

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96147994

※ 申請日期：96 年 12 月 14 日

※IPC 分類：C23C14/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

鋁互連結構受控制的表面氧化

CONTROLLED SURFACE OXIDATION OF ALUMINUM
INTERCONNECT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄭錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 7 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 艾倫 A 米勒/ALLEN, A. MILLER

2. 博德凱亞許旭/BODKE, ASHISH

3. 高勇/CAO, YONG

4. 詹安東尼 C-T/CHAN, ANTHONY C-T

5. 傅建明/FU, JIANMING

6.許正/XU, ZHENG

7.橫山恭憲/YOKOYAMA, YASUNORI

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.印度/IN

3.中華人民共和國/CN

4.美國/USA

5.美國/USA

6.美國/USA

7.日本/JP

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2007 年 8 月 22 日；11/843,508

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

6.許正/XU, ZHENG

7.橫山恭憲/YOKOYAMA, YASUNORI

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.印度/IN

3.中華人民共和國/CN

4.美國/USA

5.美國/USA

6.美國/USA

7.日本/JP

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2007 年 8 月 22 日；11/843,508

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及積體電路形成製程中的濺射製程，更具體而言係涉及用於形成互連線之濺射鋁的後續處理。

【先前技術】

濺射，也稱作物理氣相沉積(PVD)，是在矽積體電路製造中用來沉積金屬及相關材料層的最普遍方法。在商業生產最常用的一種直流(DC)電磁管濺射中，將進行濺射塗覆的晶圓置於真空腔室中且與欲濺射金屬靶材相對。氬工作氣體可引入真空腔室中。當相對於腔室壁或其遮罩而言，靶材為負偏壓時，會將氬氣激發成電漿並且將金屬原子從靶材上濺射出，其中一些金屬原子撞擊晶圓並在其上形成金屬塗層。放置在靶材後面的電磁管包括極性相對的磁極，以將磁場投射到鄰近靶材濺射面的腔室中，從而增加電漿密度和濺射速率。可以對晶圓施加電偏壓來幫助塗覆到深窄的孔中(via)。也可採用其他形式的濺射，包括射頻(RF)感應線圈、輔助磁體以及複雜形狀的靶材。

濺射鋁一直用來作為金屬線(metallization)以形成垂直和水平的互連線。應該理解，鋁可以是合金。通常預期的合金為銅、鎂和矽合金，銅、鎂和矽的含量少於10 at%(原子百分比)，且通常少於5 at%。在半導體製造中的標準鋁合金包括0.5 wt%(重量百分比)的銅。其他金屬通常不超過1 at%。

第 1 圖示出使用鋁金屬線之簡單通孔結構的截面圖。下介電層 10 具有導電特徵 12，例如，鋁的導電特徵 12 形成在下介電層的表面中並需要電性連接。上介電層 14 沉積在下介電層 10 及其導電特徵 12 上，並且蝕刻出通孔 16 使其貫穿上介電層 14 直到導電特徵 12。濺射鋁層 18 來填充通孔 16 並且在上介電層 14 頂部表面的場區 20 上形成大致平坦的膜層。鋁的濺射可以包括不同濺射步驟，甚至包含用於不同子層的多個獨立濺射腔室，但矽晶圓的鋁濺射製程之最後部分通常在諸如 400°C 的適度高溫下進行，以促進鋁回流以填充通孔 16 以及使鋁層 18 的上表面平整。如果通孔是形成在金屬線路的最底層，下介電層 10 可由矽層取代，並且導電特徵可以是經過摻雜的矽區域，且通常形成在矽導電特徵 12 和鋁填充孔 16 之間具有額外的接觸墊(contact)、阻障層(barrier)或閘極氧化區。

在這一點上，鋁層 18 呈現出未構圖、未定義且大致平坦的上表面，但是會因為共形沉積在下方特徵上而有許多偏離平面的偏差。位在介電層 14 之上表面 20 上的鋁層 18 的場厚度(field thickness)決定水平互連線的厚度，通常介在 160 到 1000 奈米(nm)範圍內。如第 2 圖的截面圖所示，對位在通孔 16 外部的鋁層 18 進行選擇性蝕刻，且向下蝕刻直到到達介電層 14 的上表面或到達位在上表面 20 上的薄阻障層為止。光微影蝕刻的圖案通常形成連接到多個鋁填充通孔或後續一層金屬線路的狹長狀水平電性連線。為了輔助用來界定蝕刻圖案的光微影製程，可將諸如氮化鈦

(TiN)的抗反射塗層(ARC)22沉積在第1圖中的未構圖鋁層18上。

可以在許多不同的腔室和平臺中濺射鋁。例如，第3圖之示意性平面圖中的鋁沉積系統30便是參考Endura平臺，其可以從加州聖克拉拉市(Santa Clara, California)的應用材料股份有限公司購得。晶圓32裝載在載料盒(cassettes)34中，例如前開口式塑膠盒(FOUP)，其可放置在兩個負載鎖定腔室(load lock chamber)36、38中，該腔室36、38藉由狹口閥而與保持適度低壓的內部傳送腔室40隔離開來。一旦載料盒34裝載到負載鎖定腔室36、38中，並且負載鎖定腔室36、38已經抽真空後，內部傳送腔室40中的內部機械手42可以在負載鎖定腔室36、38任意一者中的載料盒34與設置在內部傳送腔室40周圍的多個處理腔室46、48、50、52任意一者之間傳送晶圓32。這些內部腔室通常執行不需要超高真空的預處理步驟，諸如定向(orienting)、脫氣(degassing)以及預清洗等。因此，內部傳送腔室40需要抽空至僅約1毫托(milliTorr)的基本壓力。內部機械手42也可以將晶圓32傳送到通道腔室(pass through chamber)54、56以及從其中傳出。外部傳送腔室62中的外部機械手60也可以將晶圓32傳送到通道腔室54、56以其從其中傳出。未示出的狹口閥將每個通道腔室54、56均與內部和外部傳送腔室40、62隔離開來，從而允許外部傳送腔室62保持比內部傳送腔室42要低的基本壓力，例如約 1×10^{-8} 托(Torr)。低基本壓力主要是防止

濺射沉積薄膜的氧化。設置在外部傳送腔室 62 周圍並藉由各自狹口閥而與外部傳送腔室 62 隔離開來的是鋁 PVD 腔室 64 和阻障層 PVD 腔室 66，例如濺射鈦腔室。其他處理腔室 68、70 也可以設置在外部傳送腔室 62 周圍，例如不同類型的鋁濺射腔室，如用於形成鋁晶種(aluminum seed)而非進行鋁填充的腔室，或是爲了提高產量而重複設置的鋁濺射腔室。可以獲益於外部傳送腔室 62 的高真空度對所有腔室 64、66、68、70 均有利。

通道腔室 54、56 在兩個傳送腔室 40、62 之間提供兩方向的晶圓動向。此外，通道腔室 54、56 適用於進行一些次要的處理步驟。經過最終鋁濺射沉積之後的晶圓 32 可能處於約 400°C 的相對高溫下，並且在返回載料盒 34 之前，可能不需要進一步的實質處理。附接在機械手 42、60 上的刀片(blade)設計爲能夠承受該高溫。然而，載料盒 34 通常由塑膠材料構成，因此插入載料盒 34 中的晶圓應該處在例如不超過 100°C 的相對低溫下。因此，在輸出方向上的通道腔室 56 可用爲如第 4 圖截面圖所示的冷卻腔室 80，其可以是由真空腔室 82 與傳送腔室 40、62 整合而形成。在濺射之後並且在返回載料盒 34 之前，晶圓 32 在冷卻腔室 80 中冷卻至較低溫度。在緊鄰傳送腔室 40、62 的相對室壁中形成橫向寬度足以使晶圓 32 通過的晶圓口 84、86。可利用連接到由致動器 96、98 驅動之軸 92、94 的長形閥頭 88、90 來選擇性密封晶圓口 84、86，而形成各自的狹口閥。在傳送腔室 40、62 和處理腔室 46、48、

50、52、64、66、68、70 以及負載鎖定腔室 36, 38 之間可形成類似的狹口閥。

兩機械手 42、60 的刀片可以進入分別打開的晶圓口 84、86 以將晶圓傳送到基座 100 以及從基座 100 上傳送出來。來自冷卻器 102 的冷卻水通過基座 100 中的冷卻管道 104，以使基座 100 維持在適於冷卻晶圓 32 的低溫。氬氣從氬氣源 106 通過氣閥 108 供給到冷卻腔室 80。通常，氬氣源 106 也在濺射操作期間將氬氣供給濺射腔室 62、66。

可以在壓力約 1 到 2 托的氬氣氛圍環境中於 30 秒到 60 秒的冷卻期間內冷卻熱晶圓 32，以促使熱量傳送到冷卻基座 100 上。當冷卻腔室 80 已經粗略抽真空後，通常不需要連續抽氣。反而在熱晶圓 32 從外部傳送腔室 62 傳送到冷卻腔室 80 後，中間狹口閥 90 關閉，並且通過氣閥 108 將所需的氬氣量傳送到冷卻腔室 80 中，然後中斷供應或減少供應氬氣，在冷卻期間內該氬氣停留在冷卻腔室 80 中。在冷卻結束時，打開通往內部傳送腔室 40 的狹口閥 88。冷卻腔室 80 總是利用機械(乾式粗抽(dry rough))泵抽氣至約 10 微托(microTorr)的氣壓。任何額外的氬氣通過開啟的狹口閥釋放到利用低溫泵不斷抽氣的傳送腔室 40、62 中。

上述製程其基本原理已經實施多年。然而，隨著元件尺寸減小，形成水平互連線的鋁層厚度也在減小。這些更薄鋁層對於內應力以及諸如溫度冷熱循環中所產生之應力的承受能力會隨著薄膜厚度而減小。但是，又必須滿足目

前對於薄膜電阻率以及反射率的要求。反射率的要求簡化了光微影製程。如第 1 和 2 圖示出的，因影響薄膜表面結構之薄膜應力所造成的缺陷包括從薄膜平面向外延伸出的凸起(hillocks)110，以及可能在鋁薄膜表面中形成深溝的晶槽(grain groove)。因薄膜沉積製程、薄膜冷卻以及後續退火製程中的溫度循環所產生金屬層或介電層上的應力可能會在金屬層中造成缺陷。由於這些缺陷降低了薄膜的平坦度，但薄膜平坦度對於可靠地蝕刻薄膜以形成所需膜層厚度以及沉積平坦的後續金屬與介電層而言是必要的，因此這些缺陷會大幅影響元件的可靠性以及產量。

【發明內容】

用於積體電路中之鋁互連線的鋁薄膜是在僅含有氧氣作為活性成份的環境中可控地進行氧化。當基板從諸如大於 300°C 的濺射溫度冷卻到低於 100°C 溫度時，在高於 100°C 的溫度可能發生氧化。在更低溫度下，可將基板送回塑膠載料盒。

氧氣分壓可以在 0.01 到 1 托的範圍內。較佳的下限值為 0.1 托。較佳的上限值為 0.5 托。另外，可以添加諸如氬氣或氦氣等惰性氣體來促進冷卻。總氣壓可介在 1 至 5 托的範圍內或更高。

可在孤立於兩個傳送腔室之間的冷卻腔室中執行氧化，並且在該等傳送腔室周圍設置可用於形成互連線的多個處理腔室。

可以控制供給到氧化冷卻腔室的氫氣和氧氣，以防止氧氣通過氫氣管線回流到與其相連的濺射腔室和傳送腔室。在一實施例中，冷卻腔室在冷卻之前抽成真空，但在供給氫氣和氧氣或冷卻期間不抽成真空。將控制數量的氫氣供應至冷卻腔室。停止供給氫氣後，接著供給控制數量的氧氣。

藉著確保傳送腔室和冷卻腔室之間的狹口閥不會與位在傳送腔室和鋁濺射腔室之間的狹口閥同時打開來避免氧氣污染。

【實施方式】

理解到當含有暴露出之鋁薄膜的晶圓在冷卻後返回到置於無塵室環境的載料盒中時，鋁薄膜會立即氧化為組成大致是三氧化二鋁(Al_2O_3)的原生氧化物。已確定在氫中冷卻到約 100°C 以下時，原生氧化物具有約 4.2 奈米的厚度並且原生氧化物與下方鋁的分界面並不清晰，而是趨向於起伏狀且模糊不清，也就是漸層狀的。在此種氫冷卻的鋁薄膜上進行原子力顯微鏡(AFM)觀察，可得到如第 5 圖所示之 10 微米跨距的表面輪廓。其可明顯觀察到有深的凹槽。波峰-波谷粗糙度的最大值為 $R_{\text{max}}=101$ 奈米，並且表面呈現 $R_{\text{rms}}=16.5$ 奈米的 RMS 粗糙度。電子顯微圖顯示出與表面凹槽之間的間隔對應的晶粒尺寸。並且，個別晶粒的平面看起來不平整。

可以藉著在高純度的氧氣環境中冷卻濺射鋁薄膜以在

鋁層 18 上產生如第 6 圖截面圖所示之氧化鋁層 114 而改善濺射鋁薄膜的表面地形。只有在氧化之後，才在氧化層 114 上沉積氮化層 22 以準備進行光微影步驟。

在達成可控制之熱氧化反應的一實施例中，如第 3 和 4 圖所示，氧氣源 120 通過氣閥 122 提供氧氣 (O_2) 至冷卻腔室 80。然而，在熱晶圓的高溫度下，純氧氣將產生過厚的氧氣層。因此，在一實施例中，在氧氣冷卻期間也從氫氣源 106 供應實質量的惰性氣體 (例如氫氣) 至冷卻腔室 80 中，以促進冷卻期間的熱傳作用。總氫氣/氧氣壓例可約為 2 托，其中氧氣分壓約 0.01 到 0.5 托，但已證明約 0.1 托的氧氣分壓是有利的。儘管晶圓 32 在冷卻期間支撐在約 22°C 的水冷基座 32 上，但認為冷卻作用主要透過環境氣體與基座 32 的對流冷卻來達成。在此總壓力下的典型冷卻速率約為 $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ 。

在冷卻腔室 80 中的氧氣分壓造成平坦的未構圖鋁層 18 的上表面被氧化並形成如第 6 圖截面圖示出的氧化鋁層 114。使用與生成第 5 圖之比較數據相似的鋁沉積條件，相較於晶圓經過氫氣冷卻後在空氣中所形成厚度為 4.2 奈米的傳統原生氧化物，本發明的氧冷卻原生氧化物具有約 2 奈米的厚度。鋁層 18 的部分氧化反應使氧化物厚度實質小於鋁層 18 之場厚度的 10%，使得鋁互連線的導電率實質上不受影響。此外，下層氧化鋁層 18 與氧化層 114 的介面在整個單層範圍內是清晰分明的。顯示出，熱成長氧化層是緻密的，並且能防止當晶圓返回到低於 100°C 的空氣環境

時被進一步氧化。空氣環境含有很大比例的氮以及顯著量的水蒸汽，即使在無塵室的乾燥空氣中亦然。這兩種成份可以影響空氣的氧化反應。第 7 圖出示氧冷卻氧化物的 AFM 輪廓圖。最大的波峰-波谷粗糙度縮減到 $R_{\max}=54.5$ 奈米，並且 RMS 粗糙度減小到 $R_{\text{rms}}=11.6$ 奈米。與傳統 AFM 輪廓相比，本發明消除了深凹槽並減小了粗糙度。儘管在僅有氮氣的冷卻步驟中晶粒的分界線更加明顯，但晶粒尺寸大約相同。

在表 1 中示出氮冷卻薄膜和本發明之氧冷卻薄膜的比較數據資料。薄膜電阻沒有很大變化，但電阻的均勻性顯著提高。使用氧氣冷卻增加了對 436 奈米和 480 奈米之光波長的反射率。

表 1

	薄膜電阻 (ohm/sq)	薄膜電阻 不均勻性 (%)	反射率 (436nm)	反射率 (480nm)
氮冷卻	0.03263	1.75	167.2	187.5
氧冷卻	0.03271	1.06	187.8	207.6

應該在完成鋁濺射之後，但在蝕刻形成圖案化的水平互連線之前以及在鋁層 18 上沉積會影響鋁之氧化反應的其他重要膜層(例如抗反射塗層 22)之前執行氧冷卻步驟。氧化鋁層 114 是絕緣的，並且在與鋁層的上層表面做任何電性接觸之前要先去除氧化鋁層 114，但該去除步驟與去除原生氧化物的去除步驟無任何區別。

熱可控制的氧化反應減少了凹槽 112 的深度，並且使第 1 圖和第 2 圖中的凸起 110 變平，以及減小晶粒的尺寸。確切的機制尚未完全釐清。但似乎是藉著促進由氧化能量所活化而沿著初生晶粒邊界進行的表面擴散作用，使得該熱氧化反應可釋放掉應力。相較於在含有水蒸汽和高氮氣含量的空氣進行氧化反應而言，在高純度氧氣下進行氧化反應產生更好的氧化物。一種氧化純度的測量方法是測量氧化環境中除了如氫氣和氮氣等惰性氣體以外的活性組份大於 99% 的氧氣。應該說明的是，氧氣可以臭氧 (O_3) 的形式存在。

在冷卻期間的氧氣分壓較佳介在 0.1 至 0.5 托之間，但根據處理條件而言，可接受更寬範圍的氧氣分壓為 0.1 至 1 托。當晶圓較熱時，顯著較高的氧氣氣壓將可能產生過厚的氧化層。當總壓力為 2 托時，相對較高的氮氣分壓 (至少為氧氣的兩倍) 允許快速冷卻速率。總壓力可以高於 1 托，但較佳不超過 5 托。可以預期到，氮氣量可以減少或甚至消除而幾乎不會直接影響氧化作用。然而，冷卻速率會隨著氮氣的減少而降低，使得氧化反應在較高溫度下持續一段較長時間，並且也降低了產量。氮氣可以取代氫氣作為對流冷卻氣體。

應該理解，以氧氣為主的冷卻可在除了通道腔室以外的另一設有閥門的腔室中執行，並且該設有閥門的另一腔室可與傳送腔室相連，而傳送腔室亦與濺射腔室相連，使得沉積和氧化反應之間的空氣壓力小於 1 微托。

還應理解，可以在設計用來進行控制氧化且不依賴濺射溫度之冷卻作用的腔室中執行鋁的氧化反應。

半導體濺射設備中氧氣的使用是不尋常的並且可能造成問題。通常，含有通道腔室之 Endura 平臺上的所有腔室均由連接至鄰近該平臺之氣體分配板的一組共用氣體源提供氣體。極需避免氧氣沿氫氣管線擴散到濺射腔室或甚至擴散到高真空傳送腔室中。經驗顯示出，在晶圓放置到鋁濺射腔室之前，晶圓先暴露在高真空傳送腔室中的殘留氧氣下，在填充高深寬比的通孔將時出現嚴重的空隙。

用於平臺控制的軟體應該包括連鎖控制(interlock)以當冷卻腔室和高真空傳送腔室之間的狹口閥打開的同時，防止濺射腔室和與其相連高真空傳送腔室之間的狹口閥被打開。

如果從公用氣體源供給氫氣至冷卻腔室和濺射腔室，用於供應氫氣和氧氣給冷卻腔室的閥不能同時打開。也就是，氫氣和氧氣分別送入冷卻腔室，並且較佳先送入氫氣。如果冷卻腔室在冷卻期間未抽氣，最初送入冷卻腔室的氫氣和氧氣量則決定在整個冷卻期間氫氣和氧氣在冷卻腔室中的分壓。第 8 圖示出供應至冷卻腔室 80 之氣體供給系統的一個實施例。由氫氣管線 132 供給氫氣，且使用手動式針閥 134 來計量氫氣氣流，並且藉由一電動氣動閥門 136 來開控氫氣氣流。同樣，由氧氣管道 138 供給氧氣，並且由手動針閥 140 計量氧氣氣流且由電動氣動閥門 138 來開控之。電動氣動閥門 136、142 的輸出氣體供給到冷卻腔室

80 中。

每一個電動氣動閥門 136、142 都包括兩級的閥。通常利用電驅動的螺線管來致動第一級閥門，且閘控來自乾燥空氣管線 144 且通過閘閥 146 的潔淨乾燥空氣(CDA)的供給。利用受閘控之潔淨乾燥空氣來致動第二級閥門，以透過電動氣動閥來打開和關閉氫氣或氧氣氣流。電動氣動閥 136、142 本身不執行流量計量。控制器 148 發出電子控制信號以透過 CDA 閘閥 146 開啟潔淨乾燥空氣源的供給，並且打開和關閉該兩電動氣動閥門 136、142。在已知氫氣和氧氣氣壓下，可藉由控制器 148 打開個別電動氣動閥門 136、142 的時間量來確定供應至冷卻腔室的氫氣量或氧氣量。如前所述，控制器 148 應該確保兩個電動氣動閥門 136、142 不會同時打開。並且，控制器 148 應先打開然後關閉氫氣的電動氣動閥門 136，之後才打開氧氣的電動氣動閥門 142。氣體供給源的開關(toggling)實質防止氧氣通過氫氣氣動閥 136 以及針閥 134 而朝向氫氣源並且回流到濺射腔室中。直到冷卻腔室已經清除氧氣後才能重新打開氫氣的電動氣動閥門 136。

可藉著冷卻腔室 80 專用且透過閘閥 152 與冷卻腔室 80 連接的粗抽泵 150 來進一步改善氧氣隔離效果。粗抽泵 150 不用於粗抽濺射腔室或高真空傳送腔室。控制器 148 關閉閘閥 152 並將氫氣和氧氣注入到冷卻腔室 80，以及在後續的冷卻期間將氫氣和氧氣注入到冷卻腔室 80。在冷卻後，使用粗抽泵將冷卻腔室 80 排空。與傳送腔室泵相連的

低溫泵通過開啟的狹口閥將冷卻腔室抽空到超高真空。

如第 9 圖示出的示意圖，使用由控制器 148 電性控制的質量流量控制器 154 來代替氧氣針閥 140，可改善對熱氧化反應的控制。另一個電動氣動閥 156 可用來隔離質量流量控制器 154。質量流量控制器也可取代氬氣針閥 134，但通常用於冷卻的氬氣氣流和氣壓不需要嚴密地控制(close control)或調整。

因此本發明在小幅增加設備複雜度及成本且不影響產量的情況下大大改進了鋁金屬線的品質。

【圖式簡單說明】

第 1 圖示出在蝕刻到水平內連線之前，先前技術中的鋁金屬線之截面圖。

第 2 圖示出蝕刻之後，第 1 圖中之鋁金屬線的截面圖。

第 3 圖示出鋁濺射系統的示意平面圖。

第 4 圖示出可用於本發明之第 3 圖系統的冷卻腔室示意截面圖。

第 5 圖示出傳統濺射鋁薄膜的輪廓圖。

第 6 圖示出根據本發明一實施例可控制地氧化後的鋁金屬線截面圖。

第 7 圖示出本發明可控制地氧化後之濺射鋁薄膜的輪廓圖。

第 8 圖示出可用於本發明之冷卻腔室中含有電線和氣體管線之供給系統實施例的示意圖。

第 9 圖示出供給系統之另一個實施例的示意圖。

【主要元件符號說明】

10、14 介電層	12 導電特徵
16 通孔	18 鋁層
20 上表面	22 抗反射塗層
30 沉積系統	32 晶圓
34 載料盒	36、38 負載鎖定腔室
40 內部傳送腔室	42 內部機械手
46、48、50、52 處理腔室	54、56 通道腔室
60 外部機械手	62 外部傳送腔室
64 鋁物理氣相沉積腔室	66 阻障層物理氣相沉積腔室
68、70 處理腔室	80 冷卻腔室
82 真空腔室	84、86 晶圓口
88、90 閥	92、94 軸
96、98 致動器	100 基座
102 冷卻器	104 冷卻管道
106 氬氣源	108、122 氣閥
110 凸起	112 凹槽
114 氧化鋁層	116 介面
120 氧氣源	132 氬氣管線
134、140 針閥	136、142、156 電動氣動閥
136 氧氣管線	144 潔淨乾燥空氣管線
146、152 閘閥	148 控制器
150 粗抽泵	154 質量流量控制器

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種在可選擇性添加氬氣的純氧氣環境中可控制地氧化(114)用於積體電路的鋁互連金屬(18)。當晶圓從鋁濺射期間的 300°C 溫度冷卻到低於 100°C 的溫度，是允許將經過鋁處理的晶圓裝載到塑膠載料盒(34)的良機。在高真空傳送腔室(62)和低真空傳送腔室(40)之間的通道腔室(56, 80)中能夠可控制地發生氧化反應。氧氣分壓在 0.01 到 1 托範圍內是有利的，較佳為 0.1 到 0.5 托。當晶圓放置在水冷式基座上時，添加氬氣至總壓力大於 1 托可促進晶圓冷卻。為了防止氧氣回流到濺射腔室，冷卻腔室在冷卻期間不抽成真空並且先將氬氣然後將氧氣送入冷卻腔室。

六、英文發明摘要：

An aluminum interconnect metallization (18) for an integrated circuit is controllably oxidized (114) in a pure oxygen ambient with the optional addition of argon. It is advantageously performed as the wafer (32) is cooled from above 300°C occurring during aluminum sputtering to less than 100°C allowing the aluminized wafer to be loaded into a plastic cassette (34). Oxidation may controllably occur in a pass-through chamber (56, 80) between a high-vacuum transfer chamber (62) and a low-vacuum transfer chamber (40). The oxygen partial pressure is advantageously in the range of 0.01 to 1 Torr, preferably 0.1 to 0.5 Torr. The addition of argon to a total pressure of greater than 1 Torr promotes wafer cooling when the wafer is placed on a water-cooled pedestal. To prevent oxygen backflow into the sputter chambers, the cool down chamber is not vacuum pumped during cooling and first argon and then oxygen are pulsed into the cool down chamber.

十、申請專利範圍：

1. 一種積體電路互連線之鋁的沉積方法，包括以下步驟：
在保持高溫度的基板上濺射沉積一未構圖鋁層；以及
在含有主要由氧氣組成之活性氣體的環境中部分地氧化該未構圖鋁層。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該氧化步驟是在冷卻該基板的冷卻步驟中執行。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中該環境還包含氬氣，氬氣和氧氣的總氣壓不超過 5 托。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中該環境還包含比氧氣要多的氬氣。
5. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，包括先供給氬氣至一用來冷卻基板的腔室並隨後中止氬氣供給，以及接著開始供給氧氣至該用來冷卻基板之腔室的步驟。
6. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，其中該冷卻步驟將該基板冷卻至不超過 100°C 的溫度。
7. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，其中該升高溫度至少為 300°C。

8. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，還包含接著光微影蝕刻以定義該鋁層。

9. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，其中該環境包含介於 0.01 至 1 托之間的氧氣分壓。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的方法，其該氧氣分壓至少為 0.1 托。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述的方法，其中該氧氣分壓強不超過 0.5 托。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述的方法，其中該環境還包括氫氣，使得氧氣和氫氣的總氣壓介在 1 至 5 托之間。

13. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，更包含裝載來自一載料盒的基板，並且該載料盒與一保持第一基本壓力的第一傳送腔室相鄰設置；

其中，該濺射步驟在一濺射腔室中執行，並且該濺射腔室與一保持比該第一基本壓力要低之第二基本壓力的第二傳送腔室相鄰設置；以及

其中，該冷卻步驟是在可從該第一傳送腔室和該第二傳送腔室進入的一通道腔室中執行。

14. 如申請專利範圍第 2 到 5 項任一項所述的方法，更包含防止含有晶圓的腔室在冷卻期間同時與執行濺射的濺射腔室內部連通。

15. 一種濺射平臺，包含：

一第一傳送腔室，其內設置有一第一機械手；

一負載鎖定腔室，其透過一閥而耦接到該第一傳送腔室，該負載鎖定腔室含有一裝載著多個基板的載料盒並且該第一機械手可進出該負載鎖定腔室；

一第二傳送腔室，其內設置有一第二機械手；

一配置用於濺射鋁的濺射腔室，該濺射腔室透過一閥而耦接到該第二傳送腔室；

一通道腔室，其透過個別的閥而耦接到該第一傳送腔室和該第二傳送腔室，並且該第一機械手和該第二機械手可進出該通道腔室；以及

一氧氣源，其可制控地供應至該通道腔室。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的平臺，更包含一可控制地供給至該通道腔室的氬氣源。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述的平臺，更包含一可將氬氣和氧氣交替供給至該通道腔室的控制裝置。

18. 如申請專利範圍第 15 到 17 項任一項所述的平臺，其中該通道腔室作為冷卻腔室。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述的平臺，更包含一泵，該泵連接到該通道腔室但未連接到該濺射腔室。

20. 一種濺射平臺，包括：

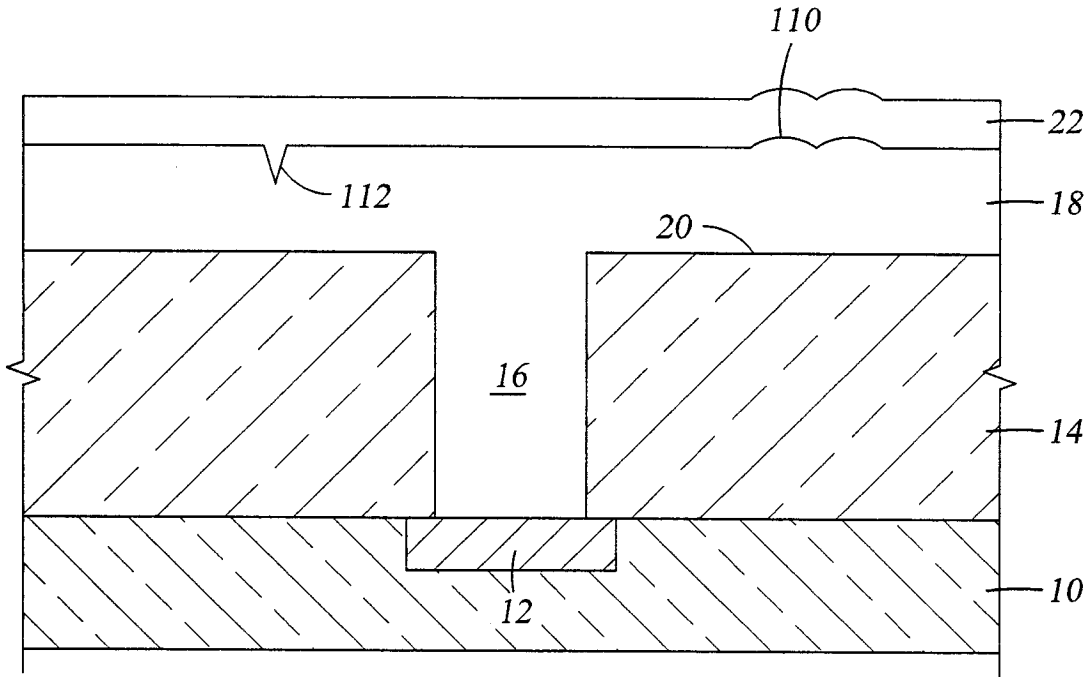
一傳送腔室，其包含一機械手；

一用於在基板上濺射鋁的濺射腔室，該濺射腔室透過一第一閥門連接到該傳送腔室，並且該機械手可進出該濺射腔室；

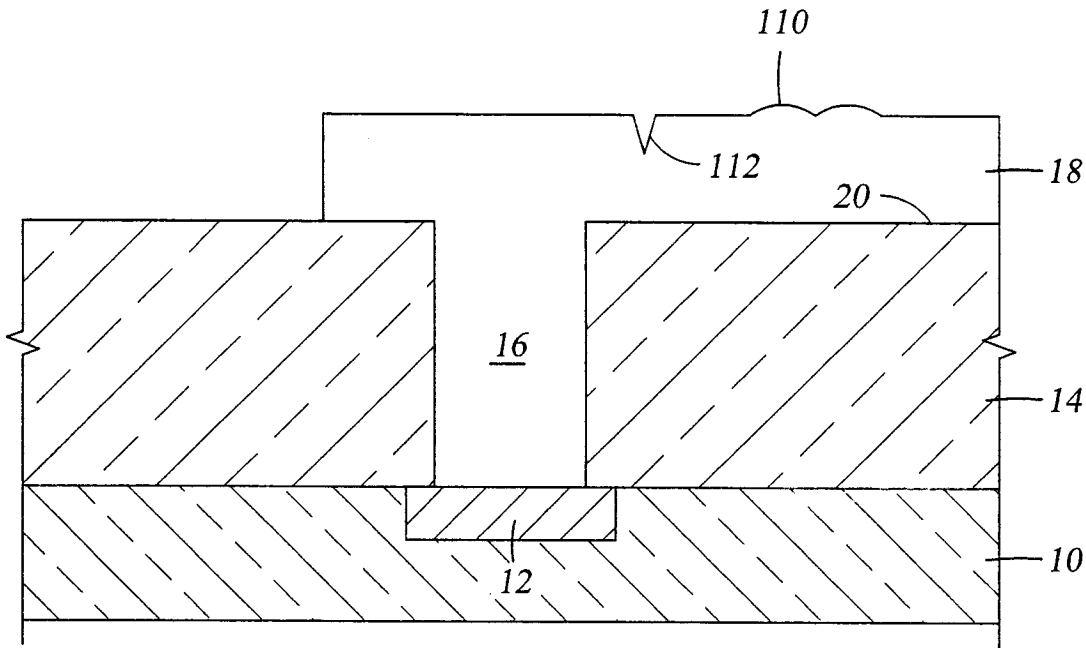
一用以容納基板且冷卻該基板的冷卻腔室，該冷卻腔室透過一第二閥門連接到該傳送腔室並且該機械手該機械手可進出該冷卻腔室；以及

一可控制地供應至該冷卻腔室的氧氣源。

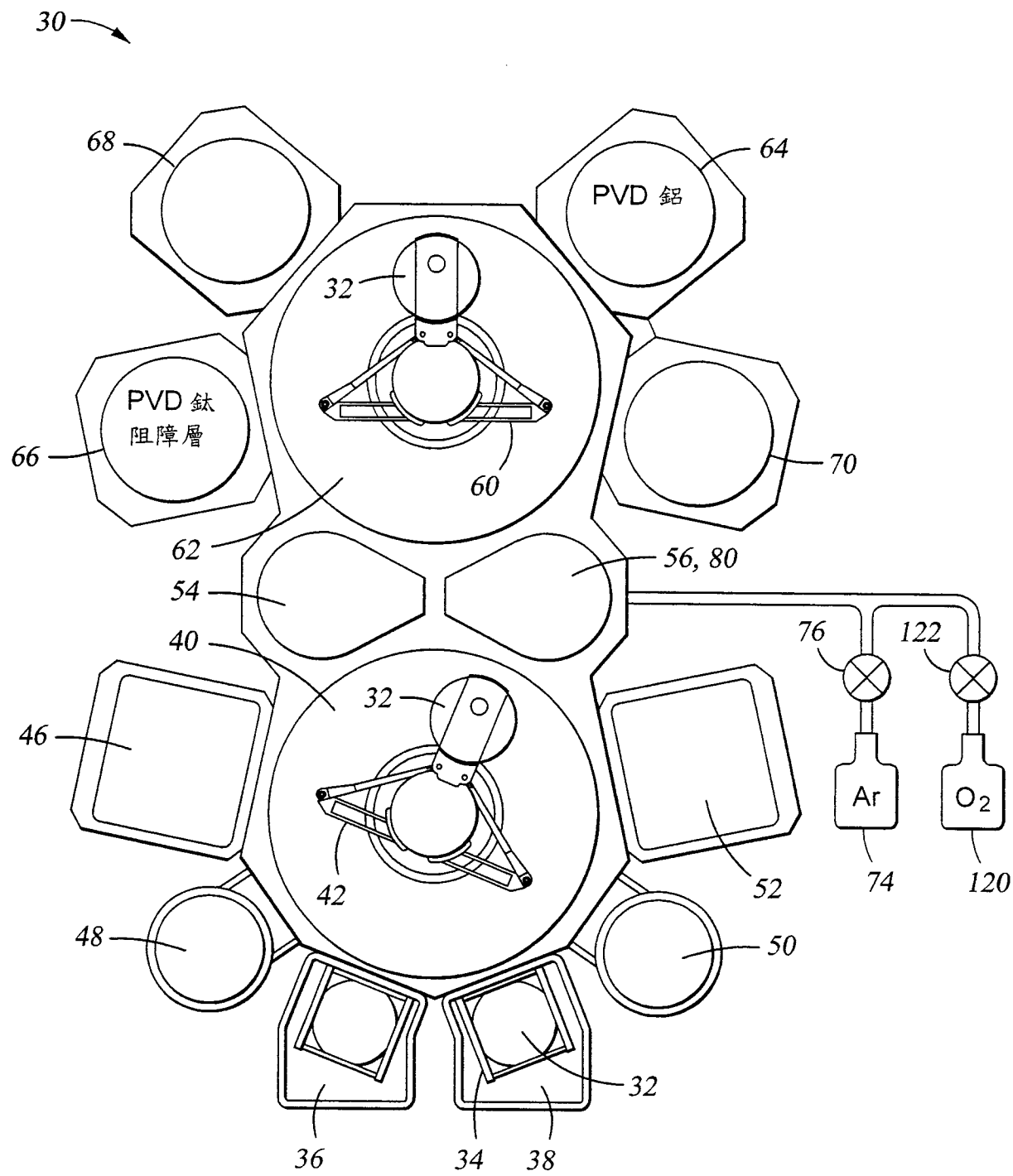
21. 如申請專利範圍第 20 項所述的平臺，更包括一可控制地供給至該冷卻腔室的氬氣源。



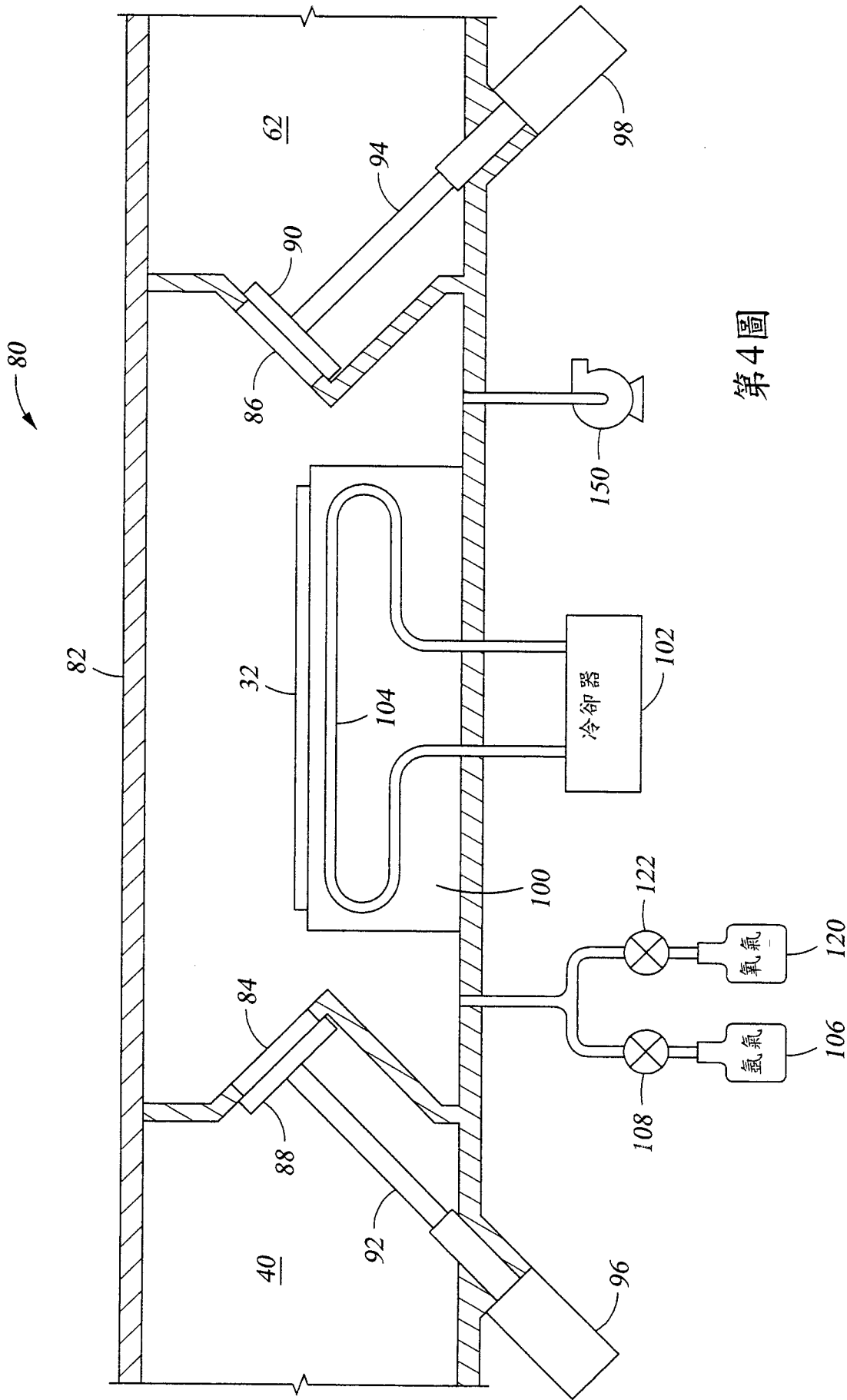
第1圖
(先前技術)



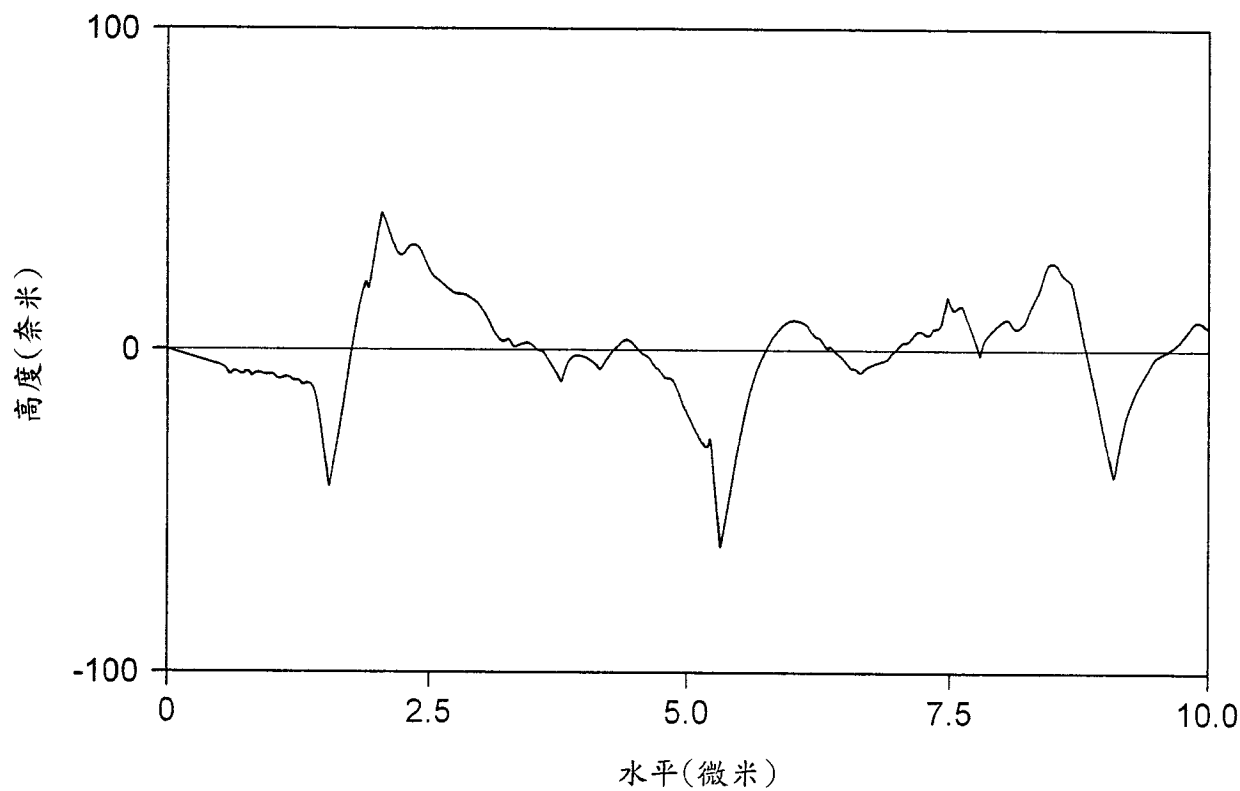
第2圖



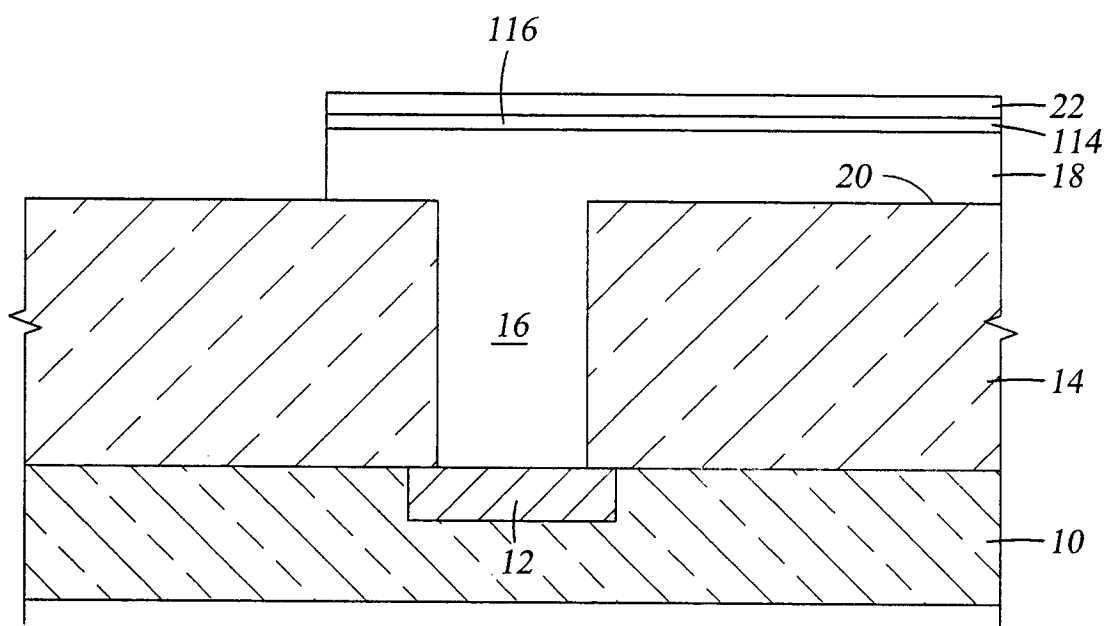
第3圖



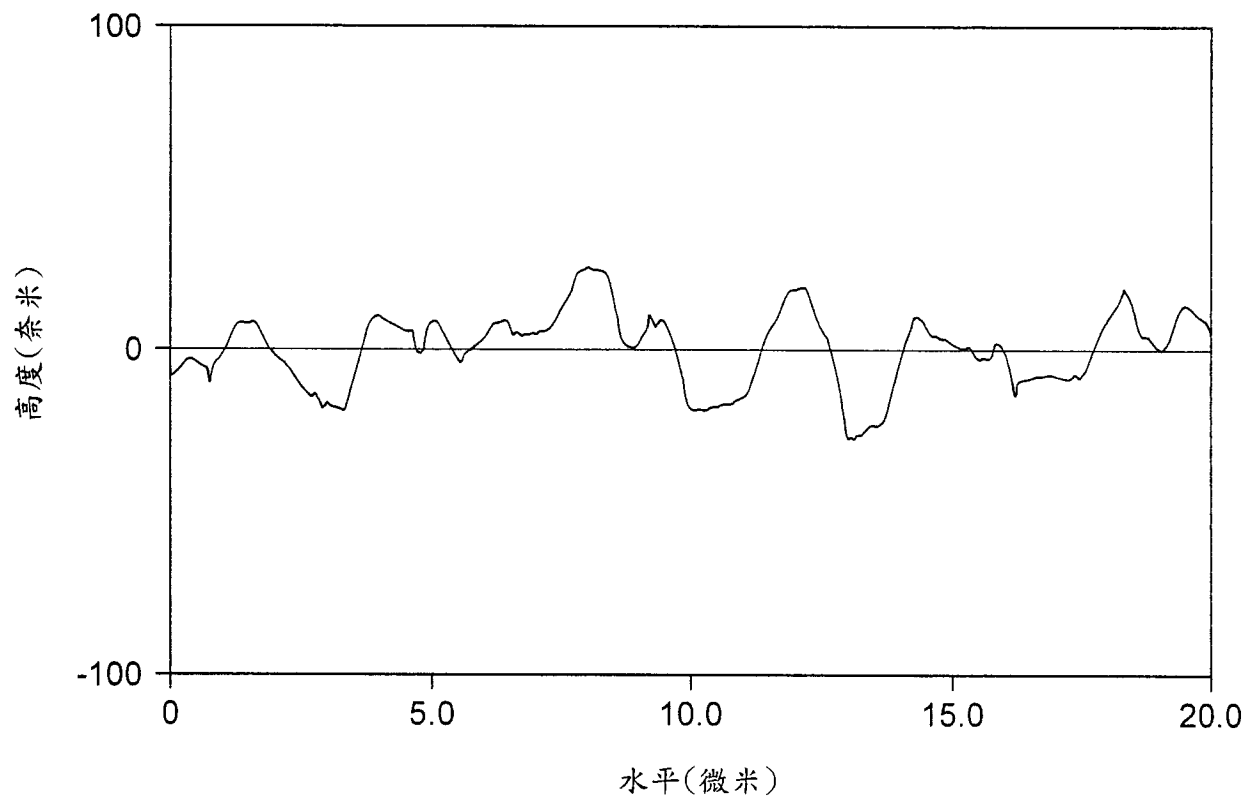
第4圖



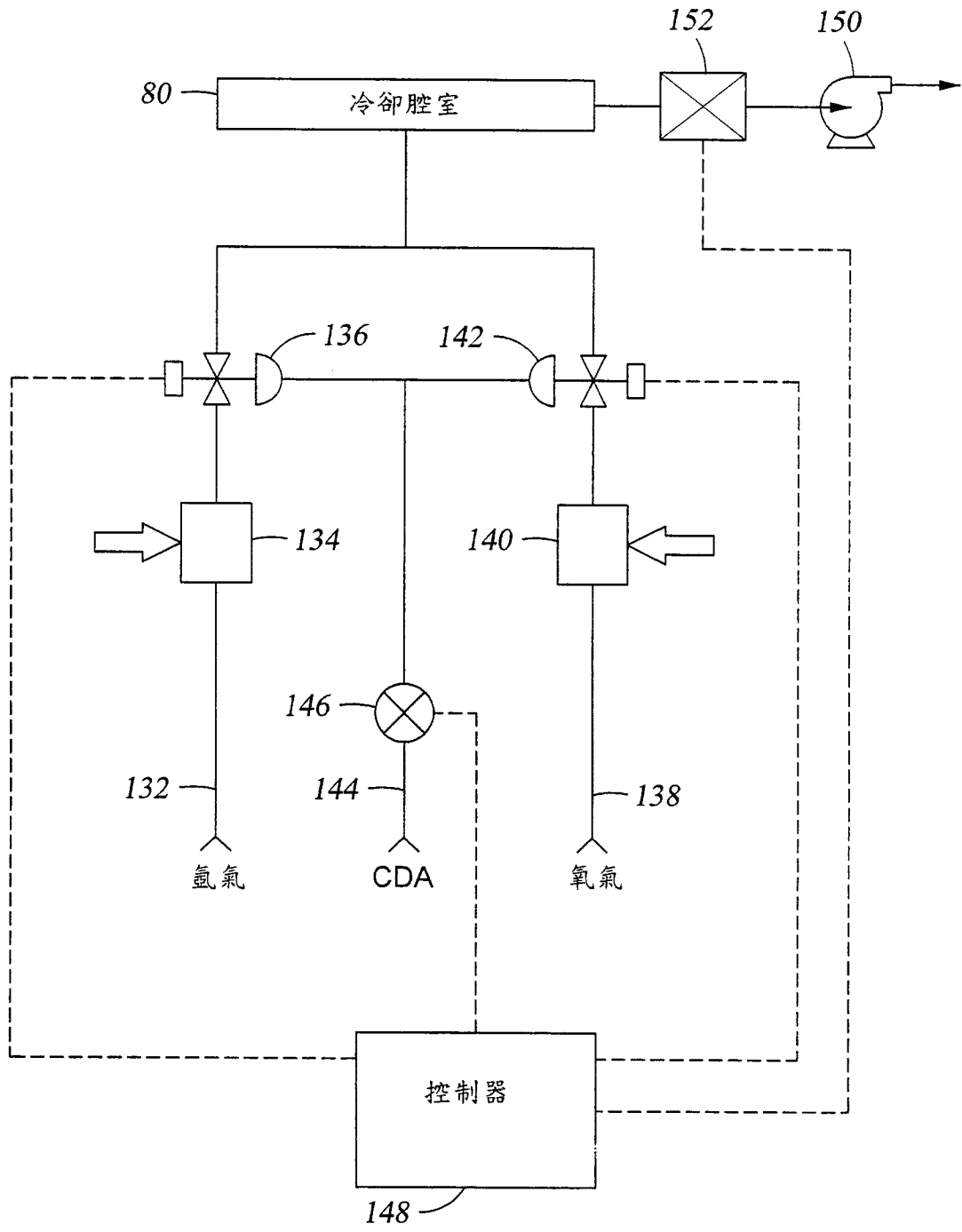
第5圖
(先前技術)



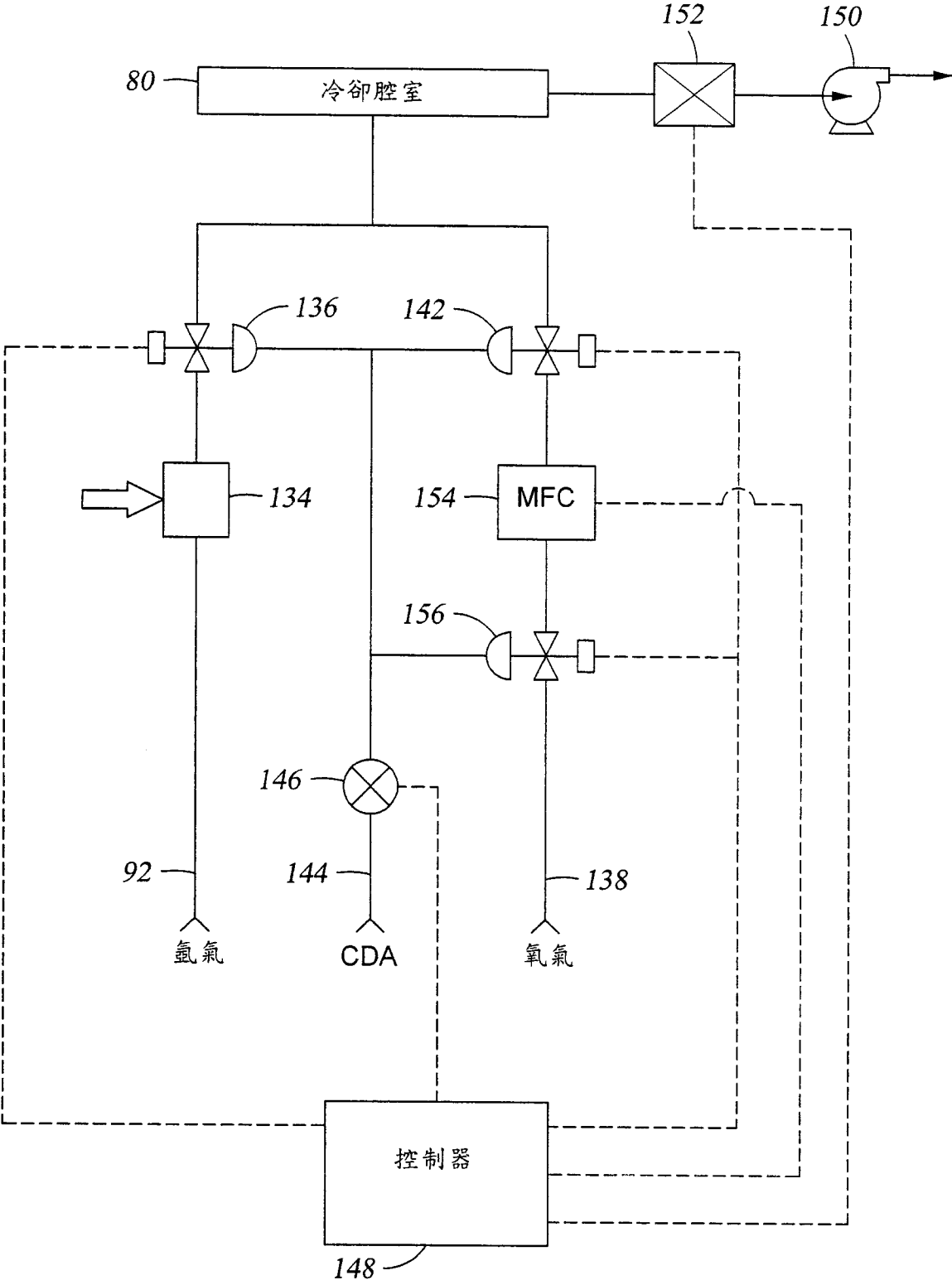
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

32 晶圓	96、98 致動器
40 內部傳送腔室	100 基座
62 外部機械手	102 冷卻器
80 冷卻腔室	104 冷卻管道
82 真空腔室	106 氫氣源
84、86 晶圓口	108、122 氣閥
88、90 閥	120 氧氣源
92、94 軸	150 粗抽泵

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無