們被安裝在一中心的真空室上，其被稱為一中央輸送室用來將基材從一位在一或多個負載鎖定室 20 中之基材匣盒輸送至一或多個處理室 12 中。此被示出之特定的工具包含多達 4 個單一的基材處理室 12 其徑向地位在該輸送室的周圍。一與第 1 圖所示之工具相似之叢集工具可從位在美國加州的 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司購得。基材在處理室 12 之間的輸送典型地是由一位在一中央輸送室 18 中之基材搬運模組 16 來管理。在基材被處理之後，它們即被移回經過負載鎖定室 20 並進入到基材匣盒中，基材可在匣盒中被送至下一個系統以進行額外的處理。不同的處理，如物理氣相沉積(PVD)，化學氣相沉積(CVD)，蝕刻，可在處理室 12 中被實施。

典型地，大氣處理叢集工具及真空處理叢集工具尚為被加以整合在一起。真空處理工具需要在一處理循環的不同處理步驟期間藉由一真空幫浦來維持一真空或維持一可重複建立的真空。與大氣處理工具比較起來，此關於真空的需求導致較成的處理時間及一較低的產出率，而這讓這些系統的整合變得不具吸引力。然而，將基材輸送於叢集工具之間會導致處理基材的污染問題，而這在對於污

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

染敏感的膜層，如多孔膜層，的輸送上是一項非常嚴重的問題。目前在此產業中，沒有叢集工具是結合了在大氣環境及近真空處理條件下之低 K 介電材質及覆蓋材質的沉積。

因此，對於具有高的基材產出率之阻擋離子擴散的低 K 介電材質的沉積方法仍存在著需求。

發明目的及概述：

本發明提供一種用來沉積具有低介電常數之間隙孔氧化矽膜層的方法及設備。根據本發明的一個態樣，本發明提供一種沉積一包含磷且具有低介電常數之間隙孔氧化物膜層的處理。該間隙孔膜層最好是具有一磷化合物的磷濃度，如介於 2% 至 8% 重量百分比之間的五氧化二磷 (P_2O_5)。該間隙孔氧化矽膜層是藉由沉積及硬化 (curing) 一含有溶膠-凝膠 (sol-gel) 先驅物之磷以形成一具有一致直徑的互連孔洞之氧化物膜層 (最好是以一立方結構)，然後將該膜層曝露於一鈍氣氛圍中並在 200°C 至 450°C 間的溫度下回火，或在 200°C 至 400°C 間的溫度下將該膜層曝露於一含有一反應性氧氣物質的氧化氛圍中以去除表面活化劑並形成一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，而被形成的。

該含有溶膠-凝膠先驅物的磷最好是包含一矽/氧化合物，一含有酸溶液之磷，一有機溶劑，水，及表面活性劑。磷亦可被引入該溶膠-凝膠先驅物，其可藉著用含有一磷系酸 (phosphorus based acid) 的磷系酸溶液來將一磷酸配位體 (-

五、發明說明 ()

PO(OH)₂加成或取代在一具有矽之化學先驅物上，且藉著一磷系成份的界面活性劑來引入，該磷系酸溶液可進一步含有揮發性的無機酸及/或有機酸，且該界面活性劑較佳為一種以醇為末端之界面活性劑的磷酸鹽，其可選自

$$p-(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$$

$$p-(\text{CH}_3)_3\text{COC}_6\text{H}_4\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$$

$$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$$

$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_K\text{-OH}$$

$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_I(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_J\text{-OH}$$

$$\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{HO})_L(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M\text{H}$$

及其氟化衍生物，及其組合，其中 N 為 6 至 12 之整數，較佳為 8；K 為 13 到 17 之整數，I 為 6 至 15 之整數，J 為 20 至 106 之整數，且 L 為 20 至 80 之整數。

在本發明的另一態樣中，一間隙孔氧化物膜層可藉由形成一包含一第一矽/氧化合物，一有機酸，一第一有機溶劑，水，及一第一表面活性劑之第一溶膠-凝膠先驅物，形成一包含一第二矽/氧化合物，一磷系的酸，一第二有機溶劑，水，及一第二表面活性劑之第二溶膠-凝膠先驅物，混合該第一及第二溶膠-凝膠先驅物以形成一混合的溶膠-凝膠先驅物，沉積該混合的溶膠-凝膠先驅物於該基材上，將該被沉積的混合的溶膠-凝膠先驅物硬化以形成一氧化物膜層，及將該氧化物膜層曝露於一表面活化劑去除處理中以形成一間隙孔氧化物膜層，而被形成於一基材上。最好是，該第一及第二溶膠-凝膠先驅物是以 1：1 至 10：1 間的比例混合的。最好是，該間隙孔氧化物膜層具

五、發明說明()

有一磷化合物的磷濃度，如介於 2% 至 8% 重量百分比之間的五氧化二磷(P_2O_5)。

在本發明的另一態樣中，一種方法被提供來形成一雙鑲嵌結構，該方法包含沉一第一蝕刻停止物於一基材上，沉積一第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第一蝕刻體物上，沉積一第二蝕刻停止物於該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，沉積一第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第二蝕刻停止物上，沉積一第三蝕刻停止物於該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層上，蝕刻該第二蝕刻停止物及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層以形成一垂直的內連線開孔，及經由該垂直的內連線(interconnect)開孔蝕刻該第二蝕刻停止物，該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層及該第一蝕刻停止物以進一步界定該垂直內連線，藉以露出該基材，及蝕刻該第三蝕刻停止物及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層以形成一水平內連線及形成一雙鑲嵌結構。最好是，該間隙孔氧化物膜層具有一磷化合物的磷濃度，如介於 2% 至 8% 重量百分比之間的五氧化二磷(P_2O_5)。

圖式簡單說明：

本發明之一更為特定的描述可藉由參照在附圖中所示出之較佳實施例而被獲得，使得本發明之前述特徵，優點及目的可被詳細地瞭解。

然而，應被瞭解的是，附圖中所展示的只是本發明之

五、發明說明()

典型的實施例，其不應被解讀為本發明之範圍的限制。

第 1 圖為用於半導體晶材整批處理之一徑向叢集工具的俯視圖；

第 2 圖為包含本發明之一蓋層(capping)模組及高壓沉積模組的一設備的實施例的俯視圖；

第 3 圖為本發明之加蓋模組的一實施例的俯視圖；

第 4 圖為本發明之一負載鎖定室的實施例的立體圖；

第 5 圖為一輸送室及一處理室的俯視圖，其顯示安裝在該輸送室上且在收回位置準備在該輸送室內旋轉或伸入另一室中之本發明的一基材搬運件；

第 6 圖為一輸送室及一處理室的俯視圖，其顯示安裝在該輸送室中且在一伸長位置之本發明的基材搬運件，其中該等載盤被置於該處理室中；

第 7 圖為一快速熱回火室的剖面圖；

第 8 圖為一包括在本發明的加蓋模組中之 PECVD 室的實施例的立體圖；

第 9 圖為本發明之 PECVD 室的剖面圖；

第 10 圖該 PECVD 室之氣體分佈組件的分解圖；

第 11 圖為蓋子被取下之本發明的 PECVD 室的俯視圖；

第 12 圖為一用於處理控制之電腦程式的控制架構的示意方塊圖；

第 13 圖一舉例性的間隙孔膜層的圖式其顯示立方結構及間隙孔膜層結構；

第 14 圖為一剖面圖，其顯示一包含了本發明之摻雜了磷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

之間隙孔氧化物層之雙鑲嵌結構；及
第 15A-H 圖為剖面圖，其顯示一應用了本發明之摻雜了磷
之間隙孔氧化物介電層之雙鑲嵌沉積順序。

圖號對照說明：

- | | | | |
|-----------|---------|-----------|-------------|
| 10 | 真空叢集工具 | 12 | 基材處理室 |
| 18 | 輸送室 | 20 | 負載鎖定室 |
| 16 | 基材搬運模組 | 120 | 蓋層模組 |
| 201 | 主架構 | 122 | 工廠界面(基材階段區) |
| 126 | 輸送室 | 127 | 基材搬運器 |
| 124 | 負載鎖定室 | 130 | 處理室 |
| 140 | 背端 | 134 | 氣體面板 |
| 136 | 分電面板 | 138 | 電腦控制架 |
| 126A,126B | 輸送室 | 127A,127B | 基材搬運器 |
| 125 | 基材預熱站 | 135,133 | 側壁 |
| 121 | 細縫閥 | 128,132 | 通道 |
| 610 | 基材通道 | 618,620 | 處理區 |
| 628 | 基材加熱器托盤 | 135 | 底部 |
| 128 | 真空門 | 244 | 預熱艙室 |
| 132 | 細縫閥 | 242 | 冷卻艙室 |
| 114 | 基材旋轉室 | 113 | 細縫閥 |
| 116 | 基材硬化室 | 115 | 細縫閥 |
| 117 | 閥縫閥 | 118 | 基材清除室 |
| 123 | 矽烷化沉積室 | 119 | 細縫閥 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明()

110	冷卻站	111	冷卻站
112	基材搬運件	108	輸送室
101	高壓沉積室	106	基材匣盒
112	基材搬運器	104	階段基材搬運器
103	基材架	202	室壁
204	底部	206	蓋子
248	支撐平台	250	上平台
252	支撐壁	246	輸送區
224	升降軸	256	密封凸緣
258	密封凸緣	260,262	空間
264	排放管路	287,289	排放管路
500	基材搬運器	520,522	基材載盤
524	第一磁性夾具	526	第二磁性夾具
504	第一支柱	506	第二支柱
508	第三支柱	510	軸銷
512	軸銷	540	基材載盤組件
516	軸銷	518	軸銷
514	支柱	502	基材
542,544	金屬帶	118	快速回火(RTA)室
902	外殼	904	熱板
907	加熱器	906	基材支撐銷
908	基底	910	側壁
912	頂部	913	冷板
914	反射絕緣圓盤	916	電源

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

920	熱電耦	922	導管(細縫閥)
921	控制器	924	開口
926	管狀導管	928	舉升板
930	作動器	932	舉升銷
228	裝載站輸送基材搬運器		
936	氣體入口	938	氣體源
940	閥	942	氣體出口
944	釋壓/止回閥	602	室體
604	蓋子	608	氣體糞佈系統
612	側壁	614	內壁
616	底壁	622,624	通道
630	桿	625	圓周抽吸管道
627	襯裡	629	壁架
631	排放孔	640	氣體入口通道
642	蓮蓬頭組件	644	擋板
646	面板	648	環形基板
652	冷卻管道	655	入口
657	冷媒管路	659	冷媒出口
639	氣體入口管路	670	氣體入口歧管
672	電壓梯度饋送	674	氣體出口歧管
626	桿	651	支撐銷
653	孔洞	659	圓柱軸
661	下球形部	663	圓錐頭
655	銷支撐件	219	氣體供應面板

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明()

- | | | | |
|------|---------|---------|-----------|
| 136 | 電源輸送系統 | 138 | 系統控制器 |
| 1410 | 電腦程式 | 1420 | 製程選擇器副程式 |
| 1430 | 製程排序副程式 | 1440A-C | 應室管理副程式 |
| 1450 | 基材置放副程式 | 1460 | 處理氣體控制副程式 |
| 1470 | 壓力控制副程式 | 1480 | 加熱器控制副程式 |
| 1490 | 電漿控制副程式 | 1500 | 雙鑲嵌結構 |
| 1510 | 第一介電層 | 1502 | 基材 |
| 1504 | 接點層基材材質 | 1508 | 第一蝕刻停止層 |
| 1514 | 第二介電層 | 1512 | 第二蝕刻停止層 |
| 1506 | 導電接線 | 1516 | 第三蝕刻停止層 |
| 1520 | 介層孔 | 1522 | 阻障層 |
| 1524 | 導電金屬 | 1515 | 阻障層 |
| 1517 | 氧化矽層 | 1521 | 光阻層 |
| 1519 | 反反射塗層 | | |

發明詳細說明：

本發明提供一種用來沉積具有低介電常數之間隙孔氧化矽膜層的方法及設備。根據本發明的一個態樣，本發明提供一種沉積一包含磷且具有低介電常數之間隙孔氧化物膜層的處理。該間隙孔膜層最好是具有一磷化合物的磷濃度，如介於 2%至 8%，更佳地為 4%，重量百分比之間的五氧化二磷(P₂O₅)。該間隙孔氧化矽膜層是藉由沉積及硬化(curing)一含有溶膠-凝膠(sol-gel)先驅物之磷以形成一具有一致直徑的互連孔洞之氧化物膜層(最好是以一立方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

結構)，然後在 200℃ 至 400℃ 間的溫度下將該膜層曝露於一含有一反應性氧氣物質的氧化氛圍中以去除表面活化劑並形成一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，而被形成的。導入該氧化矽膜層中之磷典型地將形成磷氧化物，如五氧化二磷。該間隙孔氧化物膜層具有至少 50% 的多孔性及介於 1.6 至 2.2 之間的介電常數。該介電層亦可被用作為一金屬間介電層。一般相信摻雜磷可有利地提供離子可動性，加速被沉積的水解作用完成及縮合之綜合的優點並改善膜層強度。

該溶膠-凝膠先驅物較佳含有一矽/氧化合物，一含磷之酸溶液，一有機溶劑，水及一界面活性劑。該矽/氧化合物先驅物較佳為四乙基原矽酸酯、甲基三乙氧矽烷、苯基三乙氧矽烷、對位-二(三乙氧矽烷基)苯、二(三乙氧矽烷基)甲烷、六乙氧基二矽氧烷，及其組合。此外，該磷可藉著將一膦酸配位體(-PO(OH)₂)加成或取代到一具有矽之化學先驅物上來引入該溶膠-凝膠先驅物。較佳含磷之矽/氧先驅物包括鄰-磷三乙基矽烷， $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiOPO}(\text{OH})_2$ ，鄰-磷乙烯三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{OPO}(\text{OH})_2$ ，磷鹽基乙烷三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2$ ，對-磷鹽基伸苯基三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{PO}(\text{OH})_2$ ，膦三乙基甲矽烷酮 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{O})\text{PO}(\text{OH})_2$ ，膦三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiPO}(\text{OH})_2$ 及它們的組合所組成的組群中。

較佳地，該含磷溶膠-凝膠先驅物係由一磷系酸溶液

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

所形成。該酸溶液係如觸媒般作用，藉著降低水解活化能且催化後續在膜形成期間的縮合反應來加速該溶膠-凝膠先驅物的水解。該含磷酸溶液較佳為一種磷系酸溶液，其係選自正磷酸(H_3PO_4)、磷酸二氫銨、磷酸二氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、烷氧基矽烷膦酸酯、其具取代之衍生物，及其組合。該含磷之酸溶液亦可含有揮發性的無機酸，較佳為硝酸、鹽酸、過氯酸、及其組合，及/或有機酸，較佳為草酸、二羥醋酸及其組合。

磷亦可藉著界面活性劑的磷系成份來被引入該溶膠-凝膠先驅物中，其較佳為以醇為末端之界面活性劑的磷酸鹽，其可選自 $\text{p}-(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ ， $\text{p}-(\text{CH}_3)_3\text{COC}_6\text{H}_4\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_K\text{-OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_I(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_J\text{-OH}$ 、 $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{HO})_L(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M\text{H}$ ，及其氟化衍生物，及其組合，其中 N 為 6 至 12 之整數，較佳為 8； K 為 13 到 17 之整數， I 為 6 至 15 之整數， J 為 20 至 106 之整數，且 L 為 20 至 80 之整數。較佳地，可使用不含磷之界面活性劑來形成該溶膠-凝膠先驅物，該不含磷之界面活性劑係選自 $\text{p}-(\text{CH}_3)_3\text{C-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-(OCH}_2\text{CH}_2)_8\text{OH}$ 、 $\text{p}-(\text{CH}_3)\text{COC}_6\text{H}_4\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_8\text{-O}$ 、及其它環氧乙烷共聚物衍生物，環氧乙烷-環氧丙烷-環氧乙烷三嵌段共聚物衍生物，及其組合。

在本發明的另一態樣中，一間隙孔氧化物膜層可藉由

五、發明說明()

形成一包含一第一矽/氧化合物，一有機酸，一第一有機溶劑，水，及一第一表面活性劑之第一溶膠-凝膠先驅物，形成一包含一第二矽/氧化合物，一磷系的酸，一第二有機溶劑，水，及一第二表面活性劑之第二溶膠-凝膠先驅物，混合該第一及第二溶膠-凝膠先驅物以形成一混合的溶膠-凝膠先驅物，沉積該混合的溶膠-凝膠先驅物於該基材上，將該被沉積的混合的溶膠-凝膠先驅物硬化以形成一氧化物膜層，及將該氧化物膜層曝露於一表面活性劑去除處理中以形成一間隙孔氧化物膜層，而被形成於一基材上。最好是，該間隙孔氧化物膜層具有一磷化合物的磷濃度，如介於 2% 至 8%，更佳地是 4%，重量百分比之間的五氧化二磷(P_2O_5)。

在本發明的另一態樣中，一種方法被提供來形成一雙鑲嵌結構，該方法包含沉一第一蝕刻停止物於一基材上，沉積一第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第一蝕刻體物上，沉積一第二蝕刻停止物於該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，沉積一第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第二蝕刻停止物上，沉積一第三蝕刻停止物於該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層上，蝕刻該第二蝕刻停止物及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層以形成一垂直的內連線開孔，及經由該垂直的內連線(interconnect)開孔蝕刻該第二蝕刻停止物，該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層及該第一蝕刻停止物以進一步界定該垂直內連線，藉以露出該基材，及蝕刻該第三蝕刻停止物及該第二摻雜了磷的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

間隙孔氧化物膜層以形成一水平內連線及形成一雙鑲嵌結構。最好是，該間隙孔氧化物膜層具有一磷化合物的磷濃度，如介於 2% 至 8%，更佳地為 4%，重量百分比之間的五氧化二磷(P_2O_5)。

第 2A 及 3A 圖示意地顯示一蓋層模組 120 的實施例，上述本發明之處理可在該模組中實施。該蓋層模組 120 為一近真空壓力處理模組用於膜層，特別是用電漿加強的化學氣相沉積(PECVD)沉積的蓋層，的沉積。近真空壓力在本文中被定義為 100 托爾或更低，且該蓋層模組的壓力最好是與 0.5 托爾至 10 托爾的 PECVD 室的操作壓力相近。模組 120 為一自足的系統，其具有被支撐於一主架構 201 上之所需的處理器具，該系統可被輕易地安裝且可提供一快速的啟動。該模組 120 大致上包含四個區域，即，一工廠界面 122，基材經由該界面被導入該模組 120，一或多個輸送室 126，每一輸送室容納一基材搬運器 127，該基材搬運器 127 最好是與一設置於該工廠界面 122 內之雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 相連通，一或多個而最好是兩個安裝在該輸送室 126 上且與其連通之前後或驚生處理室 130，及一後端 140 其容納模組 120 操作所需之器具，如氣體面板 134，分電面板 136，及電腦控制架 138，如第 2B 及 3B 圖所示。該系統可被設計成可應用於不同的處理中且支援反應室硬體，如電漿強化的化學氣相沉積(PECVD)。描述於下文中的實例係有關於一使用 PECVD 處理的系統，如一間隙孔氧化物介電沉積處理。然而，應

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

被瞭解的是其它的處理亦可應用本發明。

第 2B 圖顯示本發明之一蓋層模組 120 的另一實施例。該蓋層模組 120 亦包含四個區域，即，一工廠界面 122，基材經由該界面被導入該模組 120，一或多個輸送室 126A，126B，每一輸送室容納一基材搬運器 127A，127B，該基材搬運器 127A，127B 最好是與一設置於該工廠界面 122 內之雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 相連通且與一基材預熱站 125 相連通，一或多個而最好是兩個安裝在該輸送室 126A，126B 上且與其連通之前後或驚生的處理室 130，及一後端 140 其容納模組 120 操作所需之器具，如氣體面板 134，分電面板 136，及電腦控制架 138，如第 2B 及 3B 圖所示。該基材預熱站 125 大致上包含多個垂直地設置的基材固持件並對基材提供加熱。該基材固持件對齊及基材加熱處理係詳細地底下預熱負載鎖定室 124 的說明中，然而，本發明亦可使用其它的預熱站。

輸送室

第 2A 圖顯示本發明之處理模組 120 的一實施例的俯視示意圖。該處理模組 120 將輸送室 126 包含於一室側壁 133 中。輸送室包括側壁 133 及底部 135 且最好是由一件材質，如鋁，所加工製成。一輸送室 126 的蓋子(未示出)在操作期間被支撐於該側壁 133 上以形成一真空室。輸送室 126 的側壁 133 支撐該處理室 130 並提供工廠界面 122 的附著，其可包含一或多個冷卻/預熱負載鎖定室 124(示於第 4 圖中)，該負載鎖定室可經由細縫閥 121 提供至其

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

它輸送室的途徑或作為一基材插入點用以在該處理室 130 中進行處理。輸送室 126 的側壁 133 在每一側上都界定通道 128, 132, 經由該通道可提供到達該系統中之其它室的途徑。設置成穿過側壁 133 之通道 128, 132 使用兩個獨立的細縫閥或前後細縫閥組件來加以開、關。通道 128 提供到該工廠界面或基材階段區 122 的途徑, 基材可在該處被導入該輸送室 126 中。通道 132 與處理區 618, 620 (示於第 9 圖中) 中的基材通道 610 相搭配以允許基材進入到處理室 130 中之處理區 618, 620 中用以將基材基熱器托盤 628 加以定位。

處理室 130 及基材階段區 122 包括一細縫閥開口及一細縫閥 128, 132, 其可在處理室 130, 基材階段區 122, 及輸送室 126 之間建立溝通, 同時亦提供在這些室中之每一室內的環境之真空隔離以允許該系統內之一階段真空。細縫閥及控制系統縫閥的方法被描述於 Tepman 等人的美國專利第 5,226,632 號及 Lorimer 的美國專利第 5,363,872 號中, 這兩個專利第藉由參照而被併於本文中。輸送室 126 的底部 135 界定一中央通道(未示出)一基材搬運器 127, 如一基材搬運組件延伸於該通道中且被安裝於該輸送室 126 的底部 135 上。一氣體沖洗埠(未示出)被設置成穿過該輸送室 126 的底部 135 用以在抽真空期間提供清洗氣體。

第 2B 圖顯示本發明之處理模組 120 的另一實施例的俯視示意圖。該處理室 120 的第二實施例包含兩個輸送室

五、發明說明()

126A, 126B 於一室側壁 133 中。輸送室 126A, 126B 彼此被隔離且都與該工廠界面 122 連通其最好只包含一或多個冷卻室, 及一或多個預熱負載鎖定室 124 其被設置成與該工廠界面 122 正交, 及一或多個處理室 130 或一或多個處理區 618, 620。輸送室 126A, 126B 的側壁 133 界定通道 128, 132 與每一側上, 透過該等通道可提供到達該系統中之其它室的途徑。

在蓋層模組的輸送室中之基材搬運

參照第 2A 圖, 經由前端階段區 122 而被提供至該蓋層模組 120 的基材是如下所述地由蓋層模組 120 來搬運。當前端階段區 122 的裝載時, 通往該階段區 122 的該輸送室前端真空門 128 即關閉且該輸送室 126 被抽真空至真空處理條件。該處理室 126 是由單一個或兩個設置在該模組 120 上的真空幫浦(未示出)來抽真空的。在真空抽吸至一夠低的低壓力及在基材在負載鎖定 124, 最好是在一預熱艙室 244(示於第 4 圖中), 中預加熱之後, 氣動的輸送室 126 的前端真空門 128 即打開同時允許輸送室 126 與前端階段區 122 間的連通。該基材搬運件 127 指出被固持在該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 中的基材, 該負載鎖定室係設在該基材階段區 122 中。然後, 該輸送室 126 中之該等基材搬運件, 雙載盤輸送室基材搬運件 127, 同時從位在該前端基材階段區 122 中雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 的每一層上取得一基材, 且根據該模組 120 的結構而同時將基材輸送至一驚生處理室 130 的處理區 618, 620 中或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

將個別的基材輸送至各自的處理室 130 中。或者，基材可在抽真空期間被預置於通往該處理區 130 的細縫閥 132 的前端中。

當基材被置放之後，輸送室基材搬運器 127 從處理室 130 中撤出且細縫閥 132 被關閉。已經在該高壓沉積模組 101 中被沉積一介電層之基材人後藉由 PECVD 在該處理室 130 中被沉積一蓋層。在處理完成之後，細縫閥 132 被打開且該輸送室基材搬運件 127 將基材從處理區 618, 620 中移出且將該基材置放在該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 的冷卻艙室 242 中。在該基材被置放在該預熱模組 124 中之後，該基材搬運件從該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 中取出在標示序列中被標示的下一對基材。該對基材然後如先前的基材搬地被該輸送室基材搬運器 127 所輸送，處理，及取得。此處理持續到預熱艙室 244 中的所有基材都已在該 PECVD 處理室中被處理過且被置放於該冷卻艙室 244 中為止。在最後的基材被處理過後，通往處理室 130 的細縫閥 132 即被關閉。

輸送室 126 然後被通入一鈍氣，如氬氣，以升壓至大氣壓力且前端真空門 128 被打開。該輸送室的送風可在細縫閥 132 被關閉且最後一對基材已經被處理之後立即開始。這讓該輸送室 126 能夠在最後一對基材被送回該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 時即被送風藉以縮短在蓋層模組 120 中之處理時間。當送風完成之後，該高壓沉積模組 101 的輸送室基材搬運器 112 從該雙層冷卻/預熱負載鎖定

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

室 124 處取得基材並同時將所有經過處理的基材卸載至位在該高壓沉積模組 101 的前端階段區 102 中。

在每一批的最後一對基材已被處理過且從處理室 130 中移出及細縫閥 132 已被關閉之後，處理室清潔處理即可進行用以將處理室準備好以進行下一批基材的處理。這讓清潔處理可在背景中進行，而同時該輸送室 126 則被抽真空且基材則被交換。

高壓沉積模組

參照第 3A 圖，本發明之蓋層模組 120 的另一實施例經由一基材階段區 122 而連結一高壓沉積模組 101。該高壓沉積模組 101 沉積介電材質，如將於下文中說明之間隙孔氧化物膜層，且通常被稱為高壓沉積模組。該高壓沉積模組 101 為一用來沉積膜層之近大氣壓力處理模組，其中高壓或近大氣壓力在本文中被定義為約 300 托爾或更高的壓力，最好是大大於 500 托爾的壓力。

連結在一起之該蓋層模組 120 及高壓沉積模組 101 形成本發明的處理系統 100。該基材階段區 122 使用該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 來輸送基材於蓋層模組 120 與高壓沉積模組 101 之間。該高壓沉積模組 101 最好是一階段式的大氣系統其包括一或多個具有各自的細縫閥 113 之旋轉器室 114，一或多個具有各自的細縫閥 115 之基材硬化室 116，一或多個具有各自的細縫閥 117 之基材清除 (stripping) 室 118，一或多個具有各自的細縫閥 119 之矽烷化沉積室 123，在冷卻站 111 中之雙層冷卻站 110，及一設

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

在該高壓沉積模組 101 的輸送室 108 中的基材搬運件 112。最好是，旋轉器室 114，硬化室 116，清除室 118，及矽烷化沉積室 123 中每一者都至少有一個，其中每一種室都被安裝在該高壓沉積模組 101 的輸送室 108 中的一垂直間隔開來的架上。

如第 3B 圖所示的，該等室，如一或多個基材硬化室 116，可被安裝在負載鎖定室 124 上或其中以節省空間。該基材搬運件 112 通常為雙臂的基材搬運器 112，最好是具有獨立旋轉運動的兩個臂，每一臂能夠進出該模組 101 的輸送室 108 內的不同室。或者，該雙臂的基材搬運器 112 可具有前後的可動臂且最好是與蓋層模組 120 的基材搬運器 127 相同的型號。

該處理系統 100 的高壓沉積模組 101 的前端階段區 102 典型地具有一或多個以彼此水平地間隔開來方式被安裝在一階段平台 102 上的基材匣盒 106，該平台連結至該高壓沉積模組 101 的輸送室 108 上。該等基材匣盒 106 被設計來支撐多個以垂直地間隔開來的方式安置的基材。基材匣盒 106 最好是包括兩個或多個匣盒板(未示出)或其它以除直間隔開來的方式被設置的基材支撐件用以支撐以垂直層疊方式被置於其內的基材。一基材架 103 可被設置於該冷卻站 111 中的雙層冷卻站 110 與負載鎖定室 106 之間用以在基材交換於冷卻站 111 與負載鎖定 106 之間時提供基材冷卻的地方。或者，該基材架 103 可提供通過進入該模組 101 以進行處理之基材一預熱站。

五、發明說明()

一對基材搬運器，階段基材搬運器 104 被設置於該前端階段區 102 中。該階段基材器 104 被設計來將一基材裝載至該高壓沉積模組 101 中或從該模組 101 中移出一基材或將一基材裝載至該高壓沉積模組 101 的基材匣盒 106 中或從該模組 101 的基材匣盒 106 中移出一基材，其中該階段基材搬運器 104 最好是位在基材匣盒 106 與該高壓沉積模組 101 的雙層冷卻站 110 之間。最好是，該階段基材搬運器 104 包含一基材指示系統用以在將基材裝載至高壓沉積模組 101 的準備期間指出在每一基材匣盒 106 中之基材。一種被有利地使用於本發明的系統中之具有基材地圖系統的一基材搬運器可由位在美國加州 Sunnyvale 市的 Technologies 公司購得其型號為 ATM 105 或 107。該基材地圖感應器在將基材輸送至該高壓沉積模組 101 的輸送室 108 中以進行介電層沉積之前辨識該基材號碼及在基材匣盒 106 中之基材的方向。

示於第 3A 圖中之高壓沉積模組 101 包含兩個被垂直地層疊之雙基材旋轉器室 114，兩列四個垂直地層疊的基材硬化室 116，四個驚生垂直地層疊的基材清除室 118 及矽烷化沉積室 123。所有這些垂直地層疊的室都面向一設置在室 114，116，118，123 中央之基材搬運器 112。

在該高壓沉積模組中之基材搬運

該介電基材搬運處理從階段基材搬運器 104 指出在每一基材匣盒 106 中之基材開始。一但被指出來，基材即被該階段基材搬運器 104 輸送至該冷卻站 111 的雙層冷卻站

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

110 處。該高壓基沉積模組基材搬運器 112 從該雙層冷卻站 110 取得一基材並將該基材輸送至送至一硬化或烘烤室 116。因為硬化與該介電層沉積序列中的其它處理步驟比較起來的相對時長度的關係，所一比例上較大數目之硬化室 116，最好是每兩個雙基材旋轉器室 114 有 8 個硬化室，被設置於該模組 101 的該輸送室 108 中。該模組基材搬運器 112 可被程式化用以在處理之前用被旋施沉積的基材來填充該硬化室或可被程式化用以如所需要地來將基材裝卸於硬化室中。在所需要的硬化數量已達到時，該基材被輸送至一基材清除室 118。該基材被置於臭氧清除器中用以去除殘留在該被硬化的溶膠-凝膠先驅物中的表面活性劑。一選擇上的回火室(未示出)可被設置於該模組 101 的輸送室 105 中用以對該基材回火以去從基材上除水氣，溶劑，或表面活性劑，以準備基材進行臭氧清除或提供藉由臭氧清除形成該間隙孔膜層之外的另一種方法。

如果被沉積的膜層將被矽烷化的話，則該基材接著從該基材清除室 118 中被取出並被送至該矽烷化沉積室 123 中。或者，對於一將被沉積的蓋層而言，該基材被送至蓋層模組 120 的基材階段區 122 中。當被該矽烷化室 123 或該蓋層模組 120 處理果後，基材搬運器 112 將該基材撤出並將該基材經由該雙層冷卻站 110 而送至該基材匣盒 106。

前端階段區

參照第 2 及 3 圖，該工廠界面或基材階段區 122 為大

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

氣壓力設備其允許基材在真空抽泵之前從基材階段區快速送至室，如該高壓沉積模組 101，其典型地是在大氣壓力或近大氣壓力下進行。第 3A 圖顯示模組 101 的前端階段區 102 其最好是包括一雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 其具有一或多個安裝在該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 中的基材匣盒。該等基材匣盒被設計來以垂直間隔開來的方式支撐多個基材，其中基材搬運件 112，127 可放置基材且從基材匣盒的相反側取得基材。在示於第 2A 圖中的另一實施例中，該負載鎖定室 124 的作用亦如用來將基材輸送於模組 101 與 120 之間的冷卻站功能般，及實施於一獨立的室中之預熱功能般。

在處理之前或之後之位於該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 內的基材經由一或多個被設置在輸送室側壁 133 上之輸送室門 128(示於第 2A 圖中)而被載入模組 120 中。在輸送室 126 中的一基材搬運器 127 位在與該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 及輸送室門 128 相鄰處。最好是，該基材搬運器 127 包括一基材地圖系統用來在將基材裝卸於安裝在該輸送室 126 上的處理室 130 的準備期間指出在每一基材匣盒中的基材。

該基材搬運器 127 可與另一基材搬運器 112(示於第 3A 圖中)在同一時間進入該負載鎖定室 124 中，因為該負載鎖定室在將基材從該高壓沉積模組 101 輸送至該負載鎖定室 124 時是在大氣壓力下。在輸送室 126 的側邊 128 上的孔將在輸送室 126 的抽真空之前被關閉，其是在將基材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

送至該處理室 130 中進行一蓋層的沉積之前完成的。

雙位置負載鎖定室

第 4 圖顯示本發明之雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 的一立體圖。該雙層冷卻/預熱負載鎖定室 124 包括室壁 202，一底部 204 及一蓋子 206。室 124 包括兩個分離的環境或艙室 242，244 及一輸送區 246。艙室 242，244 包括一基材匣盒於每一艙室 242，244 中用以支撐其內的基材。每一艙室 242，244 都包括一支撐平台 248 及一上平台 250 用以界定艙室 242，244 的底部及頂部。一支撐壁 252 可被垂直地設置於於艙室 242，244 中而以間隔開的方式來支撐平台 248，250。輸送區 246 包括一或多個通道 121 用以提供從該冷卻/預熱負載鎖定室 124 到輸送室 108，126 的途徑。通道 121 最好是使用細縫閥及細縫閥作動器來開關。

艙室 242 提供冷卻站給在輸送室 108 中或在該蓋層模組 120 中之接下來處理的基材。在示於第 2A 圖的另一實施例中，艙室 242，244 兩者都提供冷卻站給在輸送室 108 中或在該蓋層模組 120 中之接下來處理的基材。

艙室 244 被選擇性地相對於艙室 242 加熱，藉以作為在處理模組 120 的處理室 130 中的基詞矮之前的預熱模組。該加熱艙室 244 最好是具有一加熱元件，如加熱燈，流體熱交換器，或一電阻加熱元件，用以各別地對其中的基材加熱，或者可具有一加熱元件用以同時對在該艙室 244 中的所有基材加熱。在負載鎖定室 124 的另一實施例

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

中，硬化模組 116 可被安裝在該預熱艙室 244 中，藉以提供被沉積的膜層之硬化或在進行模組 120 中的處理之前加以預熱用以節省空間。

艙室 242，244 每一個都連接至一升降軸 224，每一升降軸都連接至一馬達，如一步進馬達或類此者，用以降艙室 242，244 上下移動於該冷卻/預熱負載鎖定室 124 中。一密封凸緣 256 被周邊地設置在該冷卻/預熱負載鎖定室 124 內用以提供艙室 242 的支撐平台 248 一密封表面。密封凸緣 258 被相同地設置以提供艙室 244 的支撐平台 250 一密封表面。艙室 242，244 藉由密封凸緣 256，258 而彼此隔離開來用以在該冷卻/預熱負載鎖定室 124 內提供獨立的艙室 242，244 階段真空。

一背側壓力經由設在其中的真空埠而被維持在空間 260，262 中。一真空幫浦經由排放管 264 而連接至空間 260，262，使得一高真空可被提供於空間 260，262 中以協助密封凸緣 256，258 對於平台 248，250 的密封。

在操作時，艙室 242，244 可在第 4 圖所示的位置被裝載或卸載。裝載門及作動器(未示出)被提供穿過該冷卻/預熱負載鎖定室 124 的上及下極限的前壁(未示出)之對應於艙室 242，244 處。在被選定的一艙室中之壓力在基材已被載入該艙室之後經由排放管 287，289 而被抽真空，且該被選定的艙室被移至該輸送區 246 中。艙室 242，244 經由步進馬達而被獨立地移至輸送區 246 中。具有上及下艙室 242，244 的優點為一組基材的處理可在另一組基材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

被裝載於另一艙室中時進行且該艙室被抽真空至適當的壓力使得該艙室可被移至輸送區 246 中並與輸送室 108, 126 相連通。

輸送室基材搬運器

第 5 圖顯示本發明之一磁性耦合的基材搬運器 500 的一實施例的示意俯視圖，其位在一收回的位置以進行該輸送室 126 內(及如上所述的在輸送室 108 內)之自由旋轉。一具有雙基材搬運盤 520, 522 之基材搬運器位在該輸送室 126 中用以將基材從一室送至另一室。一可被修改及有利地使用於本發明之之"非常高產率"(VHP)式的基材搬運器被揭示於 1995 年十一月 21 日發證，名稱為"Two-axis Magnetically Coupled Substrate Handler"之美國專利第 5,469,035 號中，該專利藉由此參照而被併於本文中。

該磁性耦合的基材搬運器 500 包含一蛙腳式組件其連接於兩個真空側轂(亦被稱為磁性夾具)與雙基材載盤 520, 522 之間用以提供基材搬運易載盤在一固定平面上的徑向及旋轉運動。徑向及旋轉運動可被加以協調或組合用以拾取，輸送，及搬運良片基材從該系統 100 中的一個位置到另一個位置，如從一處理室 130，至另一室，如負載鎖定室 124。在示於第 2B 圖的實施例中，一單臂機械手被設置於輸送室 126A, 126B 中。

該基材搬運器包括一第一支柱 504 剛性地固定於一第一磁性夾具 524 上的點 525 及一第二支柱 506 剛性地固定於一第二磁性夾具 526(其被同心地設置於該第一磁性夾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

具 524 底下)上的點 527。一第三支柱 508 藉由一軸銷 510 而固定於支柱 504 上及經由一軸銷 512 而固定於該基材載盤組件 540 上。一第四支柱 514 藉由一軸銷 516 而固定於支柱 506 上及藉由一軸銷 518 而固定於該基材載盤組件 540 上。支柱 504, 508, 506, 514 及軸銷 510, 512, 516, 518 的結構形成該基材載盤組件 540 與磁性夾具 526, 526 之間的一"蛙腳"式連接。

當磁性夾具 524, 526 以相同的角速度轉動於相同的方向上時, 則基材搬運器 500 亦繞著軸 A 以相同的角速度旋轉於相同的方向上。當磁性夾具 524, 526 以相同的角速度轉動於相反的方向上時, 則基材搬運器 500 不會旋轉, 但基材載盤組件 540 會有一移動至第 6 圖所示的位置之徑向運動。

兩片基材 502 被裝載於該基材載盤組件 540 上以顯示各鼻的基材載盤 520, 522 可被伸展通過在輸送室 126 的側壁 133 中之各自的基材通道 132 用以將基材 502 送入或送出處理室 130 的處理區 618, 620。該磁性耦合的基材搬運器 500 是由對應於兩個馬達的相對速度之磁性夾具 524, 526 的相對旋轉運動來加以控制的。一第一作業模式被提供, 其中兩個馬達造成磁性夾具 524, 526 以相同的速度轉動於相同的方向上。因為此模式不會造成磁性夾具的相對移動, 所以基材搬運器將只是繞著中心軸 A 旋轉, 典型地從一適合與一對處理區 618, 620 的基材交換的位置旋轉至一適合與另一對處理區中之基材交換的位置。

五、發明說明()

再者，當完全收回的基材搬運器繞著該中心軸 A 旋轉時，沿著該基材的邊緣之最外緣的徑向點 548 界定旋轉該基材搬運器所需之一最小的圓形區 550。該磁性耦合的基材搬運器亦提供一第二模式，其中兩個馬達讓兩個磁性夾具 524，526 以相同的速度旋轉於相反的方向上。該第二模式被用來將基材載盤組件 540 的基材載盤 520，522 伸展通過通道 132 並進入到處理區 618，620 中，或相反的，用來將載盤有處理區中撤出。馬達旋轉的其它組合可被用來提供該基材載盤組件 540 的同時伸展或收回，當該基材搬運器 500 繞著軸 A 旋轉時。

為了要保持基材載盤組件 540 的基材載盤 520，522 朝向遠離旋轉軸 A 的徑向，一互鎖機構被使用於軸銷之間或凸輪 512，518 之間用以確保每一軸銷之一平均且相反的角度旋轉。該互鎖機構可以有許多種設計，包括互咬齒輪或帶子以第 8 圖的形式繞在軸銷周圍。一較佳的互鎖機構為一對金屬帶 542 及 544 其連結至該基材載盤組件 540 的軸銷 512，518 上且延伸於它們之間。金屬帶 542，544 連接軸銷 512，518。金屬帶 542，544 最好是被獨立地調整及一個設置於另一個之上。在第 5 及 6 圖中，該等金屬帶亦繞過在 U 形雙載盤的底座處之一桿 546。當一雙載盤的驚生基材搬運器被使用於輸送室 126 中時，使用上述的基材搬運器是較佳的。

第 6 圖顯示第 5 圖中之基材搬運器臂及載盤組件是在一伸展的位置上。此伸展是磁性夾具 526 在順時鐘方向上

五、發明說明 ()

及磁性夾盤 524 在逆時鐘方向之同步且相等的旋轉來達成的。基材載盤組件 540 的每一載盤 520, 522 夠長以延伸穿過通道 132 並將基材 502 置於托盤 628 的中心(見第 8 圖)。當基材 502 被一對舉升銷組件舉離載盤時, 載盤即被收回且通道 132 被細縫閥與作動器所關閉。

清除室

第 7 圖為本發明之一舉例性的清除室的剖面圖。更詳細地, 第 7 圖為一快速熱回火室其能夠實施一被沉積膜層之一非反應氣體回火及一氧化氣體清除處理。該基材清除室或快速熱回火(RTA)室 118 最好是連接至該輸送室 108。如第 2 及 3 圖所示之該高壓沉積模組 101 最好是包含兩個設置在輸送室 108 之與蓋層模組 120 相反側上的 RTA 室 118, 基材是藉由基材銑運器 112 而被送進送出該 RTA 室 118。

熱回火處理室在此技藝中是習知的, 且快速熱回火室典型地被使用於基材處理系統中用以改變被沉積材質的特性。根據本發明, 熱回火室 118 藉由在有反應氣體存在下的高溫回火或藉由被曝露膜層的氧化以去除表面活性劑而被用來實施作為表面活性劑清除。可用於本發明中之一特定的熱回火室為由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 WxZ 室。雖然本發明係使用一熱板快速熱回火室來說明, 但本發明亦可以適合實施本發明的處理之其它熱回火室來實施。

該 RTA 室 118 大致上包含一外殼 902, 一熱板 904,

五、發明說明()

一加熱器 907 及多個基材支撐銷 906。該外殼 902 包括一基底 908，一側壁 910 及一頂部 912。最好是，一冷板 913 被設置於該外殼的頂部 912 底下。或者，該冷板被一體地形成為該外殼的頂部 912 的一部分。最好是，一反射絕緣圓盤 914 被設置於該外殼 902 內的基底 908 上。該反射絕緣圓盤 914 典型地是由一像是石英，礬土之材質或其它可承受高溫(即，高於 500°C)的材質所製成的，且作為加熱器 907 與外殼 9032 之間的一熱絕緣體之用。該圓盤 914 亦可被塗佈一反射性材質，如金，用以將熱導回至該熱板 906。

熱板 904 與將在該系統中被處理的基材比較起來最好是具有大的質量且最好是由像是石英，碳化矽，或其它不會與 RTA 室 118 中之任何氣體或基材材質起反應的材質所製成。加熱器 907 典型地包含一點阻式加熱元件或一傳導/幅射熱源且是被設置在熱板 906 與該反射絕緣圓盤 914 之間。該加熱器 907 係連接至一電源 916 其供應加熱該加熱器 907 所需的能量。最好是，一熱電耦 920 被設置於一導管 922 內穿過基底 908 與圓盤 914，並延伸進入該熱板 904。熱電耦 920 連接至一控制器 921 並感應溫度測量值給該控制器 921。控制器 921 然後根據該等溫度測量值及所想要的回火溫度來增加或減少由加熱器 907 所提供的熱。

外殼 902 最好是包括一設置在該外殼 902 外面之冷卻件 918 其與側壁相接觸用以冷卻外殼 902。或者，一或多

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

個冷卻管道(未示出)被形成於側壁 910 中用以控制外殼 902 的溫度。被設置於頂部 912 的內表面上的冷板 913 可冷卻一與該冷板 913 緊鄰的基材。

該 RTA 室 118 包括一設置在該外殼的側壁 910 上的細縫閥 922 用來方便基材進出該 RTA 室 118。該細縫閥 922 選擇性地密封在該外殼的側壁 910 上的一與該輸送室 108 相通的開口 924。基材搬運器 112 經由該開口 924 將基材送進送出該 RTA 室。

基材支撐銷 906 最好是包含由石英，氧化鋁，碳化矽，或其它耐高溫的材質所製成之遠端傾斜件。每一基材支撐銷 906 都被設置在一管形導管 926 內，其最好是由一耐高溫及抗氧化材質所製成的，且延伸穿過該熱板 904。該等基材支撐銷 906 被連接至一舉升板 928 藉以用一致的方式來移動該等基材支撐銷 906。舉升板 928 經由一舉升軸 932 而被固定於一作動器 930，如一步進馬達，上，該舉升軸移動該舉升板 928 以方便一基材在該 RTA 室中之不同的垂直位置上的定位。該舉升軸 932 延伸穿過外殼 902 的基底 908 且被一設在該軸周圍的密封凸緣 934 所密封。

為了要將一基材送入該 RTA 室 118 中，該細縫閥 922 被打開，及裝載站輸送基材搬運器 228 將其上載有一基材之基材搬運器載盤延伸穿過該開口 924 而進入該 RTA 室。該裝載站輸送基材搬運器 228 之基材搬運載盤將該基材置於該 RTA 室 118 的熱板 904 之上，及基材支撐銷 906 向上伸展以將該基材舉離該基材載盤。該基材載盤然後從

五、發明說明()

該 RTA 室中撤，及該閥縫閥 922 將該開口關閉。基材支撐銷 906 然後降下用以將基材降低一離該熱板 904 的距離。選擇上地，基材支撐銷 906 可被完全降下用以將該基材置於與熱板直接接觸的位置。

最好是，一氣體入口 936 被設置成穿過該外殼 902 的側壁 910 以允許被選定的氣體於回火溫度處理期間流入該 RTA 室 118 中。該氣體入口 936 經由一用來控制該氣體流入該 RTA 室 118 的流量之閥 940 而連接至一氣體源 938。該氣體源 938 可提供一用於高溫回火之非反應性氣體或可以是一提供氧化氣體，最好是一臭氧電漿，之回火室 118 的遠端單元以用於一被曝露的基材膜層的氧化。一氣體出口 942 最好被設置在外殼 902 的側壁 910 的下部用以排出在 RTA 室中的氣體及最好是連接至一釋壓/止回閥 944 以防止大氣壓從室外回流至該室中。選擇上地，該氣體出口 942 連接至一真空幫浦(未示出)用以在回火處理期間將該 RTA 室 118 降壓至一所想要的真空程度。

根據本發明，一基材在沉積一氧化物膜層之後於該 RTA 室 118 中被回火。最好是，對於高溫非反應性氣體回火而言，該 RTA 室 118 被保持在約大氣壓力，及在該 RTA 室 118 內的氧濃度於回火處理期間則被控制在小於 100ppm。最好是，在 RTA 室 118 內的周圍環境包含氮氣(N₂)或氮氣(N₂)與少於 4% 的氫氣(H₂)的組合，及流入 RTA 室 118 之環境氣體則被保持在大於 20 公升/分鐘用以將氧濃度控制在 100ppm 以下。該基材於介於 200°C 至 450°C 間

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

的溫度被回火約 30 秒至 30 分鐘的時間，及更佳地是在 400℃ 至 450℃ 間的溫度持續約 30 秒至 5 分鐘的時間。快速熱回火處理典型地需要至少每秒 50℃ 的溫度上升。為了提供在基材回火期間所需要的溫度上升速率，在回火溫度處理期間，該熱板最好被保持在介於 350℃ 至 450℃ 間的溫度，及該基材最好是被置於離該熱板 0mm(即，與熱板接觸)至 20mm 的距離處。

對於該基材的氧化清除而言，該 RTA 室 118 被保持在約 1 托爾至 10 托爾的壓力，該氧化氣體包含在高溫下的氧或臭氧，或一含氧電漿。最好是，氧化最好是在一包含對於氧不敏感或不會與氧起反應的的材質之基材表面上實施。最好是，流入該 RTA 室 118 中之氧化氣體被保持在高流率，如大於 20 公升/分鐘，用以提供該基材上之被曝露的膜層一徹底的氧化清除。在氧化清除處理期間，該基材被加熱至介於 200℃ 至 450℃ 間的溫度持續約 30 秒至 30 分鐘，更佳的是介於 350℃ 至 400℃ 之間持續約 30 秒至 5 分鐘的時間。該氧化氣體是從氧氣源(未示出)接收來的該氧氣源亦可處理該氣體以提供從一遠端電漿產生器 RF 或從一遠端微波產生器(未示出)的氧氣物質。

在清除處理完成之後，基材支撐銷 906 將基材舉至可被送出該 RTA 室 118 的一個位置處。該細縫閥 922 開啟，及輸送室 108 的基材搬運器 112 被伸入該 RTA 室中且置於該基材下。基材支撐銷 906 周回以將基材降至該基材載盤上，該基材載盤然後撤出該 RTA 室外。

五、發明說明()

處理室

第 8 圖顯示一前後配置的處理室 130 的實施例的立體圖。室體 602 被安裝在該輸送室 126 上且包括兩個處理區使得各自的基材可同時進行處理。室體 602 支撐一蓋 604 其絞接於該室體 602 上且包括一或多個氣體分佈系統 608 用來輸送反應物質及清洗氣體至多個處理區中。

第 9 圖顯示界定有兩個處理區 618, 620 之處理室 126 的示意剖面圖。室體 602 包括側壁 612, 內壁 614 及底壁 616 其界定了兩個處理區 618, 620。在每一處理區 618, 620 中之底壁 616 界定至少兩個通道 622, 624 一托盤加熱器 628 的一桿 626 及一基材舉升銷組件的桿 630 分別被設置於該二通道中。一托盤舉升組件及一基材舉升銷將於下文說明。

側壁 612 及內壁 614 界定兩個圓筒形環狀處理區 618, 620。一圓周抽吸管道 625 被形成於界定圓筒形處理區 618, 620 的室壁中用以將氣體從該處理區 618, 620 中排出並控制處理區 618, 620 中的壓力。一最好是由陶瓷製成的室襯理 627 被設置於每一處理區 618, 620 中用以界定每一處理區的側向邊界及用以保護室壁 612, 614 免於腐蝕性的處理環境及用以在電極之間保持一電氣隔離的電漿環境。該襯理 627 被支撐於該該室中的一形成於每一處理區 618, 620 的側壁 612, 614 上的壁架 629 上。該襯理包括多個排放孔 631, 或圓周槽口, 其與形成於室壁內的管道 625 相連通。最好是, 約有 24 個孔 631 被設置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

穿過每一襯理 627，它們相間隔 15 度且約位在處理區 618，620 的周邊處。雖然 24 個孔是較佳的，但任何數目都可被使用來達成所想要的抽吸速率及均勻性。除了孔的數目之外，孔相對於氣體分佈系統的面板的高度是備控制的用以在處理期間提供一最佳的氣體流圖案於整個基材上。

第 11 圖顯示該室的一剖面圖，其表現出本發明的排放系統。每一處理區 618，620 的抽吸管道 625 最好是經由一共同的排放管道 619 而連接至一共同的排放幫浦。該排放管道 619 藉由排放管 621 而連接至每一區 618，620 的抽吸管道 625。排放管道 619 經由一排放管路(未示出)而連接至一排放幫浦(未示出)。每一區最號被該幫浦排氣制一所選定的壓力且該被連接的排放系統允許每一區中之壓力的平衡。該幫浦最好為一高真空渦輪幫浦其能夠以非常低的振動提供毫托爾的壓力。一可有利地被使用之真空源可從 Edward High Vacuum 公司購得。

參照第 9 圖，每一處理區 618，620 亦最好是包括一氣體分佈組件 608 其被設置成穿過室蓋 604 用以將氣體送入處理區 618，620 中，最好是從相同的氣體源送入。每一處理區的氣體分佈系統 608 包括一氣體入口通道 640 其將氣體送入一蓮蓬頭組件 642 中。該蓮蓬頭組件 642 是由一環形基板 648 所構成，其具有一設置在一面板 646 中間的擋板 644。一 RF 提供一偏壓電位給該蓮蓬頭組件以方便產生一電漿於蓮蓬頭組件的面板 646 與加熱器托盤 628

五、發明說明()

之間。一冷卻通道 652 被形成於每一氣體分佈系統 608 的基板 648 中用以在操作期間冷卻該板。一入口 655 將一冷媒流體，如水或類此者，送入通道 652 中，通道經由冷媒管路 657 而彼此相連。該冷卻流體經由一冷媒出口 659 離開通道。或者，冷卻流體被循環通過歧管。

室體 602 界定有多個垂直氣體通道以供將經由該氣體分佈系統被送至該室中適合被選定的處理之每一反應氣體及清潔氣體之用。氣體入口連接 641 被設置在室 126 的底部用以將該等形成於室壁中之氣體通道連接至氣體入口管路 639。一 O 型環被提供於每一被形成為穿過室壁室壁的氣體通道周圍用以提供與蓋子之密封連接，如第 11 圖所示。該蓋子包括配接通道用以將氣體從室壁的下部送入位在室蓋的頂部上的氣體入口歧管 670，如第 10 圖所示。反應氣體被輸送通過電壓梯度饋送 (feed-through) 672 並進入一氣體出口歧管 674 其連接至一氣體分佈組件。

該氣體入口歧管 670 讓處理氣體從室氣體饋送通達接地之固定電壓梯度氣體饋送。給氣管 (未示出) 將處理氣體送經或循環經過該電壓梯度氣體饋送 672 並進入該出口歧管 674。電阻式套筒包圍給氣管用以造成一線性壓降以防止在該室中的電漿將給氣管向上移。給氣管最好是由石英製成且套筒最好是由一複合陶瓷所製成。給氣管被設置於一包含冷媒通道在內之絕緣塊內用以控制溫度及防止熱幅射同時可防止處理氣體液化。最好是，該絕緣塊是由 Delrin™ 乙縮醛樹脂所製成。該石英給氣管將氣體送入一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

氣體輸出歧管 674 中該歧管讓處理氣體通達該擋板 644 並進入該氣體分佈板 646 中。

該氣體輸入歧管 670(見第 10 圖)亦界定一通道其將清潔氣體從一室氣體饋送輸送至一遠端的電漿源(為示出)中。這些氣體繞道繞過電壓梯度饋送且被送入一遠端電漿源，氣體在該處被激勵成為不同受激的物質。受激的物質然後經由一設在氣體入口通道 640 中之導管而被送至該氣體分佈板之位點在該擋板底下的一點。

提供氣體至每一處理區的氣體分佈系統中的氣體管路 639 最好是連接至一單一的氣體管路及因而被分享或共同控制以將氣體送至每一處理區 618, 6+20。將處理氣體送至多區的室中之氣體管路被分叉用以藉由一 t 型連結件來供給多個處理區。為了方便流入每一給送每一區之管路，一過濾器，如一燒結的鎳過濾器被設置於氣體管路上游。該過濾器加強均勻分佈及氣體流入分開來的氣體給送管中。

該氣體分佈系統包括一基板 648 其具有一設置在與其下表面相鄰之擋板 644。一面板 646 被設置在該擋板 644 底下用以將氣體輸送至處理區 618, 620 中。在一實施例中，基板 648 界定一氣體通道穿過其間用以將處理氣體送至一位在該擋板 644 之上的區域。該擋板 644 將處理氣體散佈於其整個上表面並將氣體送至該面表 646。在擋板 644 上的孔的大小及位置可被加以選定用以加強處理氣體的混合及散佈於面板 646 上。被送至面板 646 的氣體然後以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

均勻的方式被送至處理區 618, 620 中的一基材上以進行處理。

一給氣管(未示出)被置於該氣體通道中且在其一端連接至一輸出管。給氣管的一端延伸通過該氣體出口歧管用以輸送來自於氣體從遠端電漿源的氣體。給氣管的另一端則穿過該擋板 644 用以將氣體輸送超過該擋板 644 到達該面板 646 之上的區域。面板 646 散佈被輸送通過給氣管的氣體然後將氣體送入處理區中。

雖然此為一較佳的氣體分佈系統，但來自於遠端電漿源的氣體可經由一穿過側壁之孔(未示出)而被導入處理區 618, 620 中。此外，處理氣體可經由任何目前可獲得之氣體分佈系統，如可由設在美國加州的 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司購得的氣體分佈系統，來加以輸送。

加熱器托盤

第 9 圖顯示一加熱器托盤 628 其藉由一桿 626 而可活動地設置於每一處理區 618, 620 中，該桿 626 連接至一支撐板的底側並延伸穿過室本體 602 的底部並在該處連接至一驅動系統 603。該桿 626 最好是一圓形，管狀的鋁件，其具有一上端其以與該加熱器托盤 628 的底側接觸支撐的方式被設置及一下端其被一蓋板所覆蓋。該桿的下端被容納於一杯狀的套筒中，其形成該桿與該驅動系統的連結。該桿 626 機械地將該加熱器托盤 628 置於處理區中且亦形成一通道，有多個熱板連接件可通過其間。每一加熱器托盤 628 包括加熱元件用來將被置其上的基材加熱至一所想

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

要的處理溫度。加熱元件包括一電阻式加熱元件。或者，該加熱器托盤可被一外部加熱元件，如一燈，所加熱。一可被有利地使用於本發明中之托盤可設在美國加州的 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司購得。該托盤亦支撐一靜電夾盤，一真空夾盤或其它裝置用以在處理期間將基材固定於其上。

該加熱器托盤 628 是透過一具有線性電子作動器(未示出)之驅動系統 603 將該輸送外殼上下移動至一處理，清潔，舉高及釋放位置而被升高及降低。該輸送外殼的一側連接至該作動器及其另一側透過一載盤(未示出)而連接至一線性滑塊(未示出)。在該作動器與該載板之間的連接是透過一撓性(球窩)接頭(未示出)來達成以允許任何可能的沒有對齊。該線性滑塊及載板被偏動以彼此相頂抵以防止旋轉及彎折。一彎管包圍該加熱器托盤 628 的桿 626 並在其一端連接至室底部 616 而其另一端則連接至輸送外殼。一密封環(未示出)被提供於該桿 626 的一凹槽 630 中用以將該桿的下端的外表面密封於套筒 624 中。加熱器托盤 628 相對於面板 646 的升高係使用三個螺絲來達成的。

或者，驅動系統 603 包括一馬達及一懸吊於室 130 底下並連接至一驅動皮帶的減速齒輪組件(未示出)用以進而連接至一配合的連接遠導螺桿組件。該加熱器舉升機構被一驅動軸套保持著抵住該室 130。該加熱器托盤 628 被一由步進馬達所驅動之導螺桿所升高及降低。該步進馬達藉由一馬達架而被安裝於該加熱器舉升組件。該步進馬達驅

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

動該導螺桿於一波紋管中。該波紋管轉動該導螺桿用以將該加熱器組件升高或降低至處理，升高及釋放位置。一密封環被提供於該桿 626 的一凹槽中用以將該桿 626 的下端的外表面密封於套筒 624 中。

基材放置組件

參照第 8 及 9 圖，桿 626 上下移動於室中以移動加熱器托盤 628 降一基材置於其上或從托盤移走一基材以進行處理。一基材置放組件包括多個支撐銷 651 其相對於加熱器托盤 628 垂直地移動且被收納於垂直地穿過該托盤的孔洞 653 中。每一銷 651 都包括一圓柱形軸 659 其終止於一下球形部 661 及一上截頭圓錐頭 663 其被形成為該軸的一向外延伸部。在加熱器托盤 628 中的孔洞 653 包括一上，反下凹部分其被作成可將圓錐頭 663 收納於其中的大小，使得當銷 651 完全被收內於加熱器托盤 628 中時，該頭不會伸出加熱器托盤的表面之上。

當該托盤移動於處理區中時，舉升銷 651 部分與其一起動作，而部分則沒有。舉升銷可伸展至托盤 628 之上以允許基材搬運器載盤從處理區中移走基材，但亦必需沉降到托盤內用以將基材置於該托盤的上表面之上以進行處理。為了要移動銷 651，該基材放置組件包括一環形銷支撐件 655 其被作成可與舉升銷 651 的下球形部 661 啮合的形狀及一驅動件其杖放該銷支撐件 655 用以根據該加熱器托盤在處理區中的位置而選擇性地與舉升銷 651 啮合。該最好是由陶瓷製成的銷支撐件 655 延伸於該桿 626 周圍在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

該加熱器托盤 626 底下以選擇性地與支撐銷的下球形部分嚙合。

一驅動組件將軸 630 升高及降低並連接至銷支撐用以在每一處理區 618, 620 中上下移動銷 651。該銷驅動件最好是位在室 130 的底部用以控制銷支撐平台 655 相對於托盤加熱器 628 的運動。

氣體箱及供應器

參照第 2 及 3 圖，在該室的外部之該系統的背端上，有一氣體供應面板 219 其裝有在沉積及清潔期間使用的氣體。該等被使用之特定的氣體係視將被沉積於基材上的材質或將從室 130 中被去除的材質而定。該等氣體流經一入口孔進入到氣體歧管中，然後經由一蓮蓬頭式氣體分佈組件而進入到該室中。一電子操作的閥及流量控制機構控制著從氣體供應流至該室的氣體流。

在本發明的一實施例中，該等先驅物氣體從氣體箱 219 被送至室 130，氣體管路在該處分叉成為兩條分離的氣體管路，其如上所述的供應氣體通過室本體。根據所進行的處理，任何數目的氣體都可以此種方式被輸送且可在它們被送至該室底部之前或在它們進入該氣體分佈板時加以混合。

電源供應器

參照第 2 及 3 圖，一先進的小型 RF(RF")電源輸送系統 136 被用於每一處理區 618, 620 中且以一系統連接至每一氣體分佈系統 219。每一室都安裝有一 13.56MHz RF

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

產生器，ENI 公司所製造之 Genesis 系列產品，在該系統的背端處。此高頻產生器係被設計來與一固定的匹配外殼並調節送至該負載的功率，消除有關前向及反射功率的困擾。為了要計面一高頻 RF 產生器及一低頻 RF 產生器至一處理室，一低通濾波器被設計於該固定匹配外殼。

一由 ENI 所製造的 350kHz RF 產生器位在一 RF 產生器之中疊在該系統的背端上且由同軸電纜連接至該固定的 RF 匹配上。該低頻 RF 產生器提供低頻率的產生及固定匹配元件兩者於一精巧的外殼中。該低頻 RF 產生器調節送至該速載的功率減低關於前向及反射功率的困擾。

程式化

示於第 2 及 3 圖中之系統控制器 138 是由貯存在一電腦的硬碟機中的電腦程式所操作的。該電腦程式主導處理程序及時機，氣體的混合，室壓，RF 功率層級，受體位置，細縫閥開啟及關閉，基材加熱及一特定處理的其它參數。在一使用者與該系統控制器之間的界面最好是經由一 CRT 監視器及光筆(未示出)來實施。在一較佳的實施例中，使用了兩個監視器，一個裝在潔淨室壁上中供操作者使用而另一個則安裝在該牆壁背面以供維修技術員使用。兩個監視器同時顯示相同的資訊，但只有一支光筆可作用。為了選擇特定的螢幕或功能，操作者觸碰該顯示螢幕的一區域並按下在光筆上的一個按鈕。該被觸碰的區域藉由改變其顏色或顯示一新的選單來確認其被選擇。

許多的處理可使用一在系統控制器器 138 上執行之電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

腦程式產品來加以實施。該電腦程式碼可用任何電腦可讀取的程式語言，如 68000 組合語言，C，C++，或 Pascal 來寫。適當的程式碼使用傳統的編輯器輸入到一單一的檔案中，或多個檔案中，並儲存或編入至電腦可讀取的媒體中，如該電腦的記憶體系統中。如果被輸入的碼為一高階語言的話，其即被編譯，所獲的的編譯碼然後與一預先編譯的視窗程式庫目標碼鏈結。該系統的使用者呼叫該目標碼以執行該經鏈結的編譯過的目標碼，造成電腦將該目標碼載入記憶體中，CPU 從記憶體讀取並執行該目標碼以實施在該程式中所指定的工作。

第 12 圖顯示一電腦程式 1410 之邏輯控制結構的方塊圖。一使用者藉由該光筆界面輸入一製程組號碼及製程反應室號碼至一製程選擇器副程式 1420 中一作為顯示在該 CRT 監視器上之一選單或螢幕的回應。製程組是執行特定的製程所需要之預定的製程參數，且是用預定的組號來定義。該製程選擇器副程式 1420 指定(i)在一多反應室系統中之所需要的反應室，及(ii)操作該反應室所需要之製程參數組以實施所需要的製程。實施一特定製程之製程參數與製程條件有關，如製程氣體的成份及流率，溫度，壓力，電漿條件，如 RF 偏壓功率層級及磁場功率層級，冷卻氣體壓力及室壁溫度，且其係以菜單的方式提供給使用者。該菜單所選定的參數使用光筆/CRT 監視器界面而被輸入。

由用來監視該處理之不同的儀器及裝置所提供的電

五、發明說明()

子訊號經由該系統控制器的類比輸入及數位輸入板被提供給該電腦。監視該處理室之任何傳統的方法都可被使用，如詢訊(polling)。再者，用來操作不同的處理控制器或裝置之電子訊號係經由該系統控制器的類比輸出及數位輸出板被輸出。這些監視及控制裝置的數量，種類及安裝會因為系統之最終使用及所想要之處理控制程度而不同。特定裝置的規格及選定，如一特定應用之熱電耦的最佳種類，是熟悉此技藝者所熟知的。

一製程排序器副程式 1430 包括用來從該製程選擇器副程式 1420 接受被指定之反應室及製程參數組，及用來控制不同的反應室的操作之程式碼。多個使用者可輸入製程組號碼及反應室號碼，或一使用者可輸入多個製程組號碼及反應室號碼，該製程排序器副程式 1430 可將被選取的製程以所需要的順序排好。較佳地，製程排序器副程式 1430 包括一用來實施(i)監視該等反應室之操作以決定反應室是否被使用，(ii)決定那些製程是要在那些反應室中進行，(iii)根據一有空的反應室及將被實施之製程的種類來執行所需要的製程，等步驟的程式碼。當在排那一個製程要被執行時，排序器副程式 1430 可被設計成將被使用之反應室之目前的條件與一被選取之製程所需要的條件比較，或每一特定的使用者所輸入的要求的"年齡(age)"，或一系統程式員想要包括進去以決定優先順序之任何其它相關因子，考慮進去。

在排序器副程式 1430 決定那一個處理室及處理組的

五、發明說明()

組合將於下一個被執行之後，該排序器副程式 1430 藉由將該特定的處理組參數送至一處理室管理副程式 1440a-c 來執行該處理組，其中處理室管理副程式 1440a-c 根據由該排序器副程式 1430 所決定的處理組來控制在處理室 130 內之多製程工作。例如，處理室管理副程式 1440a 包括用來控制在該處理室 130 內之濺鍍及 CVD 處理操作的程式碼。處理室管理副程式 1440 亦控制不同處理室組件副程式的執行，其中組件副程式控制執行該被選取的處理組所必需之處理室組件的操作。處理室組件副程式的例子為基材置放副程式 1450，處理氣體控制副程式 1460，壓力控制副程式 1470，加熱器控制副程式 1480，及電漿控制副程式 1490。熟悉此技藝者可瞭解的是其它的處理室控制副程式可根據那種製程將要於該處理室 130 內被實施而被加入。在操作時，處理室管理副程式 1440a 根據將被執行之特定的處理組來選擇性地排定或呼叫處理組件副程式。處理室管理副程式 1440a 之排序使用一種與排序器副程式 1430 在排定那一個處理室 130 及處理組將被執行時所用之方式相似的方式來實施。典型地，處理室管理副程式 1440a 包括了監視不同的處理室組件，根據將被執行之處理的處理參數決定那些組件必需被操作，及執行一處理室組件副程式以作為監視及決定步驟之回應，等步驟。

特定的處理室組件副程式的操作將參照第 12 圖被說明。基材置放副程式 1450 包括用來控制將基材裝載於該托盤 628 上，及將該基材舉升至該處理室 130 內之一所需

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

要的高度來控制介於該基材與該蓮蓬頭 642 之間的空間之處理室組件之程式碼。當一基材被裝載於該處理室 130 內時，托盤 628 被降下來及舉升銷組件被升高以接受該基材，之後該托盤 628 被舉升至該該處理室 130 內之一所需要的高度，用以在 CVD 處理期間將該基材保持在與該蓮蓬頭相距一第一距離或空間的位置處。在操作時，該基材置放副程式 1450 控制該托盤 628 的移動以作為與該支撐高度相關由該處理室管理副程式 1440a 傳過來之處理組參數的回應。

處理氣體控制副程式 1460 具有用來控制處理氣體成份及流率的程式碼。處理氣體控制副程式 1460 控制安全截流閥的開/關位制置，及升/降質量流控制器以獲得所需要的氣體流率。所有的處理室組件副程式，包括處理氣體副程式 1460，都是由處理室管理副程式 1440a 所呼叫且接受來自於該處理室管理副程式與所需要的氣體流率相關之處理參數。典型地，處理氣體控制副程式 1460 藉由打開介於氣體源與示 130 之間的一單一控制閥氣體供應管路，並重複(i)讀取必需的質量流控制器，(ii)將讀取值與從處理室管理副程式 1440a 接收來之所需要的流率比較，(iii)需要時調整氣體供應管路的流率，來操作的。甚者，處理氣體控制副程式 1460 包括監視不安全之氣體流率，及在一不安全的狀況被偵測到時啟動該安全截斷閥。

在某些處理中，一鈍氣，如氬氣，被流入到處理室 130 中，用以在反應處理氣體被引入處理室內之前穩定在處理

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

室中之壓力。對於這些處理而言，處理氣體控制副程式 1460 被程式成包括讓鈍氣流入處理室 130 中一段時間以穩定處理室內的壓力的步驟，然後上述的步驟被實施。此外，當一處理氣體將由一液體的先驅物，如四氧乙基矽 (TEOS)，被汽化時，處理氣體控制副程式 1460 將會被撰寫成包括將一輸送氣體，如氮氣，形成氣泡，通過在一氣泡器 (bubbler) 組件中之該液體的先驅物。當一氣泡器被使用於此種製程中時，該處理氣體控制副程式 1460 調節輸送氣體流，在氣泡器中之壓力，及該氣泡器的溫度以獲得一所想要的處理氣體流率。如上所討論的，所想要的氣體流率被傳遞至該處理氣體控制副程式 1460 作為處理參數。甚者，該處理氣體控制副程式 1460 包括藉由讀取包含一已知的處理氣體流率之必需的數值之被貯存的資料表而獲得該所想要的處理氣體流率之所需的輸送氣體流率，氣泡器壓力，及氣泡器溫度的步驟。當所需要的數值被獲得之後，該輸送氣體流率，氣泡器壓力及氣泡器溫度即被監視，與所需要的數值相比較並據此加以調整。

壓力控制副程式 1470 包括用來藉由調整在該處理室 130 的排出部分中之節流閥的開口的大小來控制在處理室內的壓力的程式碼。節流閥的開口的大小被設定用以將該處理室的壓力控制在與總處理氣體流，處理室的大小，及該排放系統之抽泵設定壓力相關之所想要的等級。當壓力控制副程式 1470 被呼叫，該所需要的或目標壓力即如一參數被從處理室管理副程式 1440a 處接收

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

到。壓力控制副程式 1470 操作以藉由讀取一或多個與處理室 130 相連接之傳統的壓力計來測量處理室內的壓力，將測量值與目標壓力比較，從一對應於該目標壓力之被儲存的表中獲得比例，積分，及微分(PID)值，並根據由該壓力表中所獲得的 PID 值調整節流閥。或者，壓力控制副程式 1470 可被寫成打開或關閉節流閥至一特定的開口大小，如一固定的位置，來調整處理室 130 至所想要的壓力。

加熱器控制副程式 1480 包含一程式碼以控制用以加熱該基材之燈或加熱器模組之溫度。該加熱器控制副程式 1480 亦受該處理室管理副程式 1440a 控制且接受一標的或設定值溫度參數。該加熱器控制副程式 1480 藉由測量位於托盤 628 內之熱耦合器之電壓輸出來測定溫度，將所測得溫度與設定值溫度比較，且增加或減少供應至該加熱器之電流以獲得該設定值溫度。該溫度由所測得之電壓值經由在一儲存之轉化表中查知對應溫度，或使用四級多項式來計算該溫度來獲得。當一內置迴路被用以加熱該托盤 628，該加熱器控制副程式 1480 逐漸地控制供應至該迴路之電流之增加/減少。此外，一內建成敗(fail-safe)模式可被涵括以偵測製程安全依從性，且若該處理室 130 未適當設定該模式可關閉該加熱單元之運作。

電漿控制副程式 1490 包括了設定施加於該處理室 130 中之處理電極之 RF 偏壓功率層級，及用來設定產生於該室中之磁場的層級的程式碼。該電漿控制副程式

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

1490 與前述之處理室構件副程式相同地是由處理室管理副程式 1440a 所呼叫的。

雖然本發明已參照一電漿強化 CVD 應用加以說明，但應被瞭解的是，本發明亦可包括高密度(HDP)CVD 及 PVD 室的使用及蝕刻室的使用。例如，本發明的系統亦可被設計成包括用於電漿處理的前後 HDP CVD 室。在另一實施例中，該氣體分佈/蓋子組件可用一介電圓頂來取代，其具有一設置在該圓頂中之電感線圈及一連接至該線圈之 RF 電源供應器用以允許在該室中的一高密度電漿的電感耦合。相似地，前後之 PVD 室可被建構成具有一標靶組件作為一沉積材料來源。DC 電源供應器可連接至該標靶組件以提供濺鍍能量。

摻雜了磷之間隙孔氧化物膜層

第 13 圖顯示用於形成一摻雜了磷的間隙孔氧化物介電質於一基材上的處理。該處理包括沉積一含有一表面活化劑之摻雜了磷的溶膠-凝膠先驅物溶液於一基材上，將該被沉積的溶膠-凝膠硬化用以形成一氧化物膜層，及將該膜層曝露於氧化環境中，如氧氣或臭氧中，或一鈍氣回火處理以去除該表面活性劑及形成一摻雜了磷的氧化物界電膜層。最好是，磷是藉由從含於該溶膠-凝膠先驅物溶液中之磷形成一磷化合物，如五氧化二磷，而被結合於該氧化物膜層中。該溶膠-凝膠先驅物溶液最好是使用一磷系酸的觸媒來形成，但可由一具有磷酸配合基或由一磷系成份所修改而來的表面活化劑之矽/氧化合物所形成或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

進一步包含該矽/氧化合物。其它的磷系材質可在數個處理步驟中被取代用以達到不同的效果，及參數，如時間，溫度，壓力，及材質的相對濃度可在一廣泛的範圍內被改變。

該處理是以在一高壓沉積模組中形成一溶膠-凝膠先驅物開始。被用來沉積摻雜了磷之膜層之溶膠-凝膠先驅物是藉由將一矽/氧化合物，水，一含磷的酸，及一表面活性劑混合於一有機溶劑中而形成的。該溶膠-凝膠先驅物然後藉由一旋施塗佈或噴灑塗佈方法，最好是用旋施塗佈方法，而被施用於該基材上。在旋施塗佈期間，離心力讓該膜層能夠以薄的溶膠-凝膠先驅物層的形式大體上覆蓋該基材。一但被沉積，在該基材上的該溶膠-凝膠先驅物然後被藉由使用一溫度升高模式從約 80°C 至約 140°C 來對該先驅物熱處理以完成水解縮合及用以從該溶膠-凝膠中去除溶劑及水以形成均勻直徑的互連孔洞，最好是以一立方相結構的膜層形式。

接下來，該膜層藉由被曝露於一表面活化劑去除環境中，如一氮氣回火或氧化氬中，而被焙燒，其最好被保持在一介於約 350°C 至 400°C 之間的溫度，該表面活性劑在該氬中從該膜層上被去除且被轉變為摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層。在一被沉積的膜層中之一較佳之磷對矽的比例是介於約 1:60 至 1:8 之間，最好是介於 1:30 至 1:20 之間。這對應於一磷化合物的重量百分比，如五氧化二磷 (P_2O_5) 在矽膜層中的重量百分比約在 2% 至

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

8%之間，更佳的是在4%重量百分比。在該膜層中之磷(磷氧化物)的教佳濃度被認為提供帶電的可動原子之低濃度的有效的安定(immobilization)及吸氣(gettering)，藉以防止可動離子通過該介電層。一般咸認磷摻雜有利地提供離子活動性，加速被沉積之水解作用完成，及縮合及改改善的膜層強度等多項優點。

該溶膠-凝膠先驅物的矽/氧化合物為傳統上被使用於半導體製造中之含矽層的沉積中者，其中二氧化矽為最常用使用者。該矽/氧先驅物化合物最好是使用四氧乙基矽(TEOS)，苯基三乙氧基矽烷，對-雙(三乙氧基三矽烷基)苯，雙(三乙氧基三矽烷基)甲烷，甲基三乙氧基矽烷，六乙氧基二矽烷，及它們的組合。一磷系酸可在形成該溶膠-凝膠先驅物之前與該矽/氧化合物起化學反應以形成一摻雜了磷的矽/氧化合物。最好是，一膦酸配位體， -PO(OH)_2 ，與矽/氧化合物，如三乙基矽烷基團， $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si-}$ ，結合以產生鄰-磷三乙基矽烷， $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiOPO(OH)}_2$ 。其它用膦酸配位體所形成之摻雜了磷的矽/氧化合物包括：鄰-磷乙烯三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{OPO(OH)}_2$ ，磷鹽基乙烷三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{PO(OH)}_2$ ，對-磷鹽基伸苯基三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si(C}_6\text{H}_4\text{)PO(OH)}_2$ ，膦三乙基甲矽烷酮 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si(O)PO(OH)}_2$ ，膦三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiPO(OH)}_2$ 。

該摻雜了磷之間隙孔氧化物膜初步係利用磷系酸或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

酸衍生物來摻雜。一般相信該磷系酸配位體如觸媒般作用來催化該矽/氧化物先驅物水解、或聚合作用，繼而在較高溫度下完成水解縮合反應以形成酮基矽烷醇、矽酸及矽氧烷縮合物，其在溶膠-凝膠過程中會包覆該等兩性基團。該觸媒藉著降低水解活化能及增加後續的縮合速率而加速水解作用，藉此減少膜層處理時間。進一步地，將磷併入在乾燥期間形成在該兩性基團上的化合物中，且接著在已沉積之溶膠-凝膠的後處理期間將磷摻雜到正在形成的膜層內來從該膜上除去該等兩性模板。較佳含有磷之酸類化合物包括正磷酸(H_3PO_4)、磷酸二氫銨、磷酸二氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、磷酸烷氧基矽烷酯、其具取代之衍生物，及其組合。

該磷系酸可含有該酸觸媒，或另一種選擇地構成該酸觸媒的一部份。當該磷系酸係與額外的酸類一起使用時，較佳可使用選自草酸、二羧醋酸及其組合之有機酸，及或選自硝酸、鹽酸、過氯酸及其組合之揮發性無機酸。使用高度揮發性的無機酸來形成間隙孔氧化物膜層最令人感興趣。由於酸催化的水解反應速率在接近 pH 值約 2 時最高，且縮合反應速率在近 pH 值約 6 到約 7 時最大，所以可以使用一種低揮發性弱磷系酸與高揮發性強無機酸混合之混合物來使催化反應速率最快。

詳言之，一般相信該水解反應係藉該磷系酸及該無機酸，較佳為硝酸，兩者於低 pH 值下催化，然後將其曝露到較高溫度下如在硬化處理中的溫度來揮發掉該硝酸成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

份而留下該磷系酸內容物，接著以該磷系酸內容物來催化縮合反應且於該間隙孔氧化物膜層中形成磷摻雜。藉著控制在酸混合物中酸類的相對濃度，則可以使得膜層達到較佳的摻雜量。

在該溶膠-凝膠先驅物中使用界面活性劑以確保該矽/氧化合物於溶液中有效地分散開來使得膜層成份均勻地沉積在該基材上。界面活性劑可為陰離子性、陽離子性或非離子性。界面活性劑利用親水性的結合基團以確保在含有溶劑的水中能徹底地分散開來。非離子性的界面活性劑具有之化學結合基為不帶電荷的或中性的親水性基團，而陰離子性及陽離子性界面活性劑具有的結合基團則分別帶負電及正電。為了要形成具有均一直徑之互連線孔(interconnecting pores)，其較佳呈本發明之立方形結構，則係使用非離子性界面活性劑且其較佳係選自 $p-(CH_3)_3C-CH_2-C_6H_4-CH_2-(OCH_2CH_2)_8OH$ 、 $p-(CH_3)_3COC_6H_4CH_2(OCH_2CH_2)_8-OH$ 及其它聚環氧乙烷共聚物衍生物，環氧乙烷-聚環氧丙烷-聚環氧乙烷三嵌段共聚物衍生物及其組合。

一磷酸配位體可化學性地與該界面活性劑結合在一起。例如，可從醇為末端之界面活性劑來形成磷酸酯，該醇為末端之界面活性劑可包含親水性長鏈結構，較佳係選自 $p-(CH_3)_3CCH_2C_6H_4CH_2(OCH_2CH_2)_N-OH$ 、 $p-(CH_3)_3COC_6H_4CH_2(OCH_2CH_2)_N-OH$ ， $CH_3(CH_2)_K-OH$ ，該等 Triton™ 界面活性劑，例如

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_K\text{-OH}$
 $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{HO})_L(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M\text{H}$ 、
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_I(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_J\text{-OH}$ ，及其氟化衍生物，及其組合。
 較佳地，N 為 6 至 12 之整數，最佳為 8；K 為 13 到 17 之
 整數，I 為 6 至 15 之整數，J 為 20 至 106 之整數，且 L
 為 20 至 80 之整數。此等化合物之實例包括磷酸十四烷酯
 及磷酸十六烷酯(鯨蠟酯)。

於該溶液中使用一有機溶劑以助矽/氧化合物在該
 溶膠-凝膠中分散且易於在旋轉室中將該溶膠-凝膠噴灑
 或沉積在該基材上。本發明係使用有機溶劑，較佳為醇
 類，其選自乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、2-丁醇、
 叔-丁醇、乙二醇、或其組合，但最佳係使用 1-丙醇、異
 丙醇及 2-丁醇。在該被沉積的溶膠-凝膠中之有機溶劑典
 型地係藉由一熱處理或硬化處理而被去除的，該等處理可
 包括一或多個介於約 50°C 至約 450°C 之間的步驟用以提供
 一在膜層形成時發生之水解及縮合反應的環境。該硬化處
 理最好於一硬化/烘烤室中被實施約 1 分鐘至約 10 分鐘。

在該硬化處理中，在該膜層中之有機溶劑及某些水氣
 的去除提高非揮發性表面活性劑及矽/氧化合物，如二氧化
 矽，的濃度。當表面活性劑的濃度提高時，該表面活性劑，
 該磷系酸，及該矽/氧化合物形成分子組合於該薄的膜層
 中。持續的乾燥固化且用磷摻雜，藉以對該膜層微結構挖
 溝槽其在本發明中為均勻直徑的互連孔洞的立方體相結
 構，如第 13 圖中所示。

五、發明說明()

最好是，該摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層可藉由在約 350°C 至約 400°C 的間的一高溫回火下去除表面活性劑來形成。該回火處理可在近真空至大氣壓力的壓力範圍內實施。當表面活性劑從膜層上被去除時，孔洞被形成而該等分子組合的矽/氧化合物保有該氧化物膜層的形狀，最好是一立方體相結構，且硬化而形成一間隙孔膜層。該等孔洞通常都具有一互連的結構，但亦會具有終端分支或會形成非晶形層。該等非晶形層的選擇性形成可得到一大於 50% 之高多孔性膜層其具有一小於 2.5 的介電常數，最好是介於 2.2 至 1.6 之間。

該回火步驟是在一與沉積模組的壓力，即，大於 300 托爾，相似之壓力下實施。詳言之，該回火處理是在介於約 300 托爾至約 760 托爾，最好是介於約 500 托爾至約 700 托爾，的壓力下實施。最好是，該膜層是在一非反應性氛圍中被回火的，非反應性氣體最好是氮氣，鈍氣，如氬氣及氦氣，或它們的組合。

該氧化物膜層最好是在該先驅物化合物包含甲基或苯基基團時被回火，如苯基三乙氧基矽烷，對-雙(三乙氧基三矽烷基)苯，雙(三乙氧基三矽烷基)甲烷，甲基三乙氧基矽烷。從含有甲基或苯基的先驅物化合物沉積而來的膜層之在非反應性環境中的回火可防止甲基及苯基化合物的氧化及去除。因保有該甲基及苯基基團，所以該膜層具有較高的碳含量，其被認為可提供具有改良的疏水性之低介電常數膜層。該回火步驟同樣地產生一大於 50% 之高多

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 ()

孔性膜層其具有一小於 2.5 的介電常數，最好是介於 2.2 至 1.6 之間。

或者，該被沉積的膜層可在一高溫下被曝露於氧化的氛圍中。該氧化氛圍的溫度最好是在約 200°C 至約 400°C 之間的溫度。該氧化氛圍最好包含氧氣，臭氧，或氧氣電漿用以形成一反應性氧氣物質，其中最佳的是一臭氧電漿被形成於該室中。該電漿最好是在介於約 0.5 托爾至 10 托爾的壓力下。該轟擊該膜層且與該表面活性劑及任何殘留的水氣及溶劑反應，藉以從該膜層上將該等試劑去除。離子物質具有高度的反應性且只需要約 0.5 秒至約 5 分鐘之短曝露時間來去除表面活性劑。

於一較佳的任意步驟中，係使用一磷系酸之溶膠-凝膠先驅物組合含有一有機溶劑之溶膠-凝膠先驅物。一預混之主要化學溶液構成成份可含有四氧乙基矽 (TEOS)，一種醇如乙醇，水，及一種適當的有機酸如草酸或二羧醋酸，呈部份水解的狀態。在施加到該基材之前，該主要的化學溶液可混合一種醇如異丙醇、1-丙醇或 2-丁醇，一種適當的長鏈界面活性劑，其可部份地被一種磷系酸所酯化，水，及一種磷系酸，此外還有補充性的可水解之含矽先驅物，如甲基三乙氧矽烷、對-二(三乙氧矽烷基)苯、二(三乙氧矽烷基)甲烷，或苯基三乙氧矽烷，以適當的比例混合在一起使得該界面活性劑的濃度超過臨界的膠束濃度及自-組合性，較佳為形成立方形的三度空間網狀結構。除了該長鏈界面活性劑磷酸酯以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

外額外之磷酸，或替代該長鏈界面活性劑磷酸酯之磷酸可為正磷酸、具取代之正磷酸、烷氧矽烷基磷酸酯、或烷氧矽烷基磷酸酯化學變異物，及其組合。該磷系酸溶膠-凝膠先驅物及含有一有機溶劑之溶膠-凝膠先驅物較佳係以約 1:1 到約 10:1 的比例混合在一起。

摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層是親水性的且對於水氣污染物相當敏感，其中水氣(介電常數(k)>78)污染物對於該膜層的整體介電常數具有不利的影響。因此，該膜層典型地藉由對該膜層矽烷化及/或用以蓋層覆蓋該膜層而被後處理。

矽烷化為將矽引入一沉積膜層的上層表面的過程。於一化學反應中，在一反應室中發生一反應性有機矽烷的液相或氣相擴散作用，其造成存在在該膜層上層表面的羥基的氫被一有機矽基團，最常見為三甲基矽烷基所替代。此等化學反應之一實例為在該基材的介電層上引入六甲基二矽氧烷(HMDS)以形成矽烷醚。該矽烷化過程係藉著在溫度約 25°C 到約 200°C 下擴散一矽烷化劑來完成，其會影響曝露出的摻雜有磷之間隙孔環氧化物膜層使得曝露的膜變成厭水性。於本發明中較佳的烷化劑為四甲基二矽氧烷(TMDS)、六甲基二矽氧烷(HMDS)及二甲胺基三甲基矽烷，或其組合。

一被沉積於該摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層上之蓋層可以是能提供此等物質，如水氣，擴散的阻障物之任何材質，其作為一蝕刻停止層，或其作為一硬罩幕。最

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

好是，該蓋層為一低介電膜層其在一電漿強化化學氣相沉積(PECVD)室中於 0.5 托爾至 10 托爾的壓力下被沉積。適當材質的例子有氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，或非晶形氮化的碳化矽(BLOCK™)，其被描述於 1998 年十月 1 日提申，名為”Silicon Carbide Deposition For Use As A Barrier Layer And An Etch Stop”，的美國專利申請案第 09/165,248 號中，該案藉由此參照而被併於本文中。

雙鑲嵌結構的沉積

一根據本發明加以製造之較佳的雙鑲嵌結構 1500 示於第 14 圖中，且製造該結構的方法則被示於第 15A-15H 圖中，其為一具有本發明的步驟施用於其上之基材的剖面圖。

一包括一摻雜了磷的間隙孔金屬間(intermetal)介電層 1510 之雙鑲嵌結構 1500 示於第 14 圖中。該根據本發明沉積之金屬間介電層 1510 及 1514 具有低於 3 之極低的介電常數且通常被稱為極低 k 或 ELk，介電層。一第一介電層 1510，最好是本發明之摻雜了磷的間隙孔氧化矽層，被沉積於一基材 1502 上。該基材包含有圖案的導電線 1506 形成於一接點層基材材質 1504 中，且氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，或非晶形氮化的碳化矽(BLOCK™)，最好是氮化矽，之一第一(或基材)蝕刻停止層 1508 被沉積於其上。

氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，或非晶形氮化的碳化矽(BLOCK™)，的一第二蝕刻停止層 1512 被沉積於該第一介電層 1510 上，該第二蝕刻停止層 1512 最好是包含氮氧化

五、發明說明()

矽。一第二介電層 1514，最好是本發明之摻雜了磷的間隙孔氧化矽層，被沉積於該第二蝕刻停止層 1512 上，且一被動或阻障層 1515，其最好包含氮化的碳化矽 (BLOCK™)，被沉積於該第二介電層 1514 上且一第三蝕刻停止層 1516 被沉積於該被動或阻障層 1515 上。該等被沉積的層被蝕刻以形成一介層孔(via)1520，其大致上被一導電金屬 1524，最好是銅，所填滿，其保形地被沉積於該介層孔 1520 中覆蓋於一阻障層 1522 上。該結構然後被平坦化及一包含氮化矽，氧化矽，氮氧化矽，或氮化的碳化矽，最好是包含氮化矽，之蓋層 1518 被沉積於其上。該蓋層 1518 亦作為該基材蝕刻停止層且對應於該第一蝕刻停止層 1508 供後續雙鑲嵌多層內連線結構之用。

如第 15A 圖中所示的，氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，或非晶形氮化的碳化矽，最好是氮化矽，之一第一(或基材)蝕刻停止層 1508 被沉積於基採 502 上達 1000Å 的厚度。該基材 1502 包含形成在一接點層基材物質 1504 中的同形的導電內連線或接線 1506。一第一摻雜了磷的間隙孔介電層 1510 依據本發明被沉積於該第一蝕刻停止層 1508 上。該第一介電層 1510 依據將被製造之結構的尺吋而具有介於約 5000Å 至約 10000Å 的厚度，但最好是具有約 500Å 的厚度。該第一介電層 1510 然後在一介於約 350℃ 至約 450℃ 的溫度下被回火用以從層 1510 中去除揮發性的污染物。一第二蝕刻停止層 1512，如氮氧化矽，被沉積於該介電層 1510 上達 200Å 至 1000Å 的厚度，最好是

五、發明說明()

500Å。一第二摻雜了磷的間隙孔介電層 1514 然後根據本發明被沉積於該第一蝕刻停止層 1508 上達 5000Å 至 10000Å 的厚度，最好是 5000Å。該第二摻雜了磷的間隙孔介電層 1514 然後在介於 350°C 至 450°C 的溫度下被回火。

一包含氮化的碳化矽(BLOCK™)之被動或阻障層 1515 然後被沉積於該第二摻雜了磷的間隙孔介電層 1514 上。氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，或非晶形氮化的碳化矽(BLOCK™)，最好是氮化矽，之一第三蝕刻停止層 1516 被沉積於該被動或阻障層 1515 之上達 500Å 至 1000Å 的厚度，最好是 1000Å。一具有 2000Å 厚度的氧化矽層 1517 被沉積於該第三蝕刻停止層 1516 上以作為一硬蝕刻罩幕之用及在化學機械研磨(CMP)步驟中的進一步使用。一反反射塗層(ARC)1519 及一包含一光阻層 15121 之凹溝光罩然後被沉積於該氧化矽層 1517 上。該光阻層 1521 然後藉由此技藝中習知之傳統的微影成像技術被形成圖案。

該氧化矽層 1517 然後藉由此技藝中習知之傳統的技術，最好是藉由一使用氟碳化學物之蝕刻處理，加以蝕刻用以如第 15B 圖所示的露出第三蝕刻停止層 1516。該氧化矽層 1517 之最初蝕刻建立該雙鑲嵌結構 1500 之開口寬度，或凹溝寬度。形成於該氧化矽層 1517 上之開口寬度界定形成於該第二蝕刻停止層 1514 上之該雙鑲嵌結構 1500 的水平內連線。殘餘的光阻 1521 然後乾式去除以準備介層孔蝕刻。為了要形成該雙鑲嵌結構的接點或介層孔寬度，另一反反射塗層 1519 及光阻層 1521 分別被沉積於

五、發明說明 ()

該薄的氧化矽層 1517 上，且藉由微影成像技術進一步形成圖案以經由該結構的介層孔寬度露出該第三蝕刻停止層 1516，如第 15C 圖所示。

參照第 15D 圖，該第三蝕刻停止層 1516，該被動或阻障層 1515，及該第二蝕介電層 1514 被凹溝蝕刻以露出該第二蝕刻停止層 1512。該介層孔 1520 然後藉由非等方向蝕刻技術介層孔蝕刻該第二介電層 1514 至該第二蝕刻停止層 1512 而被形成，用以在由該氧化矽層 1517 所建立的寬度處界定該金屬結構(即，該內連線及接點/介層孔)；及蝕刻該第一介電層 1510 至該第一蝕刻停止層 1508 之介層孔寬度處，該既層孔寬度是在蝕刻該第三蝕刻停止層 1516，第二介電層 1514，及第二蝕刻停止層 1512 期間所建立的，如第 15E 圖所示。用來形成該第二蝕刻停止層 1512 或第二介電層 1514 上的圖案的任何光阻或 ARC 係使用氧氣去除或其它適當的處理來加以清除的。第 15F 圖顯示保護該基材 1502 之第一蝕刻停止層 1508 的蝕刻，露出在接點層基材物質 1504 上之底下有圖案的金屬接線 1506。該有圖案的金屬接線 1506 最好是包含一導電金屬，如銅。該雙鑲嵌結構 1500 然後在後續的層沉積之前用此技藝中習知的傳統方法加以預清洗。

該金屬結構然後用一導電材質，如鋁，銅，鎢，來形成。目前，因為銅的低阻值的關係(1.7mW-cm 相較於鋁的 3.1 mW-cm)，所以趨勢是使用銅來形成較小的特徵。最好是，如第 15G 圖所示的，一適當的阻障層 1522，如氮化

五、發明說明()

鉦，首先被保形地沉積於該金屬圖案 1520 中以防止銅遷移至周圍的矽及/或介電材質中。之後，一銅層 1524 使用化學氣相沉積，物理氣相沉積，電鍍，最好是藉由電鍍，而被沉積以形成該導電結構。當該結構已用銅或其它金屬加以填充之後，該表面即使用化學機械研磨加以平坦化並用以蓋層 1518 覆蓋，其最好是包含氮化矽並具有約 1000Å 的厚度，如第 15H 所示。在將該表面平坦化之前，該金屬可在氬氣氛圍中被回火用以將銅填充物再結晶化及去除形成於雙鑲嵌結構 1500 中之氣隙(void)。雖然沒有示出，但當銅層 1524 是以電鍍處理加以沉積時，一銅晶種層可在銅層 1524 之前被沉積。該雙鑲嵌形成處理然後可被重復以沉積進一步的內連線層，現代的微處理器積體電路具有 5 或 6 層的內連線層。

雖然前述是針對本發明的較佳實施例加以說明，但本發明之其它及進一步的實施例可在不偏離本發明的基本範圍下被達成，本發明的範圍是由以下的申請專利範圍所界定。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

以可動離子進行吸氣及加速處理之間隙孔氧化矽膜層。

本發明大體上提供一種用來沉積低介電常數膜層於一基材上的方法及設備。低介電常數膜層係摻雜了磷之間隙孔 (mesoporous) 氧化物膜層，其是藉由沉積及硬化 (curing) 一含有溶膠-凝膠 (sol-gel) 先驅物之磷以形成一具有一致直徑的互連孔洞之氧化物膜層，然後在一鈍氣氛圍中將該膜層回火或將該膜層曝露於一含有一反應氧氣物質的氛圍中以形成一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，而被形成的。

英文發明摘要 (發明之名稱：)

MESOPOROUS SILICA FILMS WITH MOBILE ION GETTERING AND
ACCELERATED PROCESSING

The present invention generally provides a process and an apparatus for depositing low dielectric constant films on a substrate. The low dielectric constant films are phosphorus doped mesoporous oxide formed by depositing and curing a phosphorous containing sol-gel precursor to form an oxide film having interconnecting pores of uniform diameter, and then annealing the film in an inert gas atmosphere or exposing the film to an oxidizing atmosphere containing a reactive oxygen species to form a phosphorus doped mesoporous oxide film.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種形成一間隙孔氧化物膜層於一基材上的方法，其至少包含：

形成一溶膠-凝膠先驅物，其包含一矽/氧化合物、一含磷的酸溶液、一有機溶劑、水、及一表面活性劑；

將該溶膠-凝膠先驅物沉積於該基材上；

將被沉積的溶膠-凝膠先驅物硬化以形成氧化物膜層；及

將該氧化物膜層曝露於一表面活性劑去除處理中以形成一間隙孔氧化物膜層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該矽/氧化合物先驅物是選自於由四氧乙基矽、苯基三乙氧基矽烷、對-雙(三乙氧基三矽烷基)苯、雙(三乙氧基三矽烷基)甲烷、甲基三乙氧基矽烷、六乙氧基二矽烷、及其混合物所組成的組群中。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該矽/氧化合物先驅物進一步包含一或多個膦酸配位體， $(-\text{PO}(\text{OH})_2)$ 。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該矽/氧化合物先驅物是選自於由鄰-磷三乙基矽烷、 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiOPO}(\text{OH})_2$ 、鄰-磷乙烯三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{OPO}(\text{OH})_2$ 、磷鹽基乙烷三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2$ 、對-磷鹽基伸苯基三

(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

乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{PO}(\text{OH})_2$ 、膦三乙基甲矽烷酮 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{O})\text{PO}(\text{OH})_2$ 、膦三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiPO}(\text{OH})_2$ 及其混合物所組成的組群中。

- 5.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該有機溶劑係選自於由乙醇、異丙醇、正丙醇、正丁醇、2-丁醇，叔-丁醇，乙二醇及其組合所組成的組群中。
- 6.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液為一選自於由正磷酸 (H_3PO_4) 、磷酸二氫銨、磷酸二氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、膦酸烷氧基矽烷酯、其具取代基之衍生物、及其混合物所組成的組群中之磷系酸。
- 7.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液進一步包含一揮發性無機酸，其係選自於由硝酸、氫氯酸、過氯酸及其混合物所組成的組群中。
- 8.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液進一步包含一有機酸，其係選自由草酸、二羥醋酸、及其組合所組成的組群中。
- 9.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該表面活性劑係選自於由 $\text{p}-(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_8\text{OH}$ 、

六、申請專利範圍

p-(CH₃)COC₆H₄CH₂(OCH₂CH₂)₈-O、及其它環氧乙烷共聚物衍生物、環氧乙烷-環氧丙烷-環氧乙烷三嵌段共聚物衍生物、及其組合所組成的組群中。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該表面活性劑進一步包含磷的成分。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該磷系成分係選自於包含 p-(CH₃)₃CCH₂C₆H₄CH₂(OCH₂CH₂)_N-OH、p-(CH₃)₃COC₆H₄CH₂(OCH₂CH₂)_N-OH、(CH₃)₃CCH₂C(CH₃)₂C₆H₄(OCH₂CH₂)_N-OH、CH₃(CH₂)_K-OH、CH₃(CH₂)_I(CH₂CH₂O)_J-OH、HO(CH₂CH₂O)_M(CH₂C(CH₃)HO)_L(CH₂CH₂O)_MH，及其氟化衍生物及其組合所組成的族群中，其中 N 為 6 至 12 之整數，較佳為 8；K 為 13 到 17 之整數，I 為 6 至 15 之整數，J 為 20 至 106 之整數，且 L 為 20 至 80 之整數。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸包含：

一磷系酸其係選自由正磷酸(H₃PO₄)、磷酸二氫銨、磷酸二氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、磷酸烷氧基矽烷酯、其具取代基之衍生物、及其組合所組成的組群中；及

六、申請專利範圍

一揮發性酸，其係選自於由硝酸、氫氯酸、過氯酸、及其組合所組成的組群中。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液的 pH 值約為 2。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液在硬化該被沉積的溶膠-凝膠先驅物後之 pH 值約介於 6 至 7 間。

15.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該間隙孔氧化物具有介 2%至 8%重量百分比的氧化磷濃度。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該表面活性劑去除處理包含在 200°C 至 400°C 的溫度下將該膜層曝露於氧化環境中。

17.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該表面活性劑去除處理包含在介於 200°C 至 450°C 的溫度下於一鈍氣氛圍中加熱該膜層。

18.一種形成一間隙孔氧化物膜層於一基材上的方法，其至少包含：

a. 形成一第一溶膠-凝膠先驅物，其包含一第一矽/氧

(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

- 化合物、一有機酸、一第一有機溶劑、水、及一第一表面活性劑；
- b. 形成一第二溶膠-凝膠先驅物，其包含一第二矽/氧化化合物、一有機酸、一第二有機溶劑、水、及一第二表面活性劑；
- c. 混合該第一及第二溶膠-凝膠先驅物以形成一混合的溶膠-凝膠先驅物；
- d. 將該混合的溶膠-凝膠先驅物沉積於該基材上；
- e. 將該被沉積之混合的溶膠-凝膠先驅物硬化以形成一氧化物膜層；及
- f. 將該氧化物膜層該氧化物膜層曝露於一表面活性劑去除處理中用以形成一間隙孔氧化物膜層。
19. 如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該第一及第二矽/氧化化合物先驅物是選自於由四氧乙基矽、苯基三乙氧基矽烷、對-雙(三乙氧基三矽烷基)苯、雙(三乙氧基三矽烷基)甲烷、甲基三乙氧基矽烷、六乙氧基二矽烷、及其混合物所組成的組群中。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該第一及第二矽/氧化化合物先驅物進一步包含一或多個膦酸配位體， $(-\text{PO}(\text{OH})_2)$ 。
21. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該第一及第

(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

二矽/氧化合物先驅物是選自於由鄰-磷三乙基矽烷、
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiOPO}(\text{OH})_2$ 、鄰-磷乙烯三乙基矽烷
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{OPO}(\text{OH})_2$ 、磷鹽基乙烷三乙基矽
 烷、 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{PO}(\text{OH})_2$ 、對-磷鹽基伸苯基
 三乙基矽烷 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{PO}(\text{OH})_2$ 、膦三乙基甲
 矽烷酮 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{Si}(\text{O})\text{PO}(\text{OH})_2$ 、膦三乙基矽烷
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_3\text{SiPO}(\text{OH})_2$ 及其混合物所組成的組群中。

22.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該第一及第
 二有機溶劑係選自於由乙醇、異丙醇、正丙醇、正丁醇、
 2-丁醇、叔-丁醇、乙二醇、及其組合所組成的組群中。

23.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸
 溶液為一選自由正磷酸(H_3PO_4)、磷酸二氫銨、磷酸二
 氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、膦酸烷氧基矽烷酯、其
 具取代基之衍生物、及其混合物所組成的組群中之磷系
 酸。

24.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸
 溶液進一步包含一揮發性無機酸，其係選自於由硝酸、
 氫氯酸、過氯酸及它們的組合所組成的組群中。

25.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸
 溶液進一步包含一有機酸，其係選自由草酸、二羧醋

六、申請專利範圍

酸、及其組合所組成的族群中。

26.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該第一及第二表面活性劑係選自於由 $p\text{-(CH}_3)_3\text{C-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-(OCH}_2\text{CH}_2)_8\text{OH}$ 、 $p\text{-(CH}_3\text{)COC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{(OCH}_2\text{CH}_2)_8\text{-O}$ 、及其它環氧乙烷共聚物衍生物、環氧乙烷-環氧丙烷-環氧乙烷三嵌段共聚物衍生物、及其組合所組成的組群中。

27.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該表面活性劑進一步包含磷的成分。

28.如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中該磷系成分係選自 $p\text{-(CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{(OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $p\text{-(CH}_3)_3\text{COC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{(OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{C(CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4\text{(OCH}_2\text{CH}_2)_N\text{-OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_K\text{-OH}$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_I(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_J\text{-OH}$ 、 $\text{HO(CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M(\text{CH}_2\text{C(CH}_3\text{)HO})_L(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_M\text{H}$ ，及其氟化衍生物、及其組合，其中 N 為 6 至 12 之整數，較佳為 8； K 為 13 到 17 之整數， I 為 6 至 15 之整數， J 為 20 至 106 之整數，且 L 為 20 至 80 之整數。

29.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸包含：

一磷系酸，其係選自由正磷酸(H_3PO_4)、磷酸二氫

六、申請專利範圍

銨、磷酸二氫四甲銨、長鏈醇類的磷酸酯、膦酸烷氧基矽烷酯、其具取代基之衍生物、及其混合物所組成的組群中；

一揮發性酸，其係選自由硝酸、氫氯酸、過氯酸及其組合所組成的組群中。

30.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該第一及第二溶膠-凝膠先驅物是以第一溶膠-凝膠先驅物對第二溶膠-凝膠先驅物比例為介於 1：1 至 10：1 之間。

31.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液的 pH 值約為 2。

32.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該含磷的酸溶液在硬化該被沉積的溶膠-凝膠先驅物之後的 pH 值約介於 6 至 7 間。

33.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該間隙孔氧化物具有介 2%至 8%重量百分比的氧化磷濃度。

34.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該表面活性劑去除處理包含在 200℃至 400℃的溫度下將該膜層曝露於氧化環境中。

六、申請專利範圍

35.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該表面活性劑去除處理包含在介於 200℃ 至 450℃ 的溫度下於一鈍氣氛圍中加熱該膜層。

36.一種形成一雙鑲嵌結構的方法，其至少包含：

沉積一第一蝕刻停止層於一基材上；

沉積一第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第一蝕刻停止層上；

沉積一第二蝕刻停止層於該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層上；

沉積一第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層於該第二蝕刻停止層上；

沉積一第二蝕刻停止層於該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層上；

蝕刻該第三蝕刻停止層及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層以界定一垂直的內連線開孔；及

經由該垂直的內連線開孔蝕刻該第二蝕刻停止層，該第一摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層，及該第一蝕刻停止層以進一步界定該垂直的內連線，藉以露出該基材，及蝕刻該第三蝕刻停止層及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層用以界定一水平的內連線並形成一雙鑲嵌結構。

37.如申請專利範圍第 36 項所述之方法，其進一步包含沉

(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

積一保形的阻障層於該被界定出來的內連線中。

38.如申請專利範圍第37項所述之方法，其進一步包含沉積一銅層於該保形的阻障層上。

39.如申請專利範圍第38項所述之方法，其進一步包含沉積一蓋層(capping layer)於該銅層上。

40.如申請專利範圍第38項所述之方法，其中該第一及第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層具有介於2%至8%重量百分比之間的氧化磷濃度。

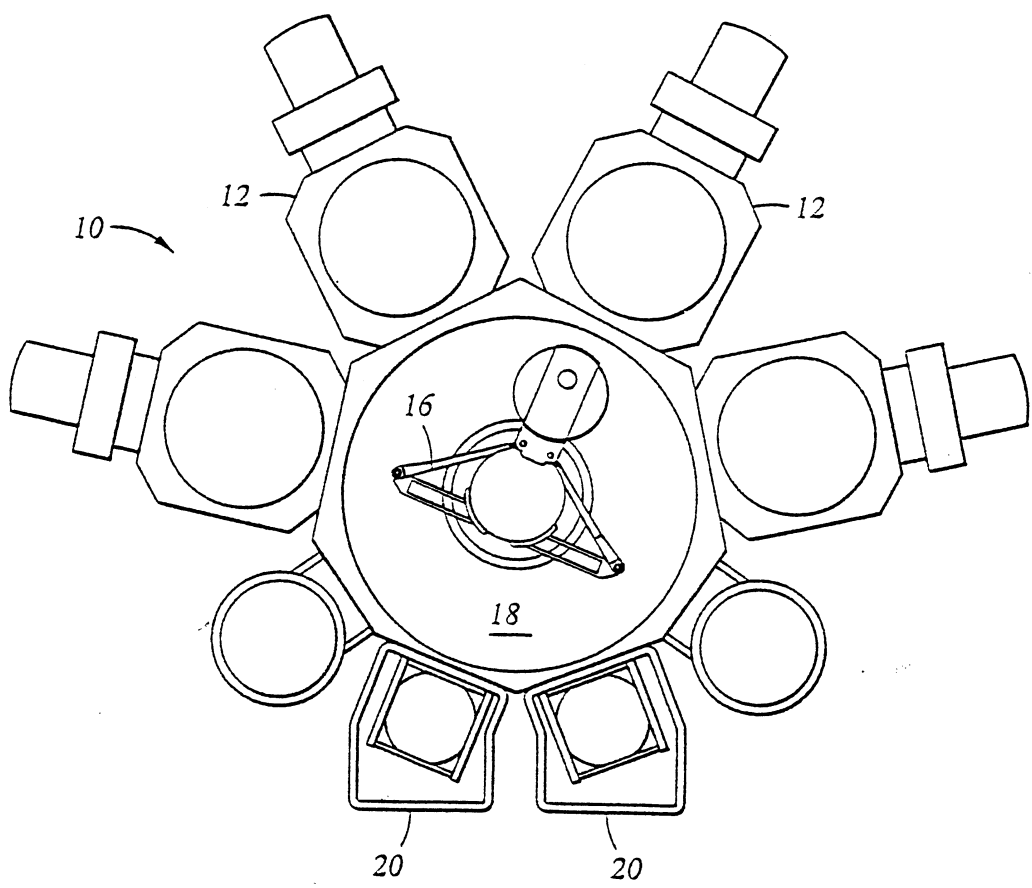
41.如申請專利範圍第38項所述之方法，其中該水平的內連線開孔是藉由在蝕刻該第三蝕刻停止層及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層之前沉積一有圖案的光阻膜層於該第三蝕刻停止層上而被界定的。

42.如申請專利範圍第38項所述之方法，其中該垂直的內連線開孔是藉由在蝕刻該第三蝕刻停止層及該第二摻雜了磷的間隙孔氧化物膜層之前沉積一有圖案的光阻膜層於該有圖案的光阻膜層上而被界定的。

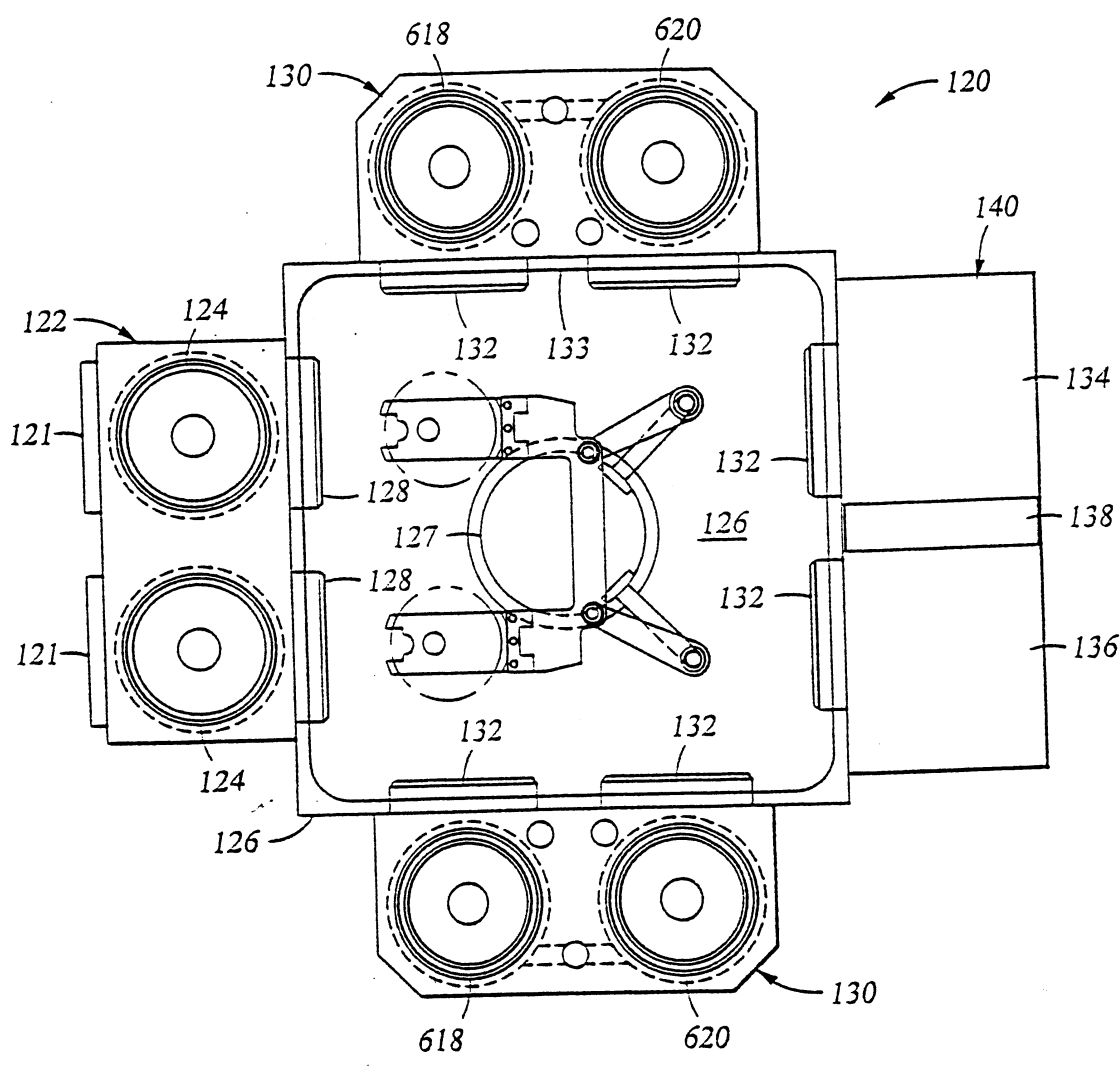
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

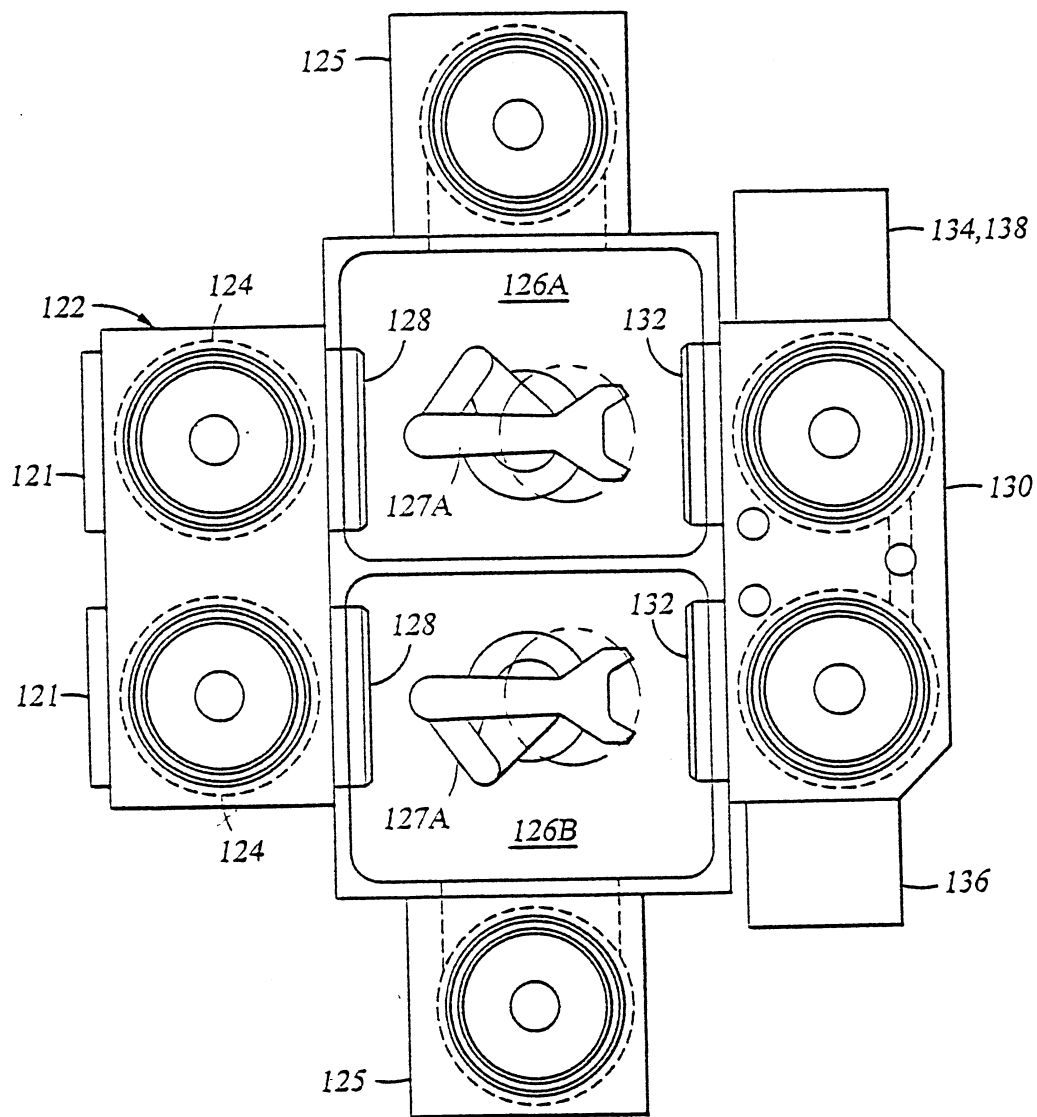
90102677



第 1 圖

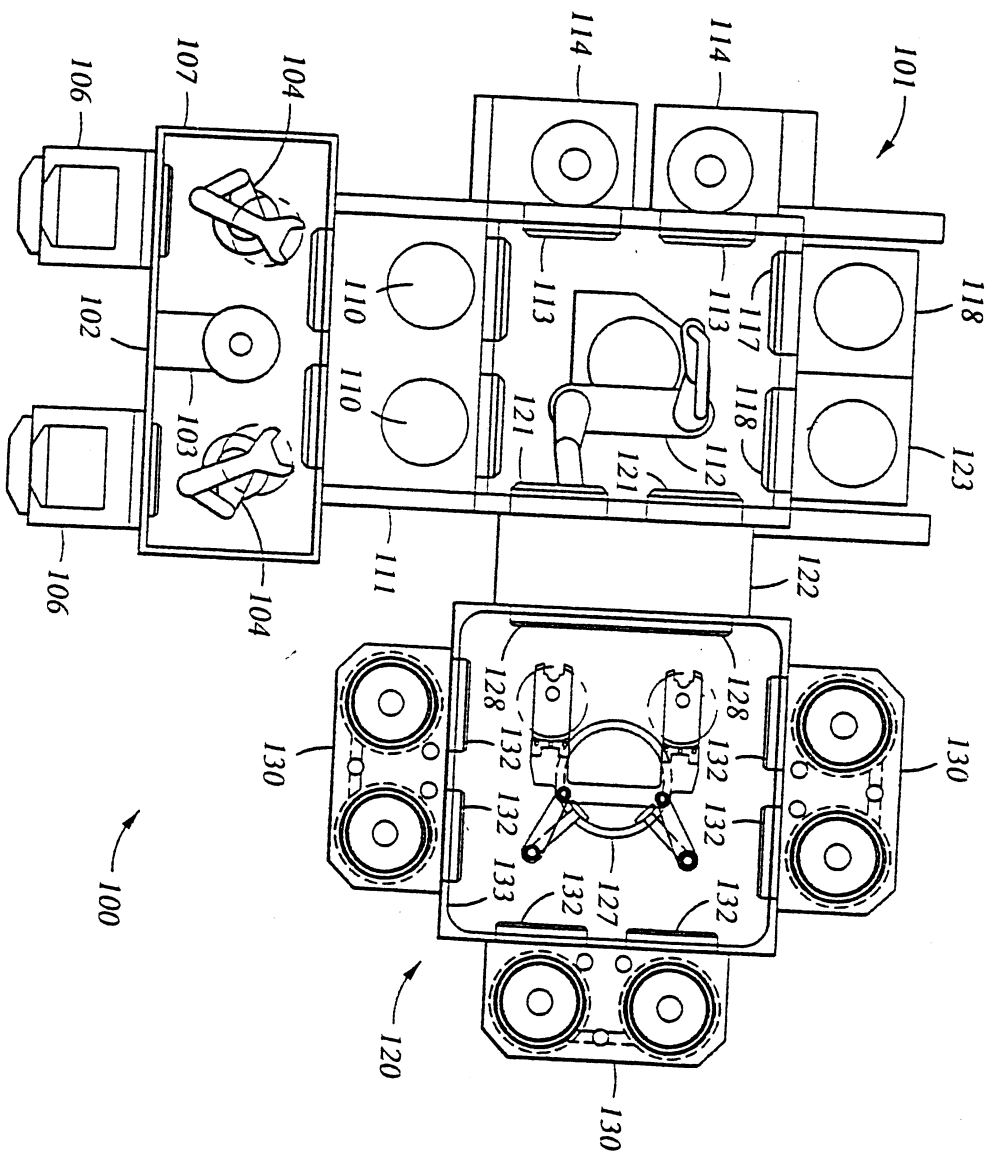


第 2A 圖

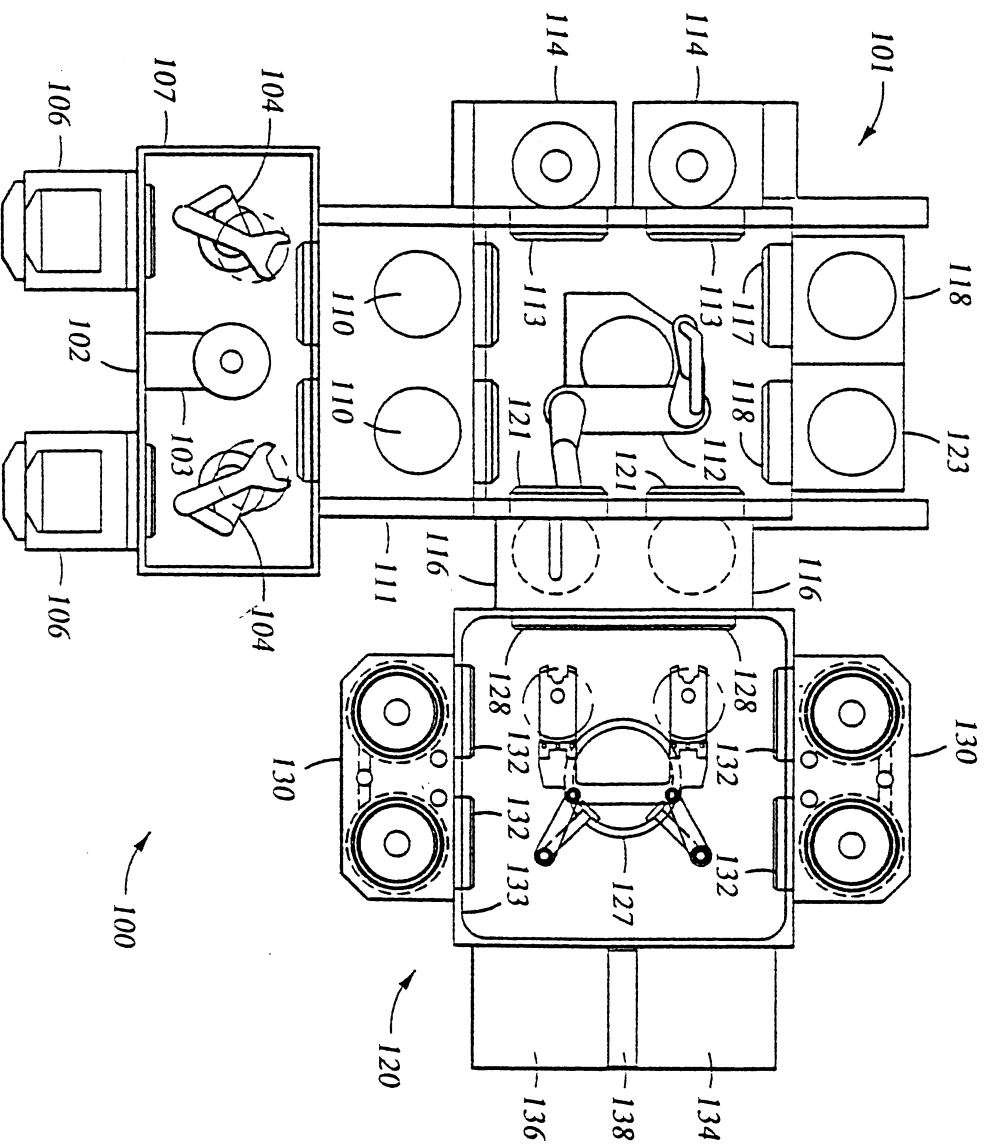


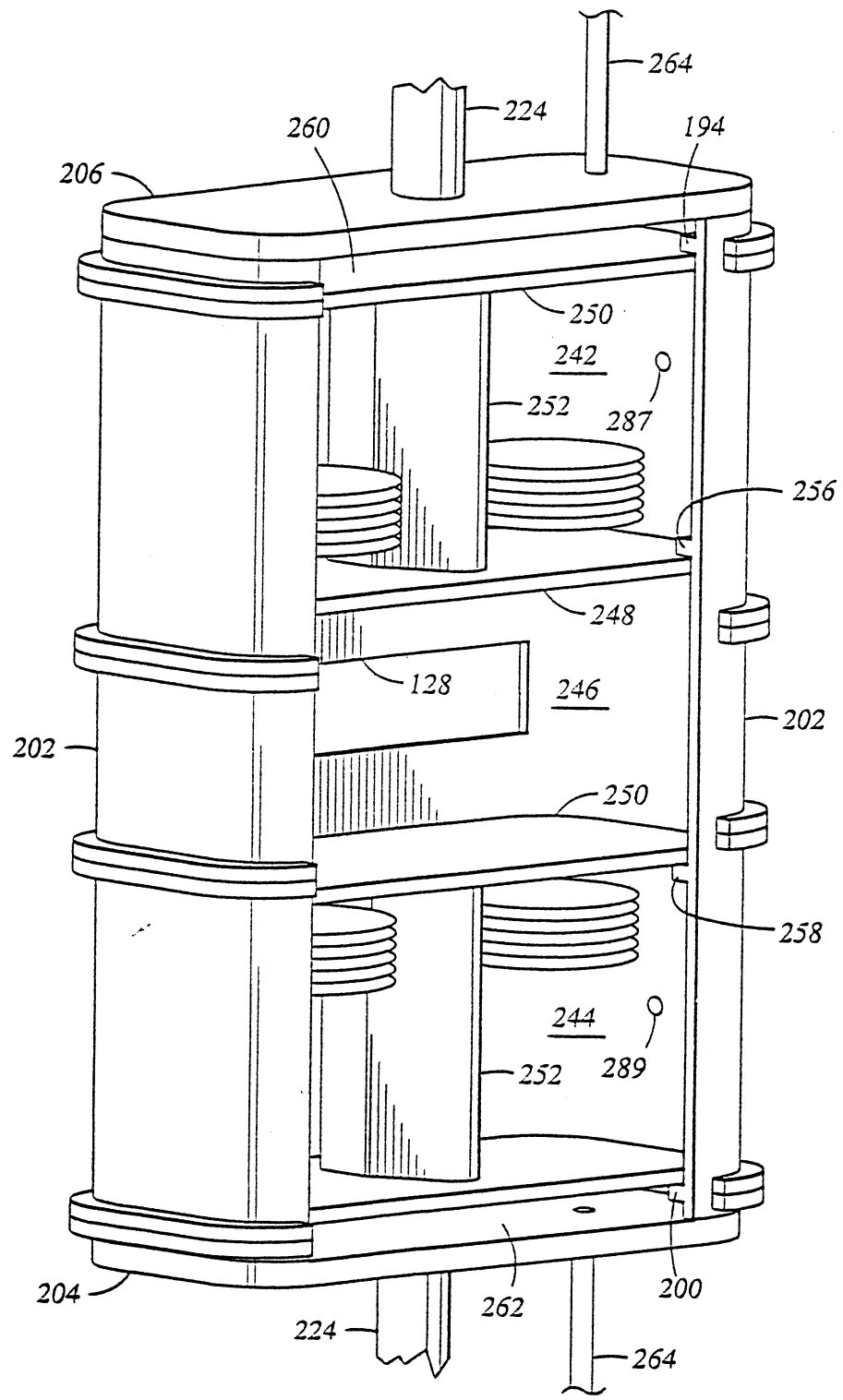
第 2B 圖

第 3A 圖

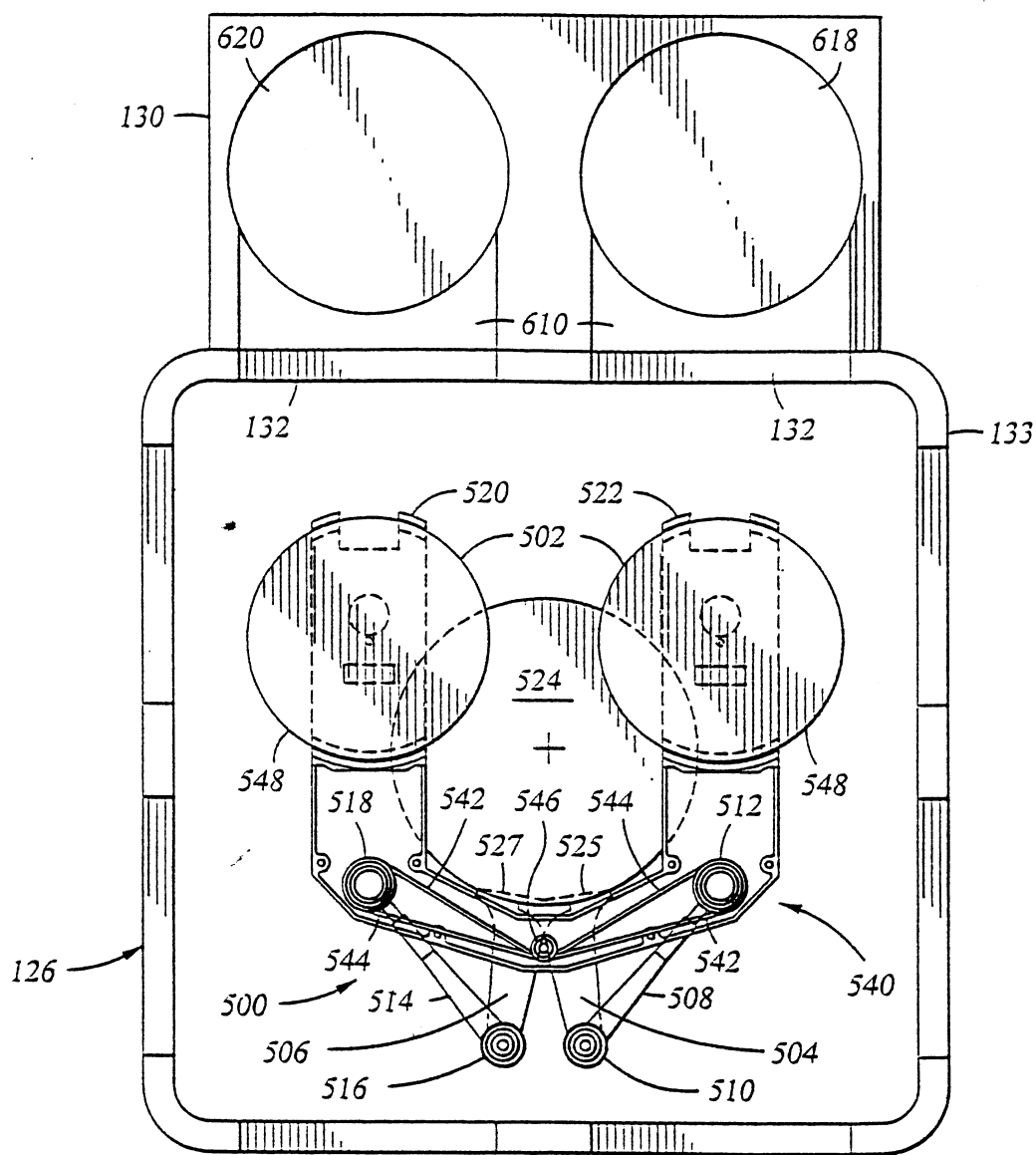


第 3B 圖

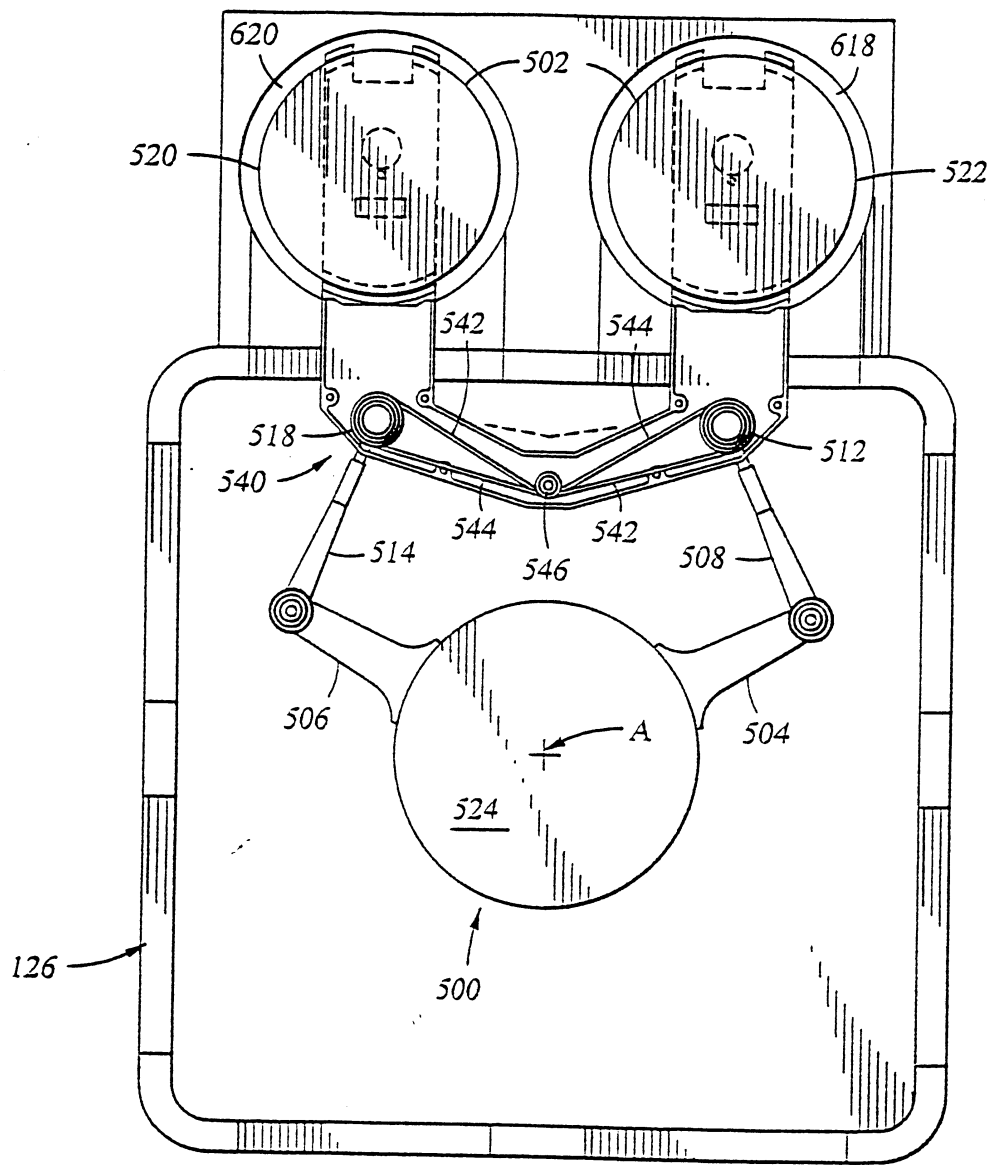




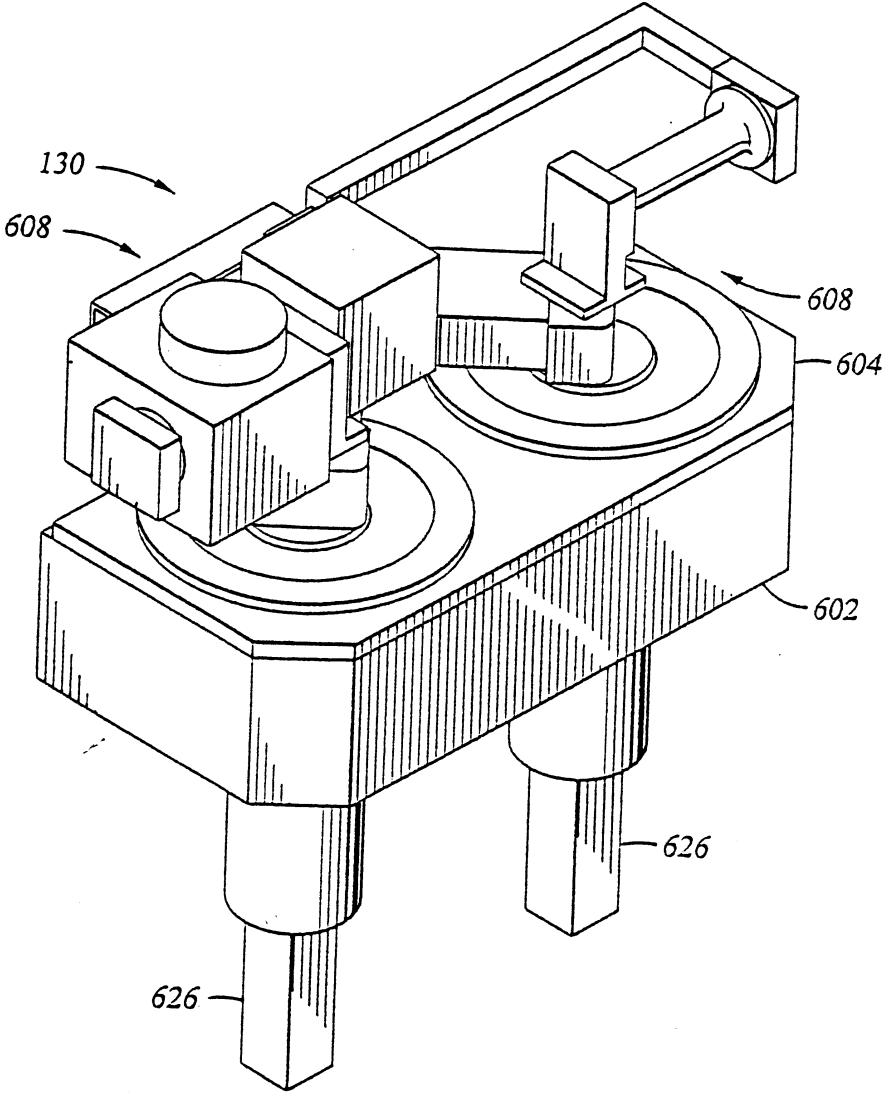
第 4 圖



第 5 圖

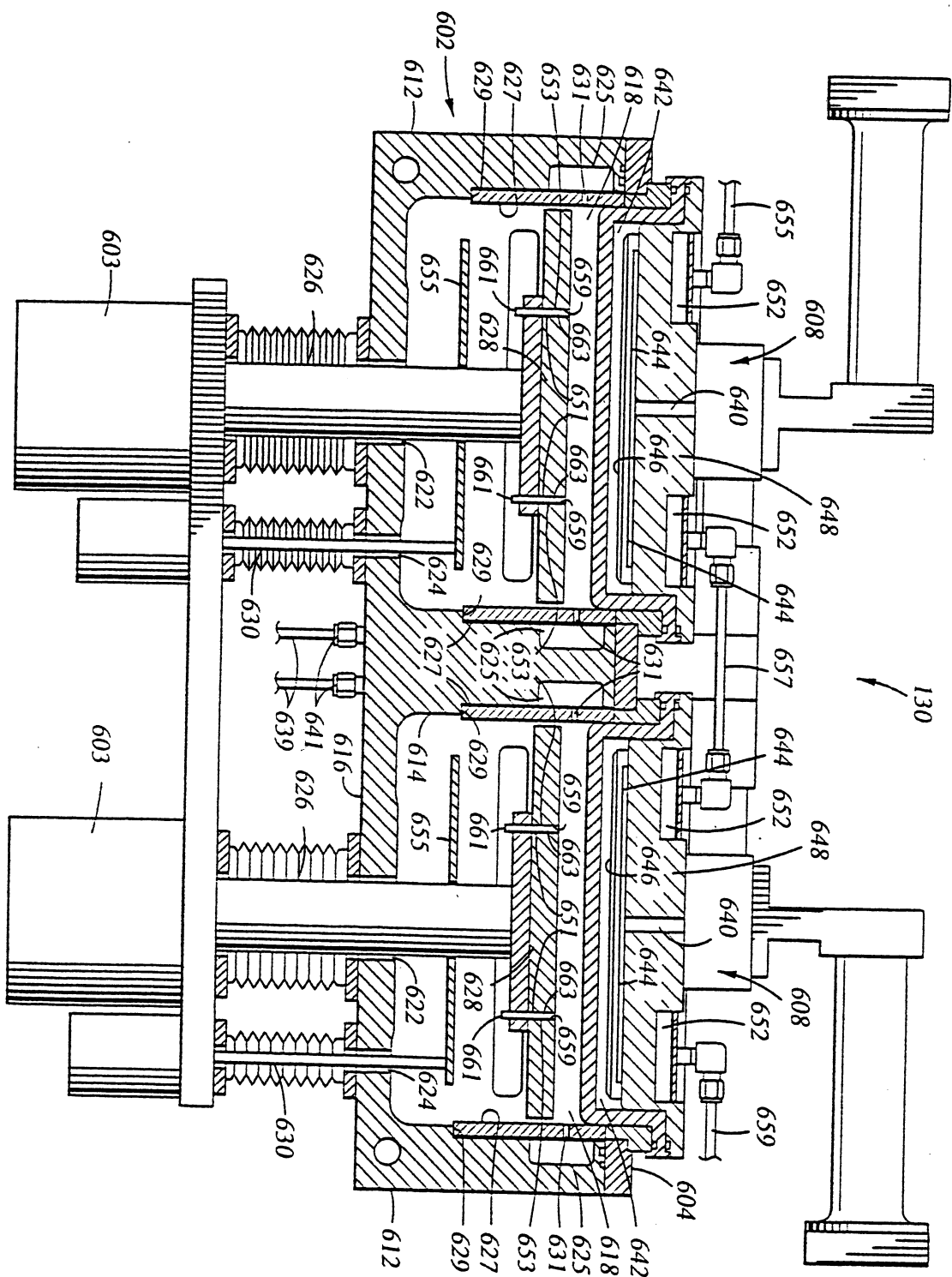


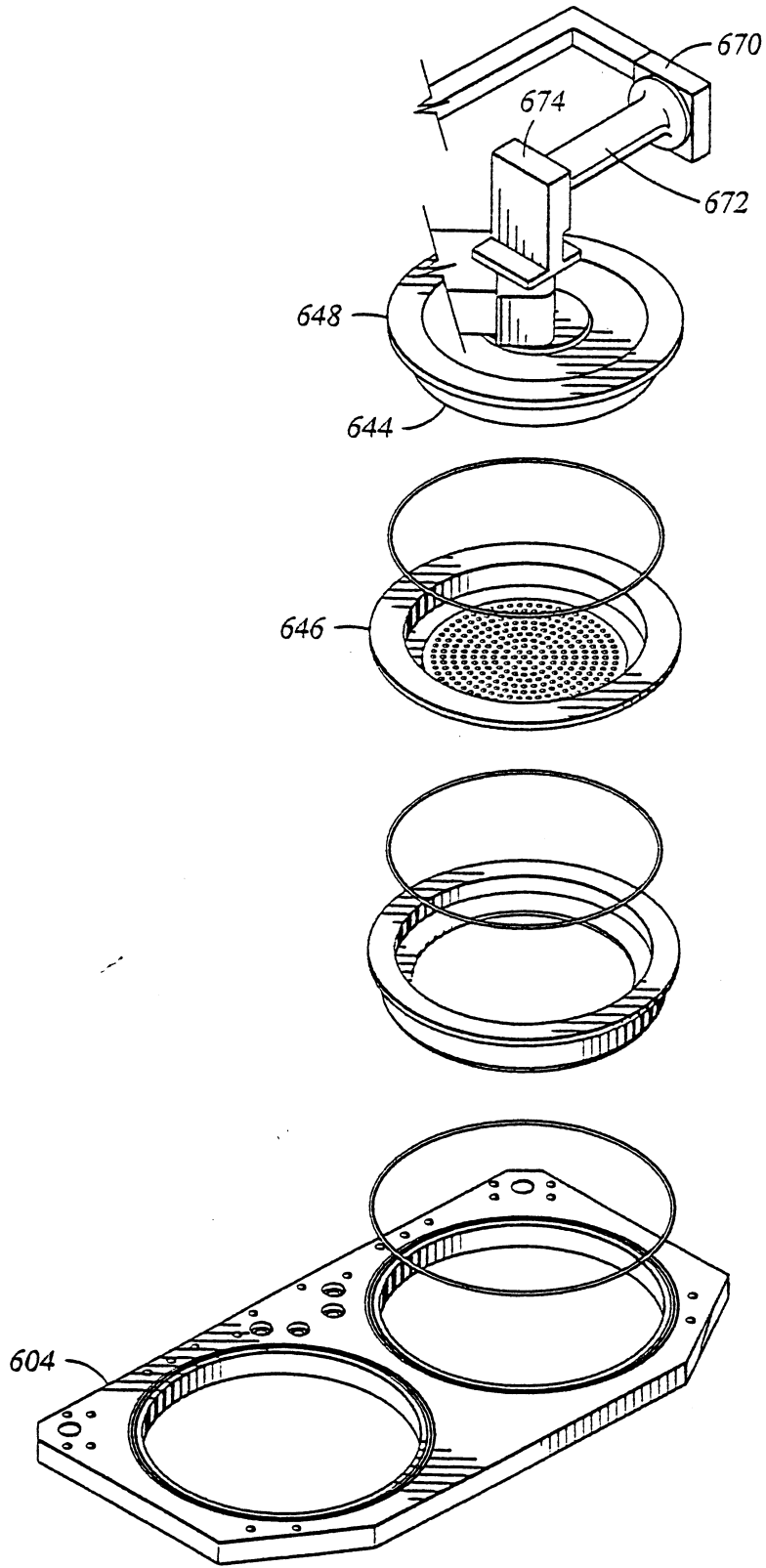
第 6 圖



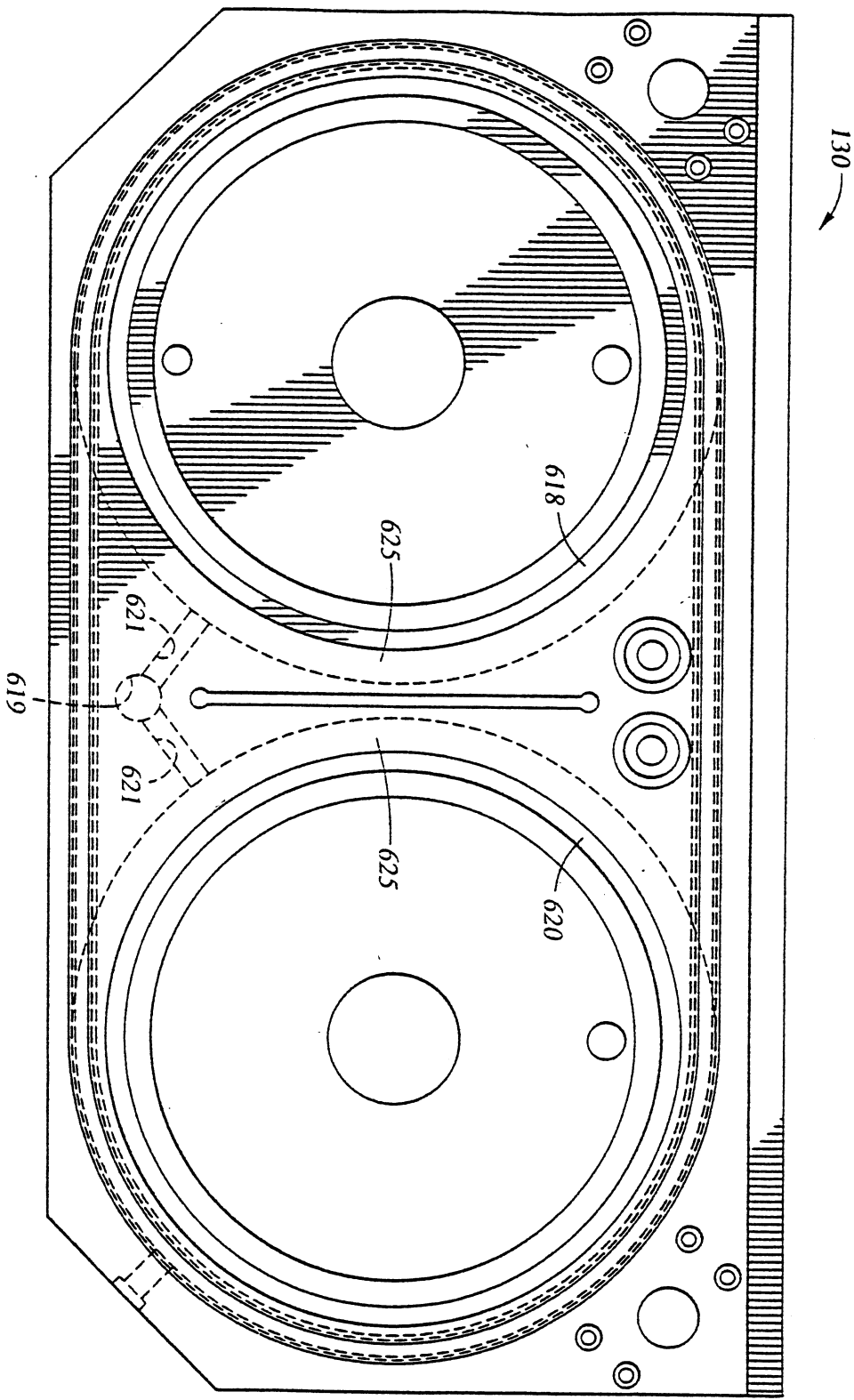
第 8 圖

第 9 圖



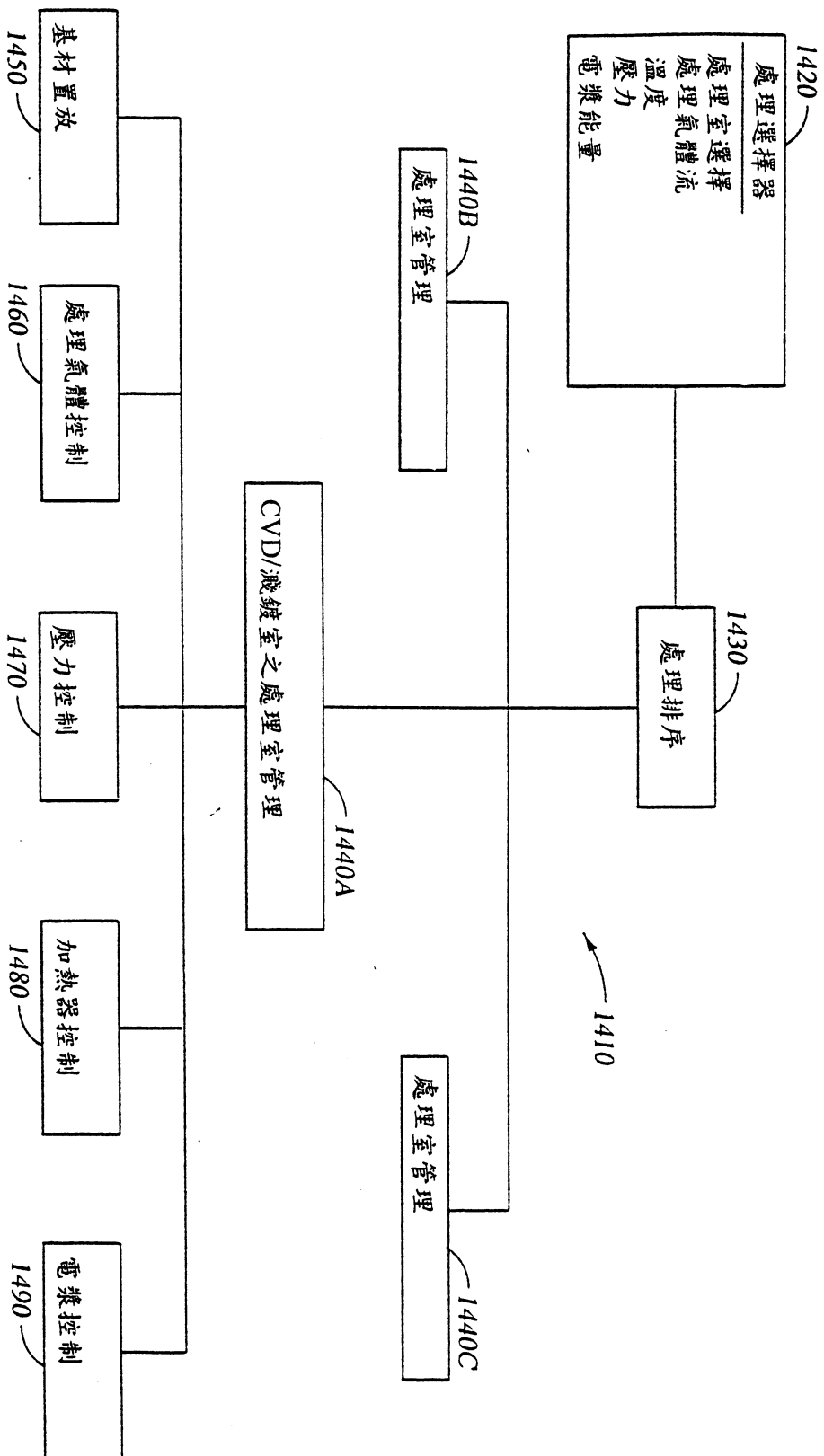


第 10 圖

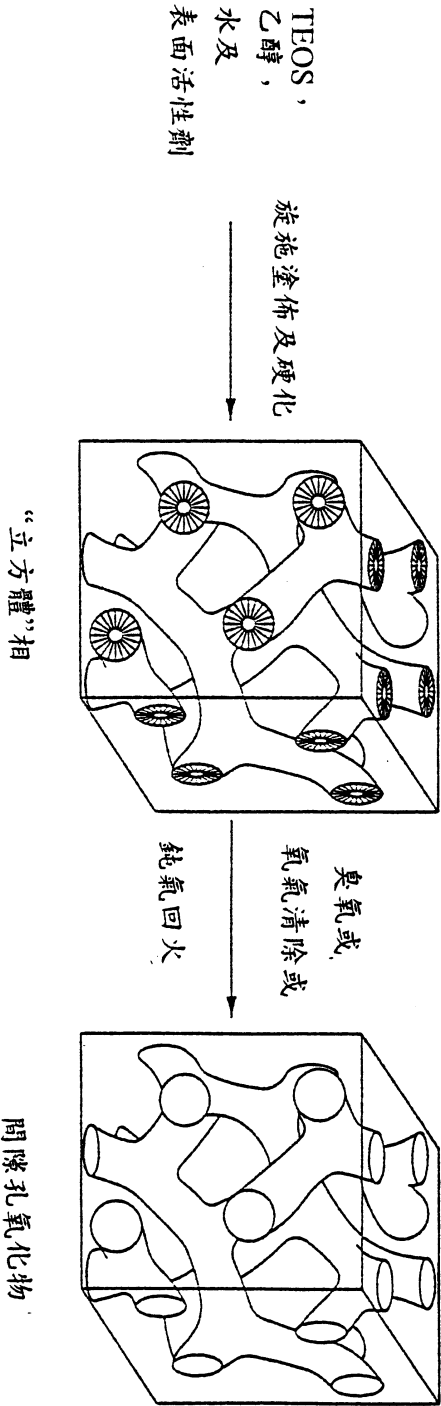


第 11 圖

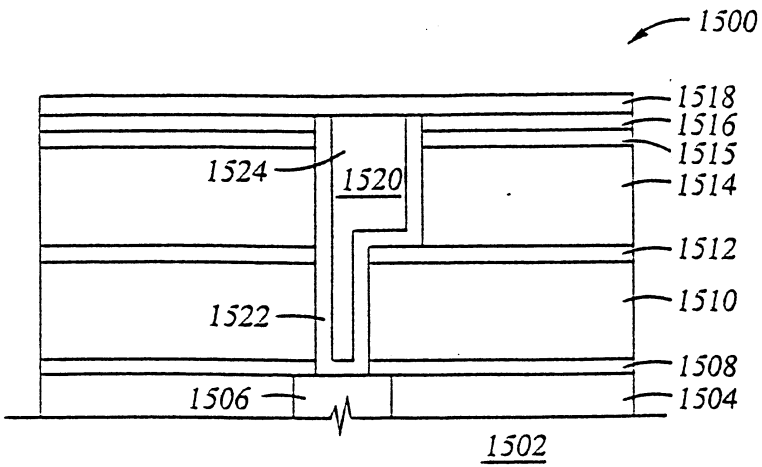
第 12 圖



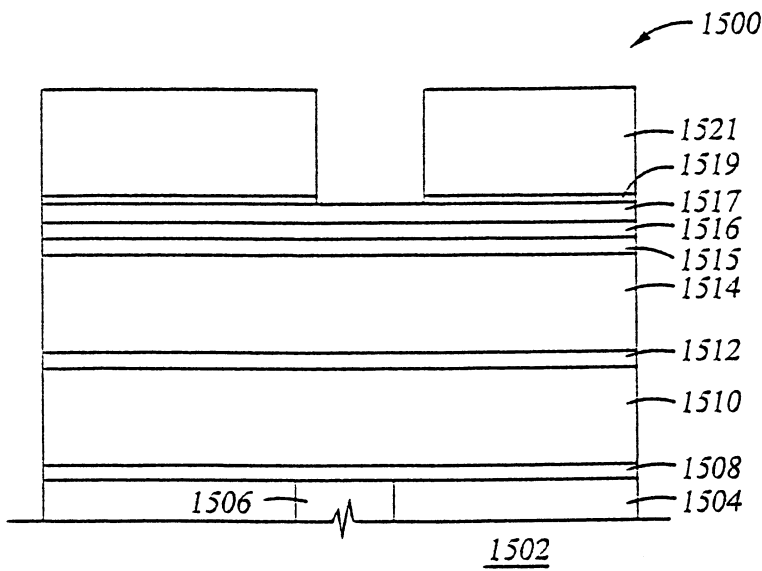
第 13 圖



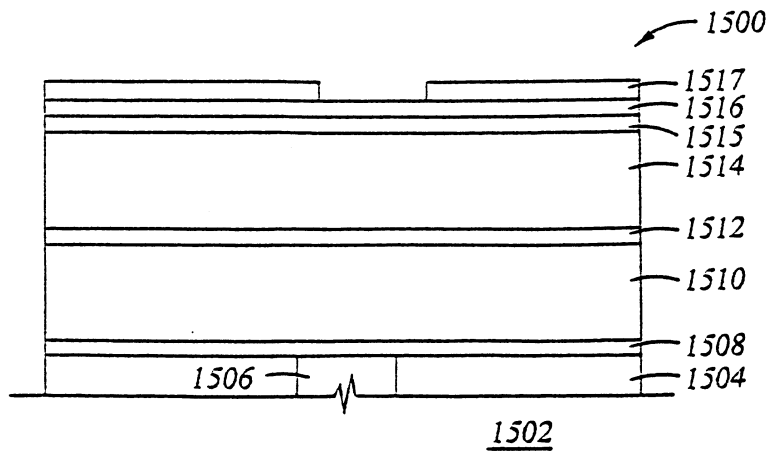
第 14 圖



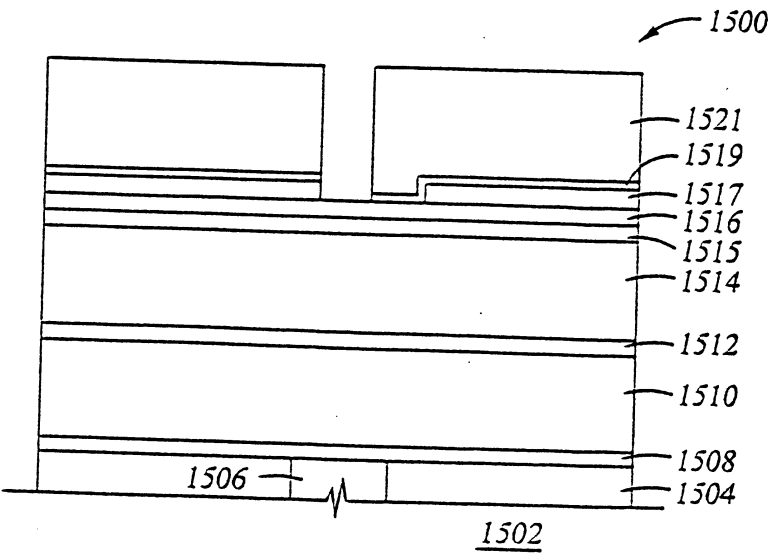
第 15A 圖



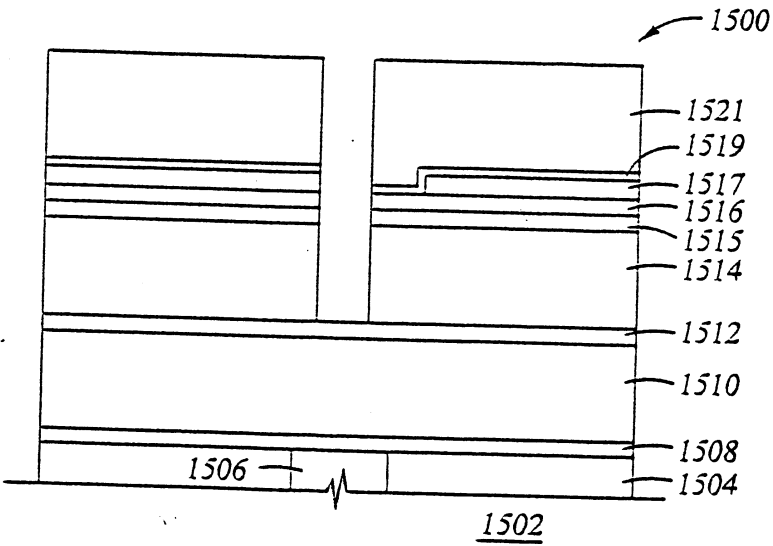
第 15B 圖



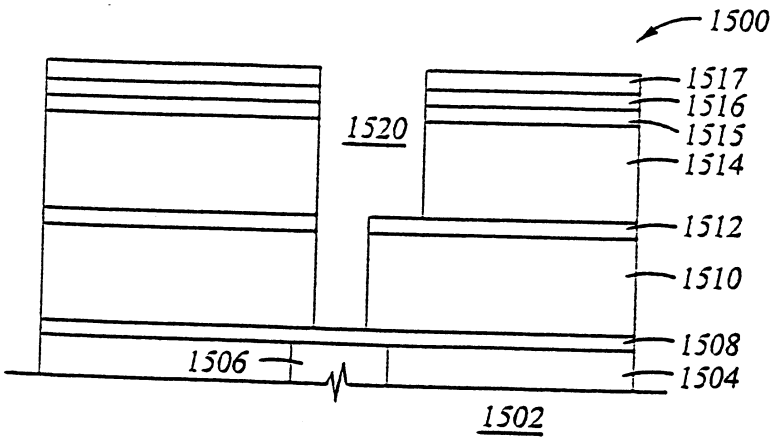
第 15C 圖



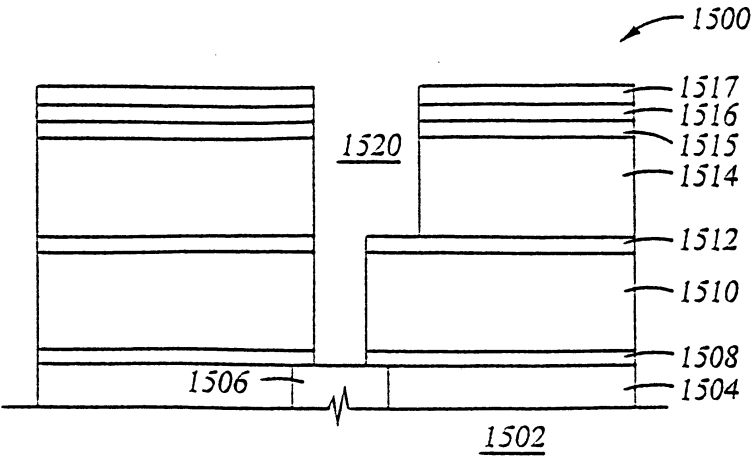
第 15D 圖



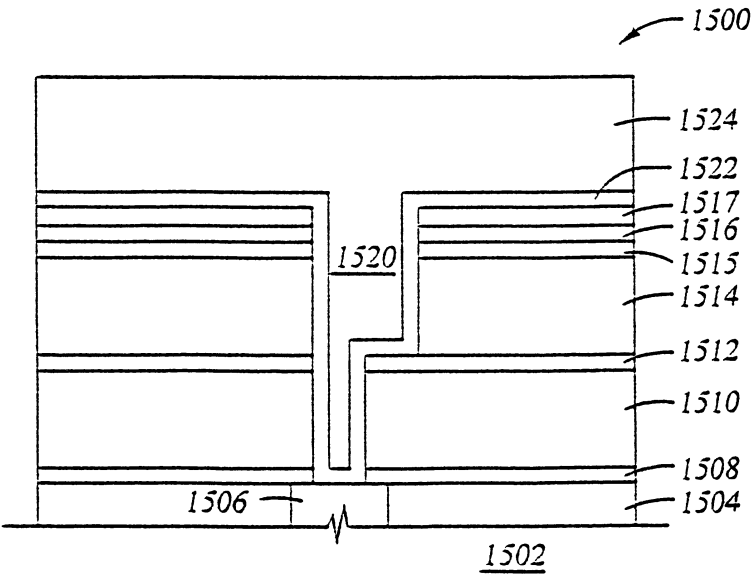
第 15E 圖



第 15F 圖



第 15G 圖



第 15H 圖

