

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：96148436

※申請日期：96.12.18

※IPC分類：H01L21/3205(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

阻障層表面鈍化用之方法及系統/

METHODS AND SYSTEMS FOR BARRIER LAYER SURFACE
PASSIVATION

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

蘭姆研究公司/LAM RESEARCH CORPORATION

代表人：(中文/英文) 喬治 M 錫斯勒/SCHISLER, GEORGE M.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 94538 弗雷蒙可訊公園道 4650 號/

4650 Cushing Parkway, Fremont, California 94538, U.S.A.

國籍：(中文/英文) 美國/US

三、發明人：(共 6 人)

姓名：(中文/英文)

1. 葉斯帝 多迪/DORDI, YEZDI

2. 約翰 柏依/BOYD, JOHN

3. 佛禮茲 瑞德克/REDEKER, FRITZ

4. 威廉 尤/THIE, WILLIAM

5. 第瑞區若巴里 阿瑞那吉拉/ARUNAGIRI, TIRUCHIRAPALLI

6. 尹央錫/YOON, HYUNGSUK ALEXANDER

國籍：(中文/英文)

1. 美國/US

2. 加拿大/CA

3. 美國/US

4. 印尼/ID

5. 印度/IN

6. 美國/US

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：

1. 美國/US 2006/12/18 11/641,364

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。

五、中文發明摘要：

本發明係關於用以製造半導體裝置的方法及系統。本發明之一實施樣態為沉積填充銅層在用於半導體裝置金屬化之阻障層上的方法。在一實施例中，此方法包含形成阻障層於基板表面上，以及使阻障層接受處理條件，俾能在阻障層上形成可移除的鈍化表面。此方法更包含從阻障層移除鈍化表面，以及沉積填充銅層於阻障層上。本發明之另一實施樣態為用以沉積銅層在用於半導體裝置金屬化之阻障層上的整合系統。在一實施例中，此整合系統包含：至少一處理模組，用於阻障層的沉積以及鈍化表面的形成；以及至少一其他處理模組，用於鈍化表面的移除以及位在阻障層上的銅沉積。此系統更包含至少一耦合的運送模組，以使基板可在實質上沒有曝露於氧化物形成環境的情況下，於這些模組之間進行運送。

六、英文發明摘要：

This invention pertains to methods and systems for fabricating semiconductor devices. One aspect of the present invention is a method of depositing a gapfill copper layer onto barrier layer for semiconductor device metallization. In one embodiment, the method includes forming the barrier layer on a surface of a substrate and subjecting the barrier layer to a process condition so as to form a removable passivated surface on the barrier layer. The method further includes removing the passivated surface from the barrier layer and depositing the gapfill copper layer onto the barrier layer. Another aspect of the present invention is an integrated system for depositing a copper layer onto a barrier layer for semiconductor device metallization. In one embodiment, the integrated system comprises at least one process module configured for barrier layer deposition and

passivated surface formation and at least one other process module configured for passivated surface removal and deposition of copper onto the barrier layer. The system further includes at least one transfer module coupled so that the substrate can be transferred between the modules substantially without exposure to an oxide-forming environment.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20 處理流程

25 在基板的表面上形成阻障層

30 使阻障層接受受控的處理條件以在阻障層上形成可移除的鈍化表面

35 從阻障層移除鈍化表面

40 沉積填充銅層於阻障層上

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)

九、發明說明：

【相關申請案的交互參照】

本申請案係關於美國專利申請案代理人案號#XCR-002，標題為「METHODS AND SYSTEMS FOR LOW INTERFACIAL OXIDE CONTACT BETWEEN BARRIER AND COPPER METALLIZATION」，其屬 Fritz REDEKER、John BOYD、Yezdi DORDI、Alex YOON、以及 Shijian LI，申請於 2006 年 12 月 18 日；美國專利申請案第 11/382906 號，申請於 2006 年 5 月 25 日；美國專利申請案第 11/427266 號，申請於 2006 年 6 月 28 日；美國專利申請案第 11/461415 號，申請於 2006 年 7 月 27 日；美國專利申請案第 11/514038 號，申請於 2006 年 8 月 30 日；美國專利申請案第 10/357664 號，申請於 2003 年 2 月 3 日；美國專利申請案第 10/879263 號，申請於 2004 年 6 月 28 日；以及美國專利申請案第 10/607611 號，申請於 2003 年 6 月 27 日；所有這些專利及/或申請案的內容藉由參考文獻方式合併於此。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於例如使用銅金屬化之積體電路、記憶體單元等等之半導體裝置金屬化的改善方法及系統；具體而言本發明係關於矽積體電路之銅基金屬化的方法及系統。

【先前技術】

半導體裝置製造的一個重要部份係用以電性連接裝置元件的裝置金屬化。對於許多這種裝置，金屬化的選擇包含銅金屬線的使用。使用銅金屬線的金屬化系統亦必須使用阻障材料，以將銅與電子裝置的銅敏感區域加以隔離。一些銅金屬化用的重要阻障層為例如鈹以及氮化鈹的材料。使用銅之金屬化系統的通常製造處理包含位在阻障層上的銅沉積。用以沉積銅於阻障層上的較佳處理為無電銅沉積。

發生在用於銅金屬化之標準技術的一個問題為：許多例如鈹以及氮化鈹的較佳阻障材料若長時間曝露於空氣時，會在阻障層的表面上形成例如氧化鈹以及氮氧化鈹的氧化物。吾人可瞭解若在阻障層上存在有氧化物時，會抑制位於阻障層上的銅無電沉積。此外，銅並不會像其附著於純阻障金屬或富有金屬的阻障層表面(例如鈹以及位於氮化鈹上之富有鈹的表面)一樣附著於位在阻障層上方的氧化物。在此只描述鈹及/或氮化鈹阻障層以作為範例；相同的問題亦發生在其他的阻障層材料。弱附著性會負面影響半導體裝置的電致遷移性能以及可靠度。此外，在阻障層表面上形成氧化鈹或氮氧化鈹會增加阻障層的電阻率。具體而言，在阻障層與複合銅之間存在氧化物會降低電子裝置的性能，以及會降低使用標準銅金屬化技術所製造之電子裝置的可靠度。

顯然，存在有許多需要高性能及高可靠度電子裝置的應用。發生在使用銅金屬化製造電子裝置之標準技術的問題，顯示存在有可使用銅金屬化製造具有改善性能及改善可靠度之電子裝置之方法及系統的需要。

【發明內容】

本發明係關於用以製造半導體裝置的方法及系統。本發明試圖克服用以製造例如使用銅金屬化之積體電路、記憶體單元等等之半導體裝置之標準技術之一或更多缺陷。

本發明之一實施樣態為一種沉積填充銅層的方法，此方法將此填充銅層沉積於半導體裝置金屬化用之過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生實質上無氧的介面。在一實施例中，此方法包含形成阻障層於基板的表面上，以及使阻障層接受處理條件，俾能在阻障層上形成可移除的鈍化表面。此方法更包含從阻障層移除鈍化表面，以及沉積填充銅層於阻障層上。

本發明之另一實施樣態為一種用以沉積銅層的整合系統，此整合系統將此銅層沉積於半導體裝置金屬化用之過渡金屬阻障層

或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生實質上無氧的介面。在一實施例中，此整合系統包含：至少一處理模組，用於阻障層的沉積以及鈍化表面的形成；以及至少一其他處理模組，用於鈍化表面的移除以及位在阻障層上的銅沉積。此系統更包含至少一運送模組，此運送模組耦合至此至少一處理模組以及此至少一其他處理模組。設置此至少一運送模組，以使基板可在實質上沒有曝露於氧化物形成環境的情況下於這些模組之間進行運送。

吾人可瞭解本發明並非限制在對於下列說明所提出或圖式所示之詳細構造以及元件排列之其應用。本發明可以不同方式實施及進行其他實施例。此外，吾人可瞭解在此所利用的詞組及專門用語僅為說明之目的，而不應被認為其係限制。

因此，熟習本項技藝者將明白以本案揭露內容為基礎的觀念可輕易被利用作為其他用以進行本發明實施樣態之結構、方法、以及系統的設計基礎。因此，重要者是：本專利申請範圍被認為包含這些等效設計的構造，只要這些構造不離開本發明之精神及範圍。

【實施方式】

本發明係關於用以製造半導體裝置的方法及系統。尤其，本發明係關於使用阻障層及金屬線之積體電路的金屬化。首先，以下將在矽積體電路用之過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層與銅金屬線的背景中討論本發明之實施例的操作。然而，吾人可瞭解依照本發明的實施例可用於其他金屬化系統，此金屬化系統需要位於阻障層與金屬線間之實施上無氧的介面。

在下列圖式的說明中，當指定被圖式所共用之實施上完全相同的元件或步驟時，使用完全相同的參考符號。

對於下列說明，「鈍化表面」一詞在此被定義為意指不形成大量之氧化化合物並且不含有作為此鈍化表面成分之大量之氧結合的表面。再者，此鈍化表面的特徵為抵抗氧的遷移，或除此之外

可防止鈍化表面下方的材料在稍後處理步驟中產生實質的氧化。吾人亦應瞭解鈍化表面可具有原子級單分子層的厚度但不限制於單分子層厚度。對於本發明的某些實施例，鈍化表面可以係一層具有大於單分子層厚度的材料。

以下參考圖 1，此處顯示依照本發明之一實施例之處理流程圖 20。處理流程圖 20 顯示在用於積體電路金屬化之過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上沉積填充(gapfill)銅層的方法，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。處理流程圖 20 包含步驟 25、步驟 30、步驟 35、以及步驟 40。步驟 25 包含形成阻障層於基板的表面上。步驟 30 包含使阻障層接受至少一控制的處理環境，俾能在阻障層上形成可移除的鈍化表面。步驟 35 包含從阻障層移除鈍化表面。步驟 40 包含沉積填充銅層於阻障層上。吾人進行處理流程 20，俾能使阻障層與填充銅層之間實質上不存在氧化物。

由於吾人可選擇用以進行處理流程圖 20 所示之步驟的不同選擇可能，所以可獲得許多本發明的實施例。步驟 25 可藉由一或更多的處理而加以達成，例如物理氣相沉積、化學氣相沉積、以及原子層沉積。各種的材料或材料系統可用於步驟 25 所形成的阻障層。對於阻障層而所選擇的材料將會係影響用以形成阻障層之處理選擇的一個因素。在本發明的較佳實施例中，步驟 25 包含形成阻障層，此阻障層包含過渡金屬或過渡金屬化合物。對於銅金屬化系統，本發明之實施例的較佳阻障層材料為鈿、氮化鈿、或其兩組合。鈿與氮化鈿可藉由物理氣相沉積處理加以沉積。然而，對於本發明的較佳實施例，吾人可使用原子層沉積法沉積氮化鈿阻障層而達成步驟 25。

更進一步的步驟(沒有顯示於圖 1)可包含在已形成阻障層之後處理此阻障層的表面，對於本發明之某些實施例此步驟為可選擇。吾人可用各種方式進行處理阻障層的表面；選擇此步驟，俾能製備後續處理步驟用的阻障層表面。處理阻障層的表面係主要

針對沉積在阻障層上的各層而改善表面附著性或改善接觸電阻。依照本發明之一實施例，處理阻障層表面包含使阻障層表面接受含氫電漿。此含氫電漿可用以移除位於阻障層表面上的污染物或其他材料，例如將形成在阻障層上的金屬氧化物或金屬氮化物分解成金屬，俾能在阻障層的表面上產生富有金屬的表面。用以處理阻障層表面之合適含氫電漿的範例說明於共同擁有的美國專利申請案第 11/514038 號，申請於 2006 年 8 月 30 日，並且藉由參考文獻方式將其內容合併於此。

如另一選擇，處理阻障層表面可包含以金屬塗佈整個阻障層的表面，例如藉由沉積此金屬於阻障層的表面上。對於本發明之實施例，用以處理阻障層表面的較佳方法包含使用電漿植入處理沉積一金屬，以使此金屬與阻障層表面結合。較佳係進行處理阻障層表面以作為步驟 25 的部份，或在阻障層上形成可移除的鈍化表面之前於處理中的另一時點進行處理阻障層表面。吾人可瞭解對於本發明所有實施例而言，處理阻障層的表面並非必要的步驟。

依照本發明之較佳實施例，選擇用以在阻障層上形成可移除鈍化表面的處理條件，以使鈍化表面實質上無氧。此意謂著選擇處理條件，以使其不需使用氧或氧化合物，此氧或氧化合物會導致阻障層表面的氧化，或使氧與鈍化表面結合。

各種處理以及處理條件可用於處理流程 20 的步驟 30。如步驟 30 的選擇，原子層沉積或物理氣相沉積可用以在步驟 25 所形成的阻障層上形成鈍化表面。在本發明之一實施例中，步驟 30 包含沉積有效量的鈦以形成鈍化表面。鈦的有效量可制定足以實質上防止在下層阻障層上或內形成氧化物的量。對於本發明的某些實施例，用以防止氧化的鈦厚度可約為 2-10 單分子層。對於本發明的其他實施例，步驟 30 包含沉積有效量之元素鈷、銻、銻、鐵、鉍、以及鉬至少其中之一，以形成鈍化表面。再者，此有效量可制定足以實質上防止在下層阻障層上或內形成氧化物的量。

如對於本發明之實施例的另一選擇，吾人藉由形成含有矽的

鈍化表面而達成處理流程 20 的步驟 30。對於一實施例具體而言，步驟 30 包含使阻障層接受含矽的反應性氣體，以使矽成為有效而形成鈍化表面。可選擇地，步驟 30 可含有矽化處理，於其中矽被沉積在過渡金屬或過渡金屬化合物阻障層上。對阻障層以及矽進行有效的加熱，俾能在阻障層的表面形成具有過渡金屬的矽化物。如另一選擇，步驟 30 可包含沉積金屬與矽於阻障層上，俾能形成矽化物以作為鈍化表面。在本發明的較佳實施例中，處理流程 20 使用鈮或氮化鈮作為阻障層，並且步驟 30 包含形成矽化鈮以作為鈍化表面。

如上所表示，本發明之實施例並非限制於藉由沉積一層材料於阻障層上而所形成的鈍化表面。可選擇地，吾人可藉由阻障層表面進行化學反應而在阻障層表面形成鹵素化合物而形成鈍化表面，其足以防止在阻障層上或內之實質的氧化物形成。依照本發明之一實施例，吾人可藉由使阻障層接受含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的反應性氣體以形成鈍化表面，而達成處理流程 20 的處理步驟 30。此反應性氣體較佳係由含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的化合物所產生。如一選擇，此反應性氣體可由使用合適之進氣的輝光放電電漿所產生，例如含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的輝光放電電漿。

吾人可使用一製程進行如步驟 25 所表示之形成阻障層的處理以及處理流程 20，於此製程中在阻障沉積步驟期間使用靜電吸盤以適當地固定基板。可固定基板之靜電力的產生通常稱為吸附(chucking)此基板。可鬆開此基板之靜電力的中性化通常稱為釋放(dechucking)。對於某些處理，釋放包含在合適使靜電力產生中性化的處理條件下運轉電漿，俾使基板鬆開。

本發明之另一實施例為如圖 1 所示的處理流程，於其中步驟 25 使用形成阻障層期間用以固定基板的靜電吸盤，而步驟 30 使用用以形成鈍化表面同時亦提供釋放基板之條件的電漿處理條件。對於本發明的某些實施例具體而言，步驟 30 在電漿中使用反應性

氣體以形成鈍化表面並且提供釋放基板所需的電荷。一種方法為：將用以形成鈍化表面之一種以上的反應性氣體替代典型上用於釋放基板之一種以上的氣體。合適氣體的一些範例為含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的氣體。

步驟 35 包含從阻障層移除鈍化表面，並且可藉由各種處理加以達成，例如乾式蝕刻處理以及液體化學蝕刻處理。如選擇，乾式蝕刻處理可以係以反應性氣體移除鈍化表面之蝕刻的處理以及電漿增強蝕刻處理。液體蝕刻處理的範例為具有酸性溶液的蝕刻、具有鹼性溶液的蝕刻、以及具有溶劑的移除。對於本發明的較佳實施例，鈍化表面被選擇以具有特性，以使其可被用於無電銅沉積的溶液所移除。換言之，本發明的較佳實施例包含移除鈍化表面以作為無電銅沉積處理的部份。

鈍化表面較佳係具有能在使用水溶液之無電銅沉積期間具有某些存活性的特性。此意謂著較佳係使鈍化表面保持完整以保護阻障層免於氧化，並且在無電銅電鍍期間同步移除鈍化表面。

各種的處理以及處理條件可用以進行步驟 40。如對於步驟 40 的選擇，無電沉積可用以沉積填充銅層於步驟 25 所形成的阻障層上。在最佳實施例中，步驟 40 包含使用無電沉積以沉積銅晶種層，然後電鍍銅填充層。無電銅沉積及電化學電鍍處理為熟知的溼式處理。

在本發明之又另一實施例中，處理流程 20 更包含將阻障層上具有鈍化表面的基板儲存一段時間，以及將基板運送至用以製備基板的製備模組以沉積填充銅層至少其中之一。本發明之本實施例係適合於鈍化表面，此鈍化表面在運送期間或在除了真空運送模組或受控環境運送模組條件之外的環境條件下儲存的期間，可保護下層阻障層免於形成氧化物。尤其，本發明的本實施例使用鈍化表面，此鈍化表面可在經過長時間，或曝露於不存在鈍化表面時可或可不引起氧化物形成之處理條件的情況下，防止下層阻障層形成大量氧化物。本發明之一實施例包含處理流程 20，於其

中鈍化表面可在含氧環境中運送或儲存具有鈍化表面的阻障層時用以防止在阻障層上形成大量氧化物。

依照本發明之另一實施例，處理步驟 30 包含形成鈍化表面於阻障層上，此阻障層對於銅的無電沉積具有自催化性。具體而言，步驟 30 所形成的鈍化表面具有保護下層阻障層免於形成氧化物的特性。此鈍化表面亦具有催化銅無電沉積的特性。在本發明之一實施例中，鈍化表面參與置換反應，此處無電沉積液中的銅與鈍化表面的材料產生置換。

吾人可瞭解對於本發明的某些實施例，步驟 35 為可選擇的步驟。換言之，本發明的另一實施例為圖 1A 所示的處理流程，其包含步驟 25、步驟 31、以及步驟 41；步驟 35 並沒有被使用。具體而言，鈍化表面並沒有被移除，並且在無電銅電鍍或其他銅沉積處理期間，留下阻障與銅互連材料的整體元件。步驟 25 實質上與圖 1 之處理流程所述相同。除了鈍化表面不需在後續處理中被移除之外，步驟 31 實質上與步驟 30 相同。除了在鈍化表面上沉積銅之外，步驟 41 實質上與步驟 40 相同。

以下參考圖 2，此處顯示依照本發明之一實施例之示範整合系統 50 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 50，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。整合系統 50 的較佳實施例可用以實質上進行處理流程 20 及其變化的步驟。

對於圖 2 所示的實施例，整合系統 50 包含至少一運送模組 52、阻障沉積模組 58、鈍化表面形成模組 60、鈍化表面移除模組 63、以及銅填充模組 65。設置整合系統 50，以使基板在進行不希望形成氧化物的關鍵步驟時對氧處於最小曝露。此外，由於其為整合系統，所以基板可從一處理模組立即運送至下一站，此可限制對氧的曝露期間。

依照本發明之一實施例，整合系統 50 用以透過圖 1 之處理流

程 20 及其變化的整體處理程序而處理基板。具體而言，阻障沉積模組 58 用以形成阻障層於基板上。阻障沉積模組 58 較佳係用以沉積例如鈦、氮化鈦、以及其兩組合的阻障層材料。如一選擇，阻障沉積模組 58 可用於阻障層的物理氣相沉積或阻障層的原子層沉積。在較佳實施例中，阻障沉積模組 58 用於原子層沉積。在一可行的構造中，阻障沉積模組 58 用在低於 1 Torr 壓力下操作的原子層沉積處理。如另一選擇，阻障沉積模組 58 用於使用超臨界 CO₂ 以及用以形成阻障層之有機金屬前驅物之高壓處理的原子層沉積。在又另一構造中，阻障沉積模組 58 用在低於 1 Torr 壓力下操作的物理氣相沉積處理。使用超臨界 CO₂ 之高壓處理的示範反應器細節說明於共同讓與的美國專利申請案第 10/357664 號，標題為「Method and Apparatus for Semiconductor Wafer Cleaning Using High-Frequency Acoustic Energy with Supercritical Fluid」，申請於 2003 年 2 月 3 日，其內容藉由參考文獻方式合併於此。一旦形成阻障層後，基板應在控制周圍環境中進行運送以限制對氧的曝露；此可用運送模組 52 加以達成。

如以上所定義，鈍化表面形成模組 60 用以形成鈍化表面於阻障層上。鈍化表面形成模組 60 可以多樣化之用以形成鈍化表面的構造加以實現。在一構造中，鈍化表面形成模組 60 用以使阻障層接受含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的反應性氣體混合物，俾能在阻障層上形成鹵化合物，而足以防止下層阻障層產生氧化。如又一選擇，鈍化表面形成模組 60 用以在含有氟、溴、以及碘之一種以上元素的氣體中產生電漿，以形成鈍化表面。

可選擇地，鈍化表面形成模組 60 用以使阻障層接受含有矽的反應性氣體，俾能在阻障層上沉積矽薄層。在另一實施例中，鈍化表面形成模組 60 用以使阻障層接受含有矽的反應性氣體並且對基板進行有效的加熱，俾能在阻障層的表面形成具有過渡金屬的矽化物。鈍化表面形成模組 60 可用於其他類型的矽化處理以形成鈍化表面。如另一選擇，鈍化表面形成模組 60 用以沉積一金屬以

及矽於阻障層上，俾能形成矽化物。對於較佳實施例，鈍化表面形成模組 60 用於鈷、銻、銻、鐵、銻、以及鉬至少其中之一之有效量的原子層沉積，以實質上防止下層阻障層產生氧化。尤其，對於本發明的某些實施例，此鈍化表面形成模組包含原子層沉積模組、矽沉積模組、或矽化模組。

依照本發明之一實施例，鈍化表面形成模組 60 為沉積模組。合適類型的沉積模組範例為化學氣相沉積模組、原子層沉積模組、電漿增強化學氣相沉積模組、以及物理氣相沉積模組。此沉積模組將鈍化表面的材料沉積於阻障層的表面上。

依照本發明之另一實施例，鈍化表面形成模組為化學反應器，此反應器可使阻障層表面產生化學反應。化學反應的產物可形成鈍化表面。

鈍化表面移除模組 63 用以從阻障層移除鈍化表面。鈍化表面移除模組 63 可以各種構造加以實現。對於本發明的特定實施例，鈍化表面移除模組 63 的構造係取決於待移除之鈍化表面的類型。

如一選擇，鈍化表面移除模組 63 為乾式蝕刻模組，此乾式蝕刻模組使用反應性氣體以移除鈍化表面，或為電漿蝕刻模組，例如用於電漿增強蝕刻處理的模組。如另一選擇，鈍化表面移除模組 63 為液體蝕刻模組，其使用例如具有酸性溶液之蝕刻、具有鹼性溶液之蝕刻、以及具有溶劑之移除的處理。對於本發明的較佳實施例，設置鈍化表面移除模組 63，以使其處理可與用以沉積銅的後續處理相容。

依照本發明的較佳實施例，選擇鈍化表面的特性，以使鈍化表面具有某些程度的存活性，俾能在無電銅沉積處理期間提供某些保護而免於產生氧化。具體而言，此意謂著選擇鈍化表面，以使其在無電銅沉積處理期間被移除。如一選擇，當銅被沉積在阻障層的表面上時，從阻障層移除鈍化表面。一個額外的選擇包含完整留下鈍化表面，並且在此鈍化表面上直接沉積銅層。

銅填充模組 65 用以沉積填充銅層。可選擇地，銅填充模組

65 可使用無電沉積、電化學電鍍、或無電沉積與電化學電鍍，而用以沉積填充銅層。具體來說，銅填充模組 65 可用以在阻障層上沉積正形的銅晶種層，然後進行厚銅填充(或大量充填)處理。在一實施例中，銅填充模組 65 用以進行無電處理而產生正形的銅晶種層。銅填充模組 65 可藉由無電沉積處理或電化學電鍍處理而進一步用於厚銅大量充填。無電銅沉積及電化學電鍍處理為熟知的溼式處理。對於與具有控制之處理及運送環境之系統整合的溼式處理，反應器必須與具有乾進/乾出處理能力的沖洗/乾燥器整合。此外，此系統必須以惰性氣體填充以確保基板對氧的最小曝露。近來，乾進/進出的無電銅處理已被發展。又，此處理所使用的所有液體需經去氣化(de-gassed)處理，即藉由市售去氣系統移除溶解氧。

無電沉積的環境必須被控制以提供低(或限制)濃度的氧及溼度(水蒸氣)。惰性氣體亦可被用於銅填充模組 65，以確保處理環境中存在低濃度的氧。銅填充模組 65 可用一些方式進行無電沉積處理，例如水坑式電鍍(puddle-plating)，此處液體被分配至基板上並且在靜態模式下進行反應，在此之後移除並丟棄反應物，或回收再製之。在另一實施例中，銅填充模組 65 包含用以限制無電處理液的近接處理頭，以使其在限制的區域上只與基板表面接觸。在近接處理頭下方以外的基板表面係乾的。這種處理與系統的細節可從下列美國專利申請案中獲知：第 10/607611 號，其標題為「Apparatus And Method For Depositing And Planarizing Thin Films Of Semiconductor Wafers」，申請於 2003 年 6 月 27 日；以及第 10/879263 號，其標題為「Method and Apparatus For Plating Semiconductor Wafers」，申請於 2004 年 6 月 28 日，這些申請案的內容已合併於此。

至少一運送模組 52 用於基板的真空運送或基板的受控環境運送。或者，至少一運送模組 52 可包含兩運送模組，其中一運送模組用於真空運送，而另一運送模組用於受控環境運送。吾人將

運送模組 52 耦合至阻障沉積模組 58、鈍化表面形成模組 60、鈍化表面移除模組 63、以及銅填充模組 65。設置運送模組 52，以使基板可在實質上沒有曝露於含氧環境或氧化物形成環境的情況下於模組之間進行運送。

例如在銅填充模組 65 中以及可在鈍化表面移除模組 63 中所進行的溼式處理典型上係在近大氣壓力下操作；而例如在阻障沉積模組 58 中所進行、在鈍化表面形成模組 60 中、以及可能在鈍化表面移除模組 63 中所進行的乾式處理通常係在小於 1 Torr 的壓力下操作。因此，整合系統 50 必須可操作混合的乾式與溼式處理。至少一運送模組 52 設有一或更多的自動控制裝置，以將基板從一處理區域移動至另一處理區域。此處理區域可為基板載具、反應器、或承載室(圖 2 並無顯示載具及承載室)。

如上所述，在形成可避免阻障層上方形成氧化物的鈍化表面之前，對處理及運送環境進行控制以使阻障層表面對氧的曝露降至最低係重要的。基板應在控制環境下進行處理，此處的環境係在真空下或者填充一種以上的惰性氣體，以限制基板對氧的曝露。為了對基板運送提供控制的環境，而設置運送模組 52，以使環境被控制成無氧狀態。在一示範構造中，運送模組 52 用以在基板運送期間以惰性氣體填充此運送模組。此外，此處理所使用的所有液體需經去氣化處理，即藉由市售去氣系統移除溶解氧。示範的惰性氣體包含氮氣(N_2)、氦氣(He)、氖氣(Ne)、氬氣(Ar)、氪氣(Kr)、以及氙氣(Xe)。

以下參考圖 3，此處顯示依照本發明之另一實施例之示範整合系統 100 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 100，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。整合系統 100 的較佳實施例用以進行處理流程 20 及其變化的步驟。

整合系統 100 包含真空運送模組 105，此運送模組與阻障沉

積模組 108、承載室 110、阻障處理模組 113、以及鈍化表面形成模組 115 連接。整合系統 100 亦包含受控環境運送模組 120，此運送模組與鈍化表面移除模組 125、銅晶種沉積模組 128、以及銅填充模組 130 連接。次承載室 123 被包含在整合系統 100 中，此承載室用以將真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 連接。

對於整合系統 100，設置阻障沉積模組 108，俾能具有實質上與上述阻障沉積模組 58 相同的結構；設置鈍化表面形成模組 115，俾能具有實質上與上述鈍化表面形成模組 60 相同的結構。設置承載室 110，以對真空運送模組 105 維持真空狀態的同時，對真空運送模組 105 提供基板運送。

阻障處理模組 113 用以在形成阻障層之後處理阻障層的表面。具體而言，設置阻障處理模組 113，俾能對後續處理步驟製備阻障層的表面。主要地，阻障處理模組 113 用以產生改善的阻障層表面特性，對於沉積在阻障層上的各層，例如獲得改善的表面附著性以及例如改善接觸電阻。依照本發明之一實施例，阻障處理模組 113 包含電漿室，此電漿室可用以使阻障層表面接受含氫電漿，俾能移除位於阻障層表面上的污染物，或者可分解形成在阻障層表面上的金屬氧化物，俾能在阻障層表面產生富有金屬的表面。

如另一選擇，阻障處理模組 113 用以利用金屬塗佈整個阻障層的表面，例如藉由沉積此金屬於阻障層的表面。在較佳構造中，阻障處理模處 113 包含用於金屬電漿植入的電漿室。植入的金屬與阻障層的表面結合而對阻障層產生富有金屬的表面。

真空運送模組 105 用於真空(< 1 Torr)下的操作。受控環境運送模組 120 用於約 1 大氣壓力左右的操作。承載室 123 被設置在真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 之間，以在維持每一運送模組內之環境完整性的同時，在不同壓力下操作的兩模組之間提供基板運送。承載室 123 用以在小於 1 Torr 之真空壓力下操作、或在實驗室環境下操作、或以選自惰性氣體群組的一惰性

氣體加以填充。

鈍化表面移除模組 125 用以移除在鈍化表面形成模組 115 中所形成的鈍化表面。鈍化表面移除模組 125 較佳係設置成使用大氣壓力下操作的處理而移除鈍化表面，例如使用用以移除鈍化表面之液體化學品的移除處理。在一實施例中，鈍化表面移除模組 125 包含液體蝕刻處理模組，此液體蝕刻處理模組用以進行液體蝕刻處理，例如具有酸性溶液的蝕刻、具有鹼性溶液的蝕刻、以及具有溶劑的移除。對於本發明的最佳實施例，設置鈍化表面移除模組 125，以使其處理與用以沉積銅的後續處理相容。

銅晶種沉積模組 128 用以沉積正形銅晶種層於阻障表面上。銅晶種沉積模組 128 較佳係用以進行無電處理，以產生銅晶種層。銅填充模組 130 藉由無電沉積處理或電化學電鍍處理而用於厚銅填充處理。如上所述，無電銅沉積及電化學電鍍為熟知的溼式處理。對於與具有控制之處理及運送環境之系統整合的溼式處理，反應器必須與沖洗/乾燥器整合，以具有乾進/乾出的處理能力。此外，此系統必須以惰性氣體加以填充，以確保基板對氧的最小曝露。近來，乾進/乾出的無電銅處理已被發展。又，此處理所使用的所有液體需經去氣化處理，即藉由市售去氣系統移除溶解氧。

例如在鈍化表面移除模組 125 中、在銅晶種沉積模組 128 中、以及在銅填充模組 130 中所進行的溼式處理典型係在近大氣壓力下操作；而例如在阻障沉積模組 108 中、在鈍化表面形成模組 115 中、以及在阻障處理模組 113 中所進行的乾式處理通常係在小於 1 Torr 壓力下操作。因此，整合系統 100 必須可操作混合的乾式與溼式處理。真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 設有一或更多的自動控制裝置，以將基板從一處理區域移動至另一處理區域。此處理區域可為基板載具、反應器、或承載室(圖 3 並沒有顯示載具及承載室)。

以下參考圖 4，此處顯示依照本發明之另一實施例之示範整合系統 150 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬

化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 150，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。整合系統 150 的較佳實施例實質上用以進行處理流程 20 及其變化的步驟。

整合系統 150 包含真空運送模組 105，此運送模組與阻障沉積模組 108、承載室 110、阻障處理模組 113、以及鈍化表面形成模組 115A 連接。整合系統 150 亦包含受控環境運送模組 120，此運送模組與銅晶種沉積模組 128、以及銅填充模組 130 連接。次承載室 123 被包含在整合系統 150 中，此承載室用以將真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 連接。

除了設置整合系統 150 以使鈍化表面形成模組 115A 形成在無電銅沉積期間可被同步移除的鈍化表面之外，整合系統 150 實質上與圖 3 所述之整合系統 100 相同。換言之，此鈍化表面在用於無電銅沉積的水溶液中具有某些存活性。在銅晶種沉積模組 128 或銅填充模組 130 中移除鈍化表面，以作為銅晶種沉積或銅填充的部份或以備銅晶種沉積或銅填充。具體而言，整合系統 150 包含銅晶種沉積模組 128，此模組用於鈍化表面的移除以及銅晶種的沉積。可選擇地，在銅晶種沉積模組 128 或銅填充模組 130 中保留鈍化表面，以作為銅晶種沉積或銅填充的部份。

以下參考圖 5，此處顯示依照本發明之另一實施例之示範整合系統 175 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 175，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。整合系統 175 的較佳實施例實質上用以進行處理流程 20 及其變化的步驟。

整合系統 175 包含真空運送模組 105，此運送模組與阻障沉積及鈍化表面形成模組 108A 以及承載室 110 連接。整合系統 175 亦包含受控環境運送模組 120，此運送模組與鈍化表面移除模組 125、銅晶種沉積模組 128、以及銅填充模組 130 連接。次承載室

123 被包含在整合系統 175 中，此承載室用以將真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 連接。

除了設置整合系統 175 以使模組 108A 形成阻障層並且亦在此阻障層上形成鈍化表面之外，整合系統 175 實質上與圖 3 所述之整合系統 100 相同。再者，對於某些應用，整合系統 175 不需要用以處理阻障層的個別模組。設置整合系統 175，以使鈍化表面在鈍化表面移除模組 125 中被加以移除。

以下參考圖 6，此處顯示依照本發明之另一實施例之示範整合系統 200 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 200，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介面。整合系統 200 的較佳實施例實質上用以進行處理流程 20 及其變化的步驟。

整合系統 200 包含真空運送模組 105，此運送模組與阻障沉積及鈍化表面形成模組 108B 以及承載室 110 連接。整合系統 200 亦包含受控環境運送模組 120，此運送模組與銅晶種沉積模組 128 以及銅填充模組 130 連接。次承載室 123 被包含在整合系統 200 中，此承載室用以將真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 連接。

除了設置整合系統 200 以使模組 108B 形成阻障層並且亦在此阻障層上形成在無電銅沉積期間可同步移除的鈍化表面之外，整合系統 200 實質上與圖 4 所述之整合系統 150 相同。在銅晶種沉積模組 128 或銅填充模組 130 中移除鈍化表面，以作為銅晶種沉積的部份或以備銅晶種沉積。具體來說，整合系統 200 包含銅晶種沉積模組 128，此模組用於鈍化表面的移除以及銅晶種的沉積。

以下參考圖 7，此處顯示依照本發明之另一實施例之示範整合系統 225 的示意圖，其用以沉積銅層於位在用於積體電路金屬化之基板上方的過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上。設置整合系統 225，俾能在阻障層與銅層之間產生實質上無氧的介

面。整合系統 225 的較佳實施例實質上用以進行處理流程 20 及其變化的步驟。

整合系統 225 包含真空運送模組 105，此運送模組與阻障沉積及鈍化表面形成模組 108B 以及承載室 110 連接。整合系統 225 亦包含受控環境運送模組 120，此運送模組與鈍化表面移除及銅填充模組 132 連接。次承載室 123 被包含在整合系統 225 中，此承載室用以將真空運送模組 105 與受控環境運送模組 120 連接。

除了設置整合系統 225 以使鈍化表面移除及銅填充模組 132 移除鈍化表面並且沉積銅填充層之外，整合系統 225 實質上與圖 6 所述之整合系統 200 相同。在一實施例中，模組 132 被設置成使用無電銅沉積，於其中在模組 108B 中所形成的鈍化表面於無電銅沉積期間被同步移除。在模組 132 中移除鈍化表面，以作為銅晶種沉積或銅填充的部份或備以銅晶種沉積或銅填充。

本發明的另一實施例為用以沉積銅層在用於積體電路金屬化之過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上的系統。此系統包含阻障沉積及鈍化表面形成模組，此模組用以在基板上形成阻障層，並且在此阻障層上形成鈍化表面。此系統更包含鈍化表面移除及銅沉積模組，此模組用以從阻障層移除鈍化表面，並且沉積銅層於阻障層上。吾人配置阻障沉積及鈍化表面形成模組、以及鈍化表面移除及銅沉積模組，以使在阻障沉積及鈍化表面形成模組中所處理的基板可在曝露於含氧環境、儲存一段時間、以及儲存在無氧環境一段時間之至少其一以後，於鈍化表面移除及銅沉積模組中被加以處理。本實施例的系統不需要與阻障沉積及鈍化表面形成模組、以及鈍化表面移除及銅沉積模組連接的運送模組。

在上述說明書中，本發明已參考特定實施例加以說明。然而，具有此一技術領域之通常技術者可明白在不離開如以下申請專利範圍中所提出之本發明範圍的情況下，可進行各種不同的修改與變化。因此，說明書及圖式應被認為係說明而非限制意義，並且所有此種修改應被包含在本發明的範圍內。

以上已說明關於特定實施例的益處、優點、以及對問題的解決方法。然而，為發生或成為進一步宣稱之益處、優點、對問題的解決方法、以及可引起任何益處、優點、或解決方法的任何要件不應被解釋為任何或所有申請專利範圍之緊要的、必需的、或不可缺少的特徵或要件。

如在此所使用之名詞「包含(comprises)」、「包含(comprising)」、「包含(includes)」、「包含(including)」、「具有(has)」、「具有(having)」、「至少其中之一(at least one of)」、或其任何其他的变化，應涵蓋非排他(non-exclusive)的包含。舉例而言，包含一串列元件的處理、方法、技術、或設備不必要只限制在這些元件，而可包含沒有明確列出或存在於此種處理、方法、技術、或設備的其他元件。又，除非明確地作相反陳述，否則「或(or)」係關於兼容(inclusive or)而並非互斥(exclusive or)。舉例來說，情況 A 或 B 滿足下列其中任何之一：A 為真實(或存在)而 B 為不真實(或不存在)、A 為不真實(或不存在)而 B 為真實(或存在)、以及 A 與 B 兩者皆為真實(或存在)。

又，除非明確地作相反陳述，否則「至少其中之一」應被解釋為意指「一或更多」。舉例而言，處理、方法、技術、或設備包含一或更多串列的元件，並且假使一或更多的元件包含一次串列的次元件時，於是這些次元件應被視為與這些元件相同的種類。舉例來說，A 及 B 至少其中之一滿足下列其中任何之一：A 為真實(或存在)而 B 為不真實(或不存在)、A 為不真實(或不存在)而 B 為真實(或存在)、以及 A 與 B 兩者皆為真實(或存在)。

【圖式簡單說明】

- 圖 1 及 1A 係本發明之實施例的處理流程圖；
- 圖 2 係本發明之實施例的圖；
- 圖 3 係本發明之實施例的圖；
- 圖 4 係本發明之實施例的圖；

圖 5 係本發明之實施例的圖；

圖 6 係本發明之實施例的圖；及

圖 7 係本發明之實施例的圖。

熟習本項技藝者可明白圖式中的元件以簡單且明瞭的方式加以顯示，並且沒有必要按比例描繪。舉例而言，為促進對本發明實施例的瞭解，相對於其他元件，圖式中某些元件的尺寸可能過於誇張。

【主要元件符號說明】

20 處理流程

21 處理流程

25 在基板的表面上形成阻障層

30 使阻障層接受受控的處理條件以在阻障層上形成可移除的鈍化表面

31 使阻障層接受受控的處理條件以在阻障層上形成鈍化表面

35 從阻障層移除鈍化表面

40 沉積填充銅層於阻障層上

41 沉積填充銅層於鈍化表面上

50 整合系統

52 運送模組

58 阻障沉積模組

60 鈍化表面形成模組

63 鈍化表面移除模組

65 銅填充模組

100 整合系統

105 真空運送模組

108 阻障沉積模組

108A 阻障沉積及鈍化表面形成模組

- 108B 阻障沉積及鈍化表面形成模組
- 110 承載室
- 113 阻障處理模組
- 115 鈍化表面形成模組
- 115A 鈍化表面形成模組
- 120 受控環境運送模組
- 123 次承載室
- 125 鈍化表面移除模組
- 128 銅晶種沉積模組
- 130 銅填充模組
- 132 鈍化表面移除及銅填充模組
- 150 整合系統
- 175 整合系統
- 200 整合系統
- 225 整合系統

十、申請專利範圍：

1. 一種沉積填充銅層的方法，該方法將該填充銅層沉積在用於積體電路金屬化之一過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生一實質上無氧的介面，該方法包含：

- (a) 在一基板的表面上形成該阻障層；
- (b) 在該阻障層上形成包含釘的一可移除鈍化表面；
- (c) 從該阻障層移除該鈍化表面；及
- (d) 沉積該填充銅層於該阻障層上。

2. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，更包含下列至少其中之一：

1. 儲存該阻障層上具有該鈍化表面的該基板一段時間，及
2. 運送該阻障層上具有該鈍化表面的該基板。

3. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，其中該鈍化表面實質上無氧。

4. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，更包含下列至少其中之一：

1. 在含氧環境中儲存該阻障層上具有該鈍化表面的該基板一段時間，及
2. 在含氧環境中運送該阻障層上具有該鈍化表面的該基板。

5. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，更包含下列至少其中之一：

1. 在實質上不含氧的環境中儲存該阻障層上具有該鈍化表面的該基板一段時間，及
2. 在實質上不含氧的環境中運送該阻障層上具有該鈍化表面的該基板。

6. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，其中移除該鈍化表面發生在沉積該填充銅層於該阻障層上的部份。
7. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，其中該鈍化表面在水性無電銅沉積液中具有存活性。
8. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，其中使用電漿蝕刻處理或液體化學蝕刻處理達成該鈍化表面的移除。
9. 如申請專利範圍第 1 項之沉積填充銅層的方法，其中使用無電電鍍液達成該鈍化表面的移除。
10. 一種沉積填充銅層的方法，該方法將該填充銅層沉積在用於積體電路金屬化之一過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生一實質上無氧的介面，該方法包含：
 - (a) 在一基板的表面上形成該阻障層；
 - (b) 在該阻障層上形成一可移除鈍化表面；
 - (c) 從該阻障層移除該鈍化表面；及
 - (d) 沉積該填充銅層於該阻障層上，其中該可移除鈍化表面的形成包含在含氫電漿中處理該阻障層表面，俾能清除該阻障層表面的氧化物。
11. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中該可移除鈍化表面的形成包含以一過渡金屬塗佈整個該阻障層表面。
12. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由原子層沉積達成該可移除鈍化表面的形成。

13. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中該阻障層包含鈮或氮化鈮。

14. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由使該阻障層接受含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素的反應性氣體、或由含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素之化合物而產生的反應性氣體、或含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素之輝光放電，而達成該可移除鈍化表面的形成。

15. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由使該阻障層接受含有矽的反應性氣體、或藉由使該阻障層接受含有矽的反應性氣體並加熱該基板俾能在該阻障層表面形成具有該過渡金屬的矽化物，而達成該可移除鈍化表面的形成。

16. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由該阻障層表面的矽化而達成該可移除鈍化表面的形成。

17. 如申請專利範圍第 10 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由沉積一金屬及矽於該阻障層上，俾能形成矽化物，而達成該可移除鈍化表面的形成。

18. 一種沉積填充銅層的方法，該方法將該填充銅層沉積在用於積體電路金屬化之一過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生一實質上無氧的介面，該方法包含：

(a) 在一基板的表面上形成該阻障層；

(b) 在該阻障層上形成一可移除鈍化表面；

(c) 從該阻障層移除該鈍化表面；及

(d) 沉積該填充銅層於該阻障層上，

其中藉由鈷、銻、銻、鐵、銱、以及鈮至少其中之一的沉積，

而達成該可移除鈍化表面的形成。

19. 如申請專利範圍第 18 項之沉積填充銅層的方法，其中該可移除鈍化表面的形成包含以一過渡金屬塗佈整個該阻障層表面。

20. 如申請專利範圍第 18 項之沉積填充銅層的方法，其中該阻障層包含鈮或氮化鈮。

21. 如申請專利範圍第 18 項之沉積填充銅層的方法，其中藉由使該阻障層接受含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素的反應性氣體、或由含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素之化合物而產生的反應性氣體、或含有氟、溴、以及碘至少其中之一元素之輝光放電，而達成該可移除鈍化表面的形成。

22. 一種沉積填充銅層的方法，該方法將該填充銅層沉積在用於積體電路金屬化之一過渡金屬阻障層或過渡金屬化合物阻障層上，俾能在其間產生一實質上無氧的介面，該方法包含：

- (a) 在一基板的表面上形成該阻障層；
- (b) 在該阻障層上形成一可移除鈍化表面；
- (c) 從該阻障層移除該鈍化表面；及
- (d) 沉積該填充銅層於該阻障層上，

其中在用以形成該阻障層的釋放過程期間達成該可移除鈍化表面的形成。

23. 一種用以沉積銅層的整合系統，該整合系統將該銅層沉積在一阻障層上，該整合系統包含：

- 一阻障沉積模組，用以形成一阻障層於一基板上；
- 一鈍化表面形成模組，用以藉由沉積鈮、或藉由利用原子層沉積來沉積鈮、銻、銻、鐵、鉍、以及鈮至少其中之一而形成一

鈍化表面於該阻障層上；

一鈍化表面移除模組，用以從該阻障層移除該鈍化表面；

一銅填充模組，用以沉積一填充銅層；及

至少一運送模組，用於該基板的真空運送或該基板的受控環境運送，該至少一運送模組耦合至該阻障沉積模組、該鈍化表面形成模組、該鈍化表面移除模組、以及該銅填充模組，並且該至少一運送模組用以使該基板可在實質上沒有曝露於含氧環境的情況下於所有該等模組之間進行運送。

24. 如申請專利範圍第 23 項之用以沉積銅層的整合系統，其中該阻障沉積模組用以沉積鈦或氮化鈦。

25. 如申請專利範圍第 23 項之用以沉積銅層的整合系統，其中該鈍化表面移除模組包含一電漿蝕刻模組或一液體化學蝕刻模組。

26. 如申請專利範圍第 23 項之用以沉積銅層的整合系統，其中該銅填充模組包含下列至少其中之一：

一無電沉積模組，及

一電化學電鍍模組。

27. 如申請專利範圍第 23 項之用以沉積銅層的整合系統，其中該鈍化表面形成模組包含一原子層沉積模組、一矽沉積模組、或一矽化模組。

28. 一種用以沉積銅層的整合系統，該整合系統將該銅層沉積在一阻障層上，該整合系統包含：

一阻障沉積模組，用以形成一阻障層於一基板上；

一阻障處理模組，該阻障處理模組用以在含氫電漿中處理該阻障層表面，俾能清除該阻障層表面的氧化物；

一鈍化表面形成模組，用以藉由沉積鈦、或藉由利用原子層沉積來沉積鈷、銻、銻、銻、銻、以及鉬至少其中之一而形成一鈍化表面於該阻障層上；

一鈍化表面移除模組，用以從該阻障層移除該鈍化表面；

一銅填充模組，用以沉積一填充銅層；及

至少一運送模組，用於該基板的真空運送或該基板的受控環境運送，該至少一運送模組耦合至該阻障沉積模組、該鈍化表面形成模組、該鈍化表面移除模組、以及該銅填充模組，並且該至少一運送模組用以使該基板可在實質上沒有曝露於含氧環境的情況下於所有該等模組之間進行運送。

29. 一種用以沉積填充銅層的整合系統，該整合系統將該填充銅層沉積在一層上，該整合系統包含：

一阻障沉積模組，用以形成一阻障層於一基板上；

一鈍化表面形成模組，用以藉由沉積鈦、或藉由利用原子層沉積來沉積鈷、銻、銻、銻、銻、以及鉬至少其中之一而形成一鈍化表面於該阻障層上；

一鈍化表面移除及銅沉積模組，用以從該阻障層移除該鈍化表面並且沉積該銅層於該阻障層上；及

至少一運送模組，用於該基板的真空運送或該基板的受控環境運送，該至少一運送模組耦合至該阻障沉積模組、該鈍化表面形成模組、以及該鈍化表面移除及銅沉積模組，以使該基板可在實質上沒有曝露於含氧環境的情況下於所有該等模組之間進行運送。

30. 如申請專利範圍第 29 項之用以沉積填充銅層的整合系統，其中該鈍化表面形成模組用以形成一鈍化表面，在一無電銅沉積處理中可移除該鈍化表面，以及該鈍化表面移除及銅沉積模組用於無電銅沉積，或無電銅沉積與電化學銅電鍍。

31. 如申請專利範圍第 29 項之用以沉積填充銅層的整合系統，其中該鈍化表面移除及銅沉積模組用以藉由無電銅沉積以及電化學銅電鍍至少其中之一而沉積銅。

32. 如申請專利範圍第 29 項之用以沉積填充銅層的整合系統，其中該阻障沉積模組包含一鈿沉積模組或一氮化鈿沉積模組。

33. 如申請專利範圍第 29 項之用以沉積填充銅層的整合系統，其中該鈍化表面形成模組包含一原子層沉積模組、一矽沉積模組、或一矽化模組。

34. 一種用以沉積填充銅層的整合系統，該整合系統將該填充銅層沉積在一層上，該整合系統包含：

一阻障沉積模組，用以形成一阻障層於一基板上；

一阻障處理模組，該阻障處理模組用以在含氫電漿中處理該阻障層表面，俾能清除該阻障層表面的氧化物；

一鈍化表面形成模組，用以形成一鈍化表面於該阻障層上；

一鈍化表面移除及銅沉積模組，用以從該阻障層移除該鈍化表面並且沉積該銅層於該阻障層上；及

至少一運送模組，用於該基板的真空運送或該基板的受控環境運送，該至少一運送模組耦合至該阻障沉積模組、該鈍化表面形成模組、以及該鈍化表面移除及銅沉積模組，以使該基板可在實質上沒有曝露於含氧環境的情況下於所有該等模組之間進行運送。

35. 一種用以沉積銅層的整合系統，該整合系統將該銅層沉積在阻障層上，該整合系統包含：

一阻障沉積及鈍化表面形成模組，用以形成一阻障層於一基

板上，並且藉由沉積鈦、或藉由原子層沉積來沉積鈷、銻、銻、鐵、銻、以及鉬至少其中之一而形成一鈍化表面於該阻障層上；

一鈍化表面移除及銅沉積模組，用以從該阻障層移除該鈍化表面，並且沉積一銅層於該阻障層上；及

一真空運送模組以及一受控環境運送模組至少其中之一，該運送模組耦合至該阻障沉積及鈍化表面形成模組以及該鈍化表面移除及銅沉積模組，並且該運送模組用以使該基板可在實質上沒有曝露於氧化物形成環境的情況下，於所有該等模組之間進行運送。

36. 如申請專利範圍第 35 項之用以沉積銅層的整合系統，其中在一無電銅沉積處理中可移除該鈍化表面，以及該鈍化表面移除及銅沉積模組用以藉由無電銅沉積，或無電銅沉積與電化學銅電鍍而沉積銅。

37. 如申請專利範圍第 35 項之用以沉積銅層的整合系統，其中該阻障沉積及鈍化表面形成模組用以藉由原子層沉積而沉積氮化鈦，並且在該氮化鈦上形成一鈍化表面，該鈍化表面對於無電銅沉積具有自催化性；該鈍化表面移除及銅沉積模組用以藉由無電銅沉積，或無電銅沉積與電化學銅電鍍而沉積銅。

十一、圖式：

圖式

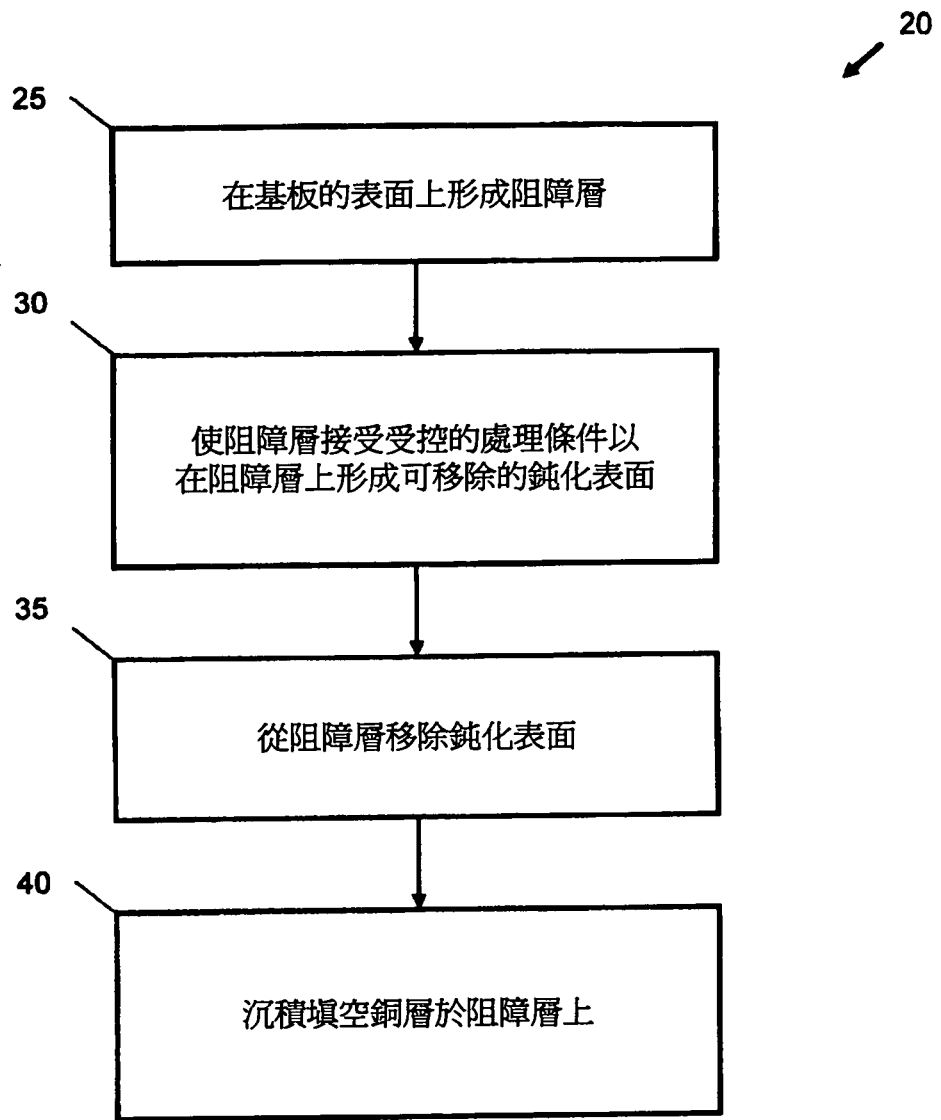


圖 1

圖式

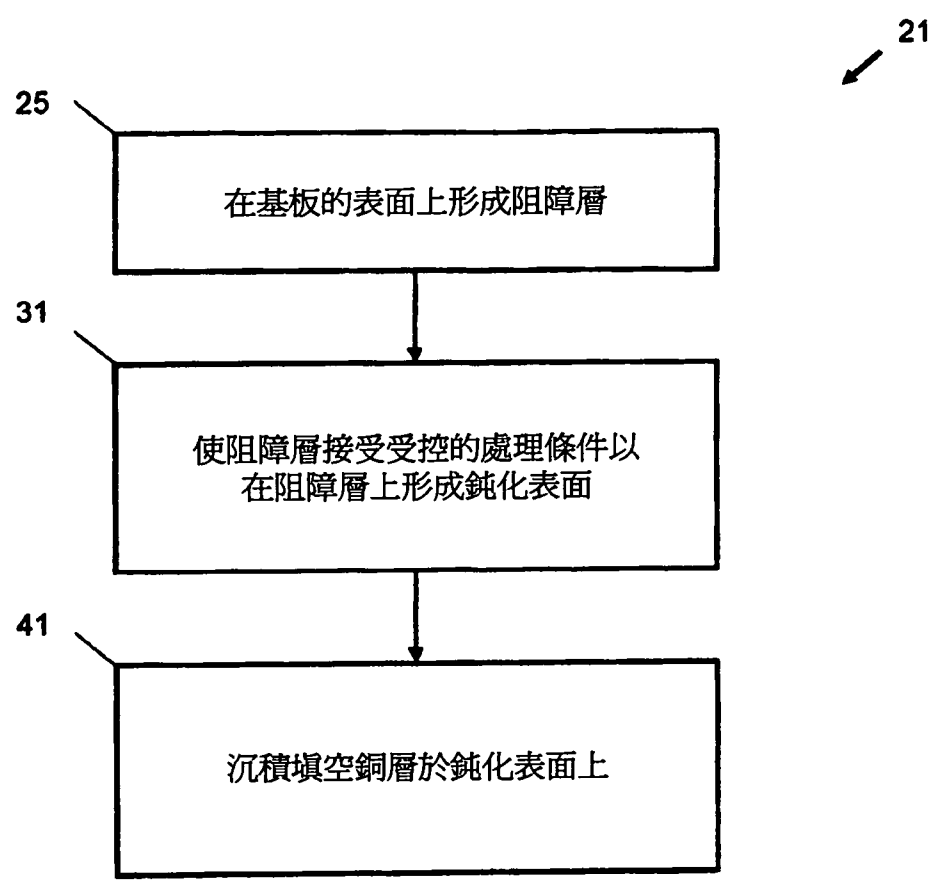


圖 1A

圖式

50

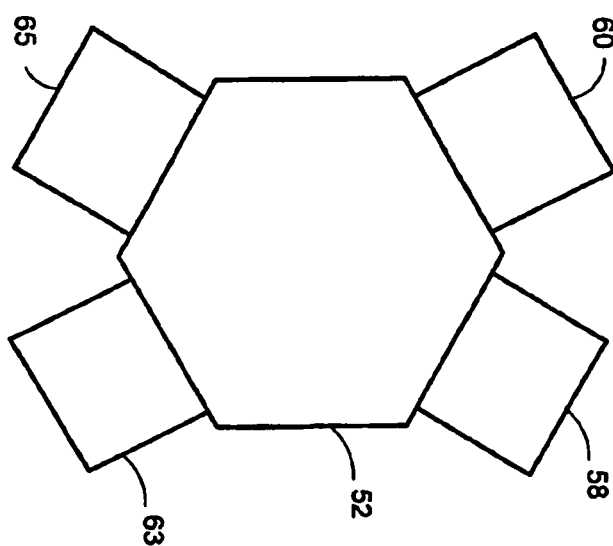


圖 2

圖式

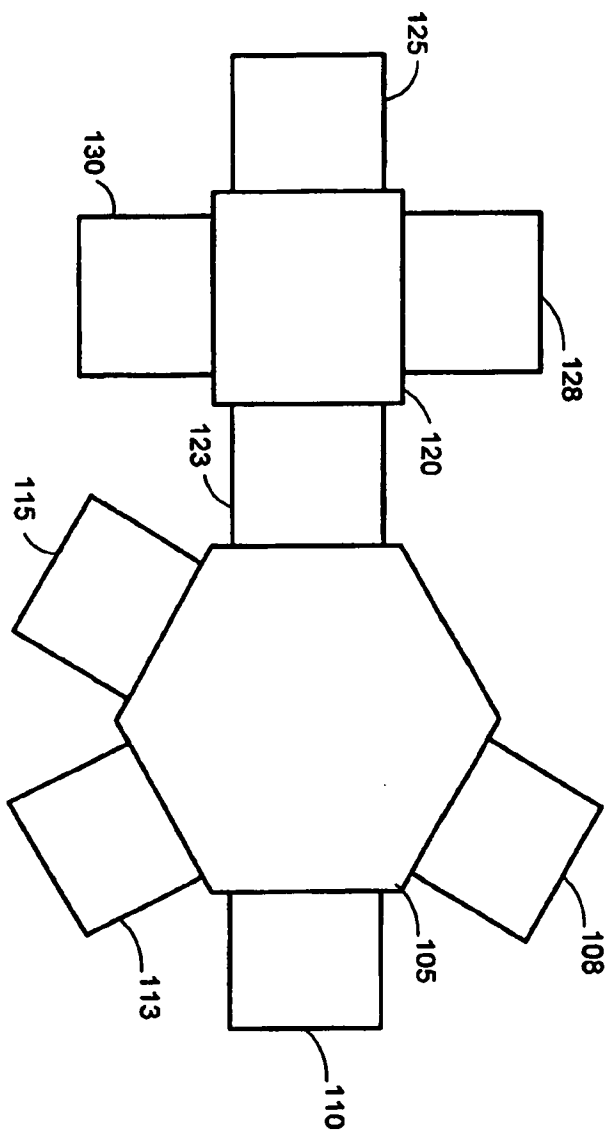


圖 3

圖式

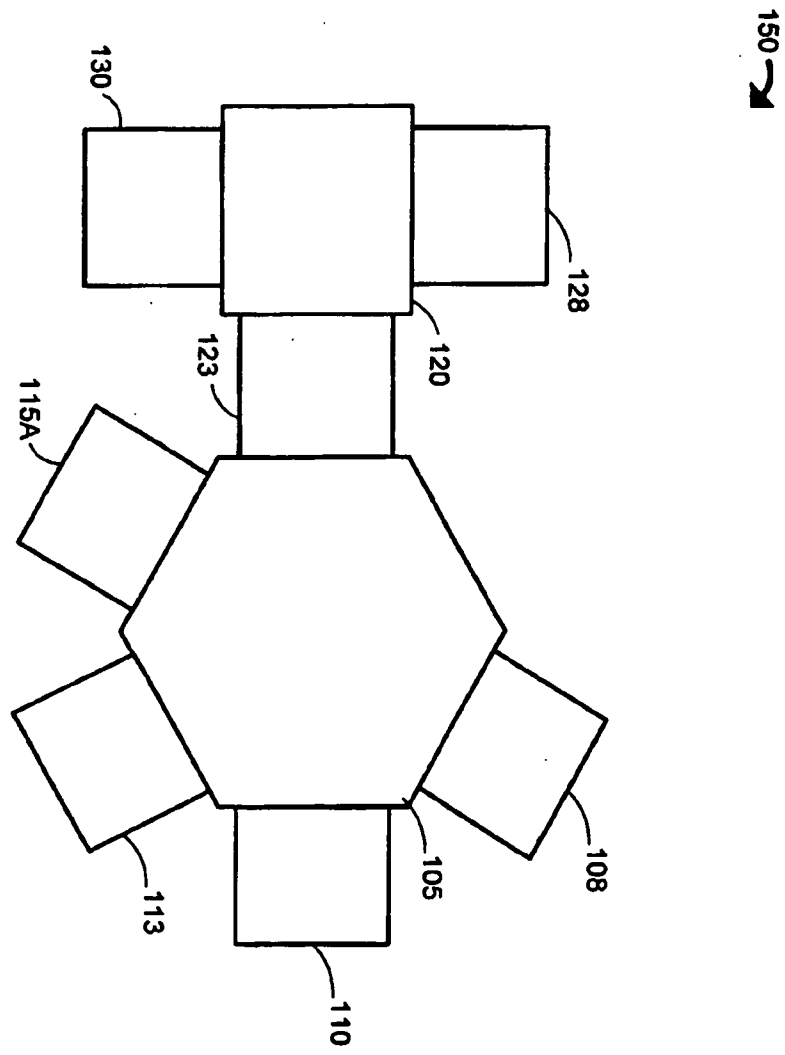
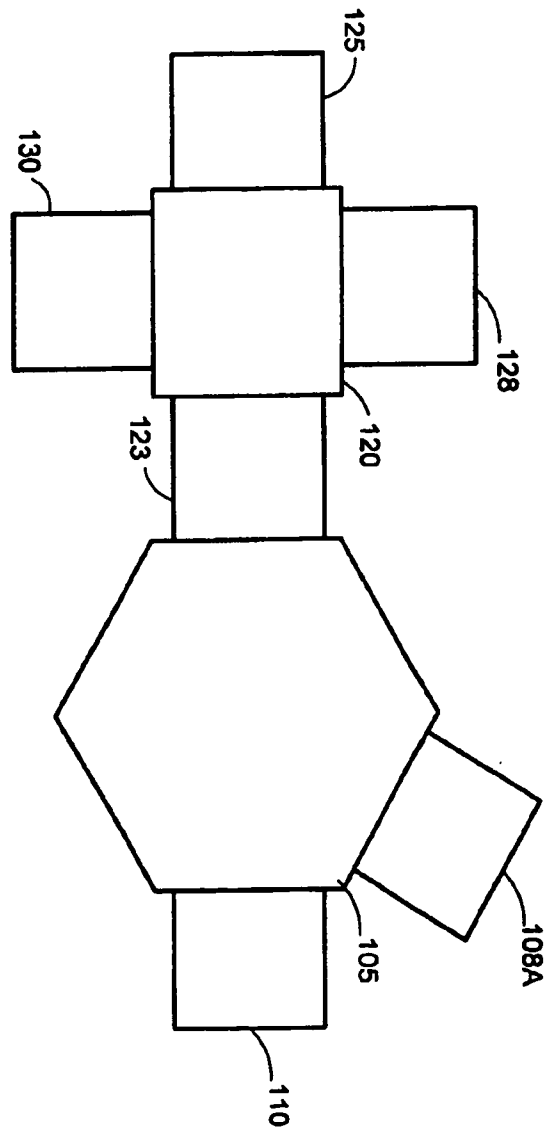


圖 4

圖式



175

圖 5

圖式

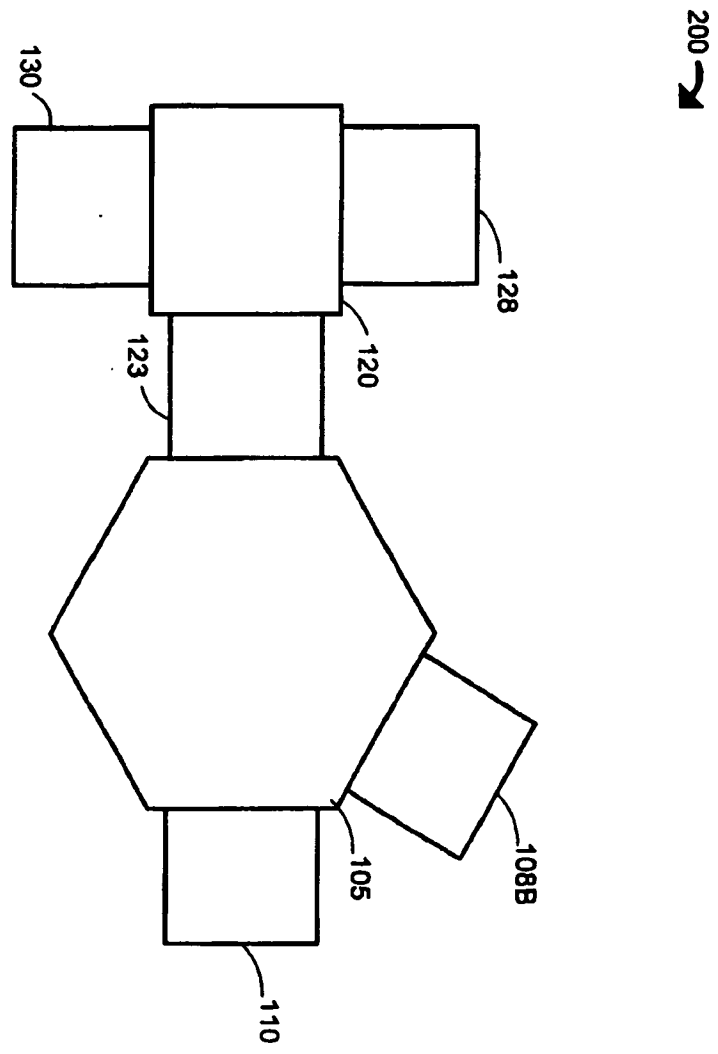


圖 6

圖式

225

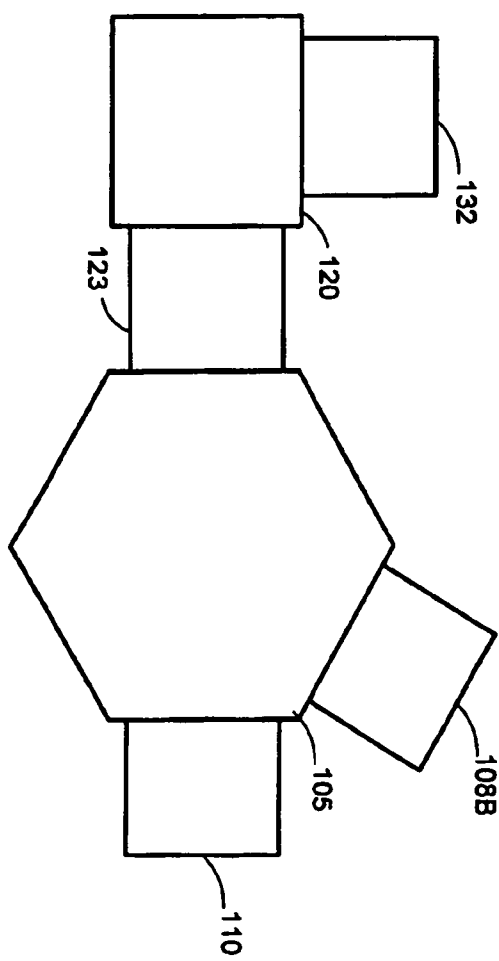


圖 7