



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I807639 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：111105370

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 12 日

|                |                             |                             |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| (51)Int. Cl. : | <i>C23C16/26 (2006.01)</i>  | <i>C23C16/455 (2006.01)</i> |
|                | <i>H01L21/02 (2006.01)</i>  | <i>H01L21/285 (2006.01)</i> |
|                | <i>H01L21/3205(2006.01)</i> | <i>H01L21/768 (2006.01)</i> |
|                | <i>H01L23/532 (2006.01)</i> | <i>H01L27/1152(2017.01)</i> |
|                | <i>H01L29/16 (2006.01)</i>  |                             |

(30)優先權：2018/08/11 美國 62/717,824

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
美國(72)發明人：巫勇 WU, YONG (CN)；干德可塔 史林尼維斯 GANDIKOTA, SRINIVAS (US)；  
馬禮克 亞伯希吉特巴蘇 MALLICK, ABHIJIT BASU (IN)；奈馬尼 史林尼法斯  
D NEMANI, SRINIVAS D. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

US 2013/0113102A1

US 2014/0339700A1

審查人員：黃怡菱

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：2 共 23 頁

(54)名稱

包括石墨烯擴散阻障的電子元件及形成此電子元件的方法

(57)摘要

本文揭露了石墨烯阻障層。一些實施例涉及能夠防止從填充層擴散到基板表面中(及/或反之亦然)的石墨烯阻障層。一些實施例涉及防止氟從鎢層擴散到下面的基板中的石墨烯阻障層。另外的實施例涉及含有石墨烯阻障層的電子元件。

A graphene barrier layer is disclosed. Some embodiments relate to a graphene barrier layer capable of preventing diffusion from a fill layer into a substrate surface and/or vice versa. Some embodiments relate to a graphene barrier layer that prevents diffusion of fluorine from a tungsten layer into the underlying substrate. Additional embodiments relate to electronic devices which contain a graphene barrier layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：  
10:基板表面  
20:石墨烯阻障層  
30:填充層  
100:方法

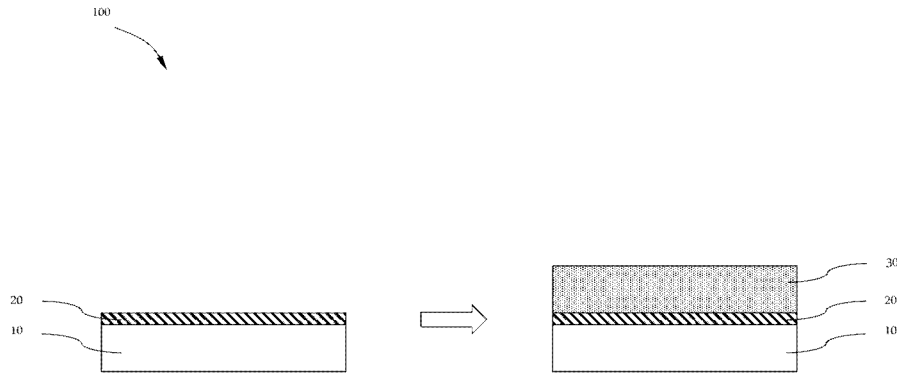


圖 1

I807639

【發明摘要】

【中文發明名稱】包括石墨烯擴散阻障的電子元件及形成此電子元件的方法

【英文發明名稱】ELECTRONIC DEVICE INCLUDING GRAPHENE

DIFFUSION BARRIER AND METHOD FORMING THE SAME

【中文】

本文揭露了石墨烯阻障層。一些實施例涉及能夠防止從填充層擴散到基板表面中（及 / 或反之亦然）的石墨烯阻障層。一些實施例涉及防止氟從鎢層擴散到下面的基板中的石墨烯阻障層。另外的實施例涉及含有石墨烯阻障層的電子元件。

【英文】

A graphene barrier layer is disclosed. Some embodiments relate to a graphene barrier layer capable of preventing diffusion from a fill layer into a substrate surface and/or vice versa. Some embodiments relate to a graphene barrier layer that prevents diffusion of fluorine from a tungsten layer into the underlying substrate. Additional embodiments relate to electronic devices which contain a graphene barrier layer.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 基板表面

2 0 石墨烯阻障層

3 0 填充層

1 0 0 方法

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】包括石墨烯擴散阻障的電子元件及形成此電子元件的方法

【英文發明名稱】ELECTRONIC DEVICE INCLUDING GRAPHENE

DIFFUSION BARRIER AND METHOD FORMING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本揭示案的實施例一般涉及石墨烯擴散阻障層的使用以防止元素跨越邊界擴散。本揭示案的另外的實施例涉及包含石墨烯擴散阻障層的電子元件。

【先前技術】

【0002】 防止元素從電子元件中的一種材料移動到另一種材料中已成為半導體領域中長期以來公認的問題。已開發出擴散阻障層以防止大原子（如金屬）的擴散。

【0003】 隨著半導體領域的發展，許多製造技術利用依賴於包括較小元素（如硼和氟）的材料的處理。這些原子可以很容易地從一種材料擴散到另一種材料，這潛在地破壞或不利地改變其所擴散到的材料的性質。

【0004】 因此，需要新的擴散阻障層，其阻止較小原子的擴散。

【發明內容】

【0005】 本揭示案的一或多個實施例涉及一種形成電子元件的方法。方法包括以下步驟：在基板表面上形成石墨烯阻障層。在石墨烯阻障層上沉積填充層。石墨烯阻障層防止至少一種元素在填充層和基板表面之間擴散。

【0006】本揭示案的另外的實施例涉及一種形成電子元件的方法。方法包括以下步驟：在包含 $Al_2O_3$ 的基板表面上形成石墨烯阻障層。石墨烯阻障層的厚度在約 $15\text{ \AA}$ 至約 $100\text{ \AA}$ 的範圍內。在石墨烯阻障層上形成非晶矽層。將非晶矽層暴露於鎢前驅物以藉由原子取代形成鎢層。鎢前驅物包含 $WF_6$ 。石墨烯阻障層防止氟擴散到基板表面中。

【0007】本揭示案的其他實施例涉及一種電子元件，其包括在第一材料和第二材料之間的石墨烯阻障層。石墨烯阻障層防止至少一種元素在第一材料和第二材料之間擴散。

#### 【圖式簡單說明】

【0008】因此，可詳細地理解本揭示案的上述特徵的方式，可藉由參考實施例獲得上文所簡要概述之本揭示案的更具體的描述，其中一些實施例在附加圖式中。然而，應注意到的是，附加圖式僅示出了本揭示案的典型實施例，因此不應認為是對其範圍的限制；本揭示案可允許其他同等有效的實施例。

【0009】圖1示出了根據本文所描述的一或多個實施例的處理期間的基板的橫截面視圖；以及

【0010】圖2示出了根據本文所描述的一或多個實施例的可用於處理基板的系統。

#### 【實施方式】

【0011】 在描述本揭示案的若干示例性實施例之前，應理解，本揭示案不限於以下描述中所闡述的構造或處理步驟的細節。本揭示案能夠具有其他實施例並且能夠以各種方式實踐或實施。

【0012】 如在本說明書和所附申請專利範圍中所使用的，術語「基板」是指處理作用在其上的表面或表面的一部分。所屬技術領域中具有通常知識者亦將理解，除非上下文另有明確說明，否則提及基板也可僅指基板的一部分。另外，提及沉積在基板上可指裸基板和具有沉積或形成在其上的一或多個膜或特徵的基板兩者。

【0013】 如本文所用的「基板表面」是指在製造過程中在其上執行膜處理之基板上形成的任何基板或材料表面。例如，可在其上進行處理的基板表面包括如矽、氧化矽、應變矽、絕緣體上矽（SOI）、碳摻雜的氧化矽、非晶矽、摻雜的矽、鍺、砷化鎵、玻璃、藍寶石的材料，及如金屬、金屬氮化物、金屬合金和其他導電材料的任何其他材料，這取決於應用。基板包括但不限於半導體晶圓。可將基板暴露於預處理處理以拋光、蝕刻、還原、氧化、羥基化、退火、UV固化、電子束固化及/或烘烤基板表面。除了直接在基板本身的表面上進行膜處理之外，在本揭示案中，如下文更詳細地揭露，所揭露的任何膜處理步驟也可在基板上形成的底層上進行，並且術語「基板表面」意圖包括上下文所指出的這種底層。因此，例如，在已將膜

/層或部分膜/層沉積到基板表面上的情況下，新沉積的膜/層的暴露表面變成基板表面。

【0014】本揭示案的一些實施例涉及石墨烯作為阻障層的用途。本揭示案的另外的實施例涉及形成包含石墨烯阻障層的電子元件的方法。本揭示案的其他實施例涉及包含石墨烯阻障層的電子元件。本揭示案的一些實施例有利地提供了能夠阻障小原子（如硼和氟）擴散的阻障層。本揭示案的一些實施例有利地提供了具有相同或更好的阻障能力的更薄的阻障層。本揭示的一些實施例有利地提供更薄的阻障層，其允許更大量的具有更低電阻率的填充材料。

【0015】如本說明書和所附申請專利範圍中所用，術語「前驅物」、「反應物」、「反應性氣體」等可互換使用，以指可與基板表面反應的任何氣態物質。

【0016】如本文所用的「原子層沉積」或「循環沉積」是指順序暴露兩種或更多種反應性化合物以在基板表面上沉積材料層。將基板或基板的一部分分別暴露於兩種或更多種反應性化合物，該兩種或更多種反應性化合物被引入至處理腔室的反應區中。在時域ALD處理中，將每種反應性化合物的暴露分開一段時間，以使每種化合物在基板表面上黏附及/或反應，接著從處理腔室中清除。這些反應性化合物可以說是順序地暴露於基板。在空間ALD處理中，基板表面的不同部分同時暴露於兩種或更多種反應性化合物，使得基板上的給定點不會同時暴露於多於一

種的反應性化合物。如在本說明書和所附申請專利範圍中所使用的，在本領域中使用的術語「基本上」意味著，如所屬技術領域中具有通常知識者將理解的，存在以下可能性：一小部分基板可能由於擴散而同時暴露於多個反應性氣體，並且同時暴露是不期望的。

【0017】 在時域ALD處理的一個態樣中，將第一反應性氣體（即，第一前驅物或化合物A）脈衝進入反應區域中，接著進行第一次延遲。接下來，將第二反應性氣體（即，第二前驅物或化合物B）脈衝進入反應區域中，接著進行第二次延遲。在每個時間延遲期間，將吹掃氣體（如氫氣或氮氣）引入處理腔室中以吹掃反應區域或以其他方式從反應區域中除去任何殘留的反應性化合物或反應副產物。或者，吹掃氣體可在整個沉積處理中連續流動，使得在反應性化合物脈衝之間的時間延遲期間僅吹掃氣體流動。交替地對反應氣體進行脈衝，直到在基板表面上形成所需的膜或膜厚度為止。在任一種情況下，將化合物A、吹掃氣體、化合物B和吹掃氣體進行脈衝的ALD處理稱為循環。循環可從化合物A或化合物B開始，並繼續循環的相應順序，直到獲得具有預定厚度的膜為止。

【0018】 如本文所用的「脈衝」或「劑量」旨在表示間歇地或非連續地引入處理腔室中的一定量的源氣體。每個脈衝內的特定化合物的量可隨時間變化，這取決於脈衝的持續時間。特定的處理氣體可包括單一化合物或兩種或更

多種化合物的混合物/組合，例如，下文所描述的處理氣體。

【0019】 每個脈衝/劑量的持續時間是可變的並且可被調整以適應(例如)處理腔室的容量及與其耦合的真空系統的能力。另外，處理氣體的劑量時間可根據處理氣體的流速、處理氣體的溫度、控制閥的類型、所用處理腔室的類型及處理氣體組分吸附在基板表面上的能力而變化。劑量時間也可根據所形成的層的類型和所形成的元件的幾何形狀而變化。劑量時間應足夠長以提供足以吸附/化學吸附到基板的基本上整個表面上並在其上形成處理氣體組分層的化合物體積。

【0020】 參照圖1，本揭示案的一些實施例涉及形成電子元件的方法100。方法包括以下步驟：在基板表面10上形成石墨烯阻障層20，及在石墨烯阻障層20上沉積填充層30。在一些實施例中，石墨烯阻障層20防止至少一種元素在填充層30和基板表面10之間擴散。

【0021】 如在本說明書和所附申請專利範圍中所使用的，短語「防止擴散」意味著與當沒有阻障層時的濃度相比，石墨烯阻障層消除或降低目標材料中的至少一種元素的濃度。「目的地材料」是至少一種元素擴散到的材料。擴散可能由於電子元件的存儲及/或使用而發生，或可能在後續處理步驟期間發生。

【0022】 在一些實施例中，基板表面包括介電材料。在一些實施例中，介電材料是低k介電材料。在一些實施例

中，介電材料是高k介電材料。在一些實施例中，介電材料包括金屬氧化物。在一些實施例中，介電材料包括氧化鋁（例如， $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）或基本上由氧化鋁（例如， $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）組成。

【0023】如在本說明書和所附申請專利範圍中所使用的，術語「基本上由.....組成」等意味著標的膜或組合物大於或等於所述活性物質的約95%、98%、99%或99.5%。對於氣態組合物（例如反應性氣體）來說，術語「基本上由.....組成」是指組合物的活性組分，不包括稀釋劑、載體或惰性氣體。

【0024】在一些實施例中，石墨烯阻障層20由電漿增強原子層沉積（PEALD）處理形成。不受理論束縛，據信PEALD處理提供對石墨烯阻障層20的厚度的更大控制。石墨烯阻障層20的厚度可經測量為原子層的倍數或為絕對厚度。在一些實施例中，石墨烯阻障層20的厚度在約2至約50原子層的範圍內或在約4至約30原子層的範圍內。在一些實施例中，石墨烯阻障層20的厚度小於或等於約50個原子層、小於或等於約40個原子層、小於或等於約30個原子層、小於或等於約25個原子層、小於或等於約20個原子層、小於或等於約10個原子層、小於或等於約5個原子層，或小於或等於約3個原子層。

【0025】在一些實施例中，石墨烯阻障層的厚度在約5 Å至約150 Å的範圍內或在約15 Å至約100 Å的範圍中。在一些實施例中，石墨烯阻障層的厚度小於或等於約

150 Å、小於或等於約125 Å、小於或等於約100 Å、小於或等於約75 Å、小於或等於約50 Å、小於或等於約25 Å，或小於或等於約10 Å。

【0026】 填充層30可為任何合適的材料。在一些實施例中，填充層30包括至少一個藉由石墨烯阻障層20防止擴散到基板表面10中的元素。在一些實施例中，填充層30包括一或多個金屬元素或基本上由一或多個金屬元素組成。在一些實施例中，填充層30包括鎢、鈦、銅或鈷中的一或多者或基本上由鎢、鈦、銅或鈷中的一或多者組成。

【0027】 在一些實施例中，至少一種元素作為摻雜劑存在於填充層30中。在一些實施例中，至少一種元素作為沉積填充層30的副產物存在於填充層30中。在一些實施例中，至少一種元素包含鹵素、氧或硼中的一或多者或基本上由鹵素、氧或硼中的一或多者組成。在一些實施例中，至少一種元素包含氟或基本上由氟組成。

【0028】 可藉由任何合適的方法沉積填充層30。在一些實施例中，填充材料30可藉由原子層沉積（ALD）、化學氣相沉積（CVD）或物理氣相沉積（PVD）來沉積。在一些實施例中，填充層30包括塊狀金屬材料。

【0029】 在一些實施例中，填充層30包括鎢，並且藉由包括以下步驟的方法來沉積填充層30：在石墨烯阻障層20上形成非晶矽層，並將非晶矽層暴露於鎢前驅物以藉由原子取代形成鎢層。在一些實施例中，在石墨烯阻障

層 20 上形成非晶矽層之步驟包括以下步驟：將石墨烯阻障層暴露於矽烷、聚矽烷或其鹵化衍生物。在一些實施例中，鎢前驅物包含鎢和鹵素原子或基本上由鎢和鹵素原子組成。在一些實施例中，鎢前驅物包含  $WF_6$ 、 $WCl_6$  及 / 或  $WCl_5$  或基本上由  $WF_6$ 、 $WCl_6$  及 / 或  $WCl_5$  組成。在一些實施例中，鎢前驅物包含  $WF_6$ ，並且至少一種元素包含氟。

【0030】 在一些實施例中，填充層 30 包括鎢，並且藉由包括順序地將石墨烯阻障層暴露於鎢前驅物和反應物之步驟的方法來沉積填充層 30。如在這方面所使用的，順序地暴露是指本文一般性描述的原子層沉積處理。在一些實施例中，鎢前驅物包含鎢和鹵素原子或基本上由鎢和鹵素原子組成。在一些實施例中，鎢前驅物包含  $WF_6$ 、 $WCl_6$  及 / 或  $WCl_5$  或基本上由  $WF_6$ 、 $WCl_6$  及 / 或  $WCl_5$  組成。在一些實施例中，反應物包含氫氣 ( $H_2$ ) 或矽烷 ( $SiH_4$ ) 或基本上由氫氣 ( $H_2$ ) 或矽烷 ( $SiH_4$ ) 組成。

【0031】 儘管已關於防止至少一種元素從填充層 30 擴散到基板表面 10 的石墨烯阻障層描述了本揭示案的若干實施例，但亦設想到石墨烯阻障層對於防止至少一種元素從基板表面 10 擴散到填充層 30 是有用的。

【0032】 本揭示案之另外的實施例涉及包含石墨烯阻障層的電子元件。在一些實施例中，電子元件包括在第一材料和第二材料之間的石墨烯阻障層。在一些實施例中，

石墨烯阻障層防止至少一種元素在第一材料和第二材料之間擴散。

【0033】如本文所述，石墨烯阻障層可藉由任何合適的處理形成。石墨烯阻障層可限於本文所揭露的任何厚度。具體來說，在一些實施例中，石墨烯阻障層的厚度在約 $15\text{ \AA}$ 至約 $100\text{ \AA}$ 的範圍中。

【0034】至少一種元素可為如本文其他地方所論述的任何元素。在一些實施例中，至少一種元素包含鹵素、氧或硼中的一或多者或基本上由含鹵素、氧或硼中的一或多者組成。在一些實施例中，至少一種元素包含氟或基本上由氟組成。

【0035】第一材料和第二材料可為任何合適材料。由於防止了第一材料和第二材料之間的擴散，故第一材料和第二材料的指定是任意的。在一些實施例中，第一材料和第二材料包括相同的材料。在一些實施例中，第一材料包括金屬或基本上由金屬組成，及第二材料包括介電材料或基本上由介電材料組成。在一些實施例中，金屬包含鎢、鈦、銅或鈷中的一或多者或基本上由鎢、鈦、銅或鈷中的一或多者組成。在一些實施例中，介電材料包括金屬氧化物或基本上由金屬氧化物組成。在一些實施例中，金屬氧化物是氧化鋁（例如， $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）。

【0036】在一些實施例中，包括石墨烯阻障層的電子元件是3DNAND元件，3DNAND元件包括複數個第一材料和第二材料的交替層。在一些實施例中，第一材料是閘

極材料，及第二材料是氧化物。在一些實施例中，第一材料是氮化物，及第二材料是氧化物。

【0037】 參考圖2，本揭示案的另外的實施例涉及用於執行本文所述方法的系統900。圖2示出了根據本揭示案的一或多個實施例的可用於處理基板的系統900。系統900可稱為群集工具。系統900包括其中具有機器人912的中央轉移站910。機器人912被示為單個刀片機器人；然而，所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解，其他機器人912配置亦在本揭示案的範疇內。機器人912經配置以在經連接到中央轉移站910的腔室之間移動一或多個基板。

【0038】 至少一個預清潔/緩衝腔室920經連接到中央轉移站910。預清潔/緩衝腔室920可包括加熱器、自由基源或電漿源中的一或多者。預清潔/緩衝腔室920可作為單個半導體基板的保持區域或用於處理的晶圓的盒。預清潔/緩衝腔室920可執行預清潔處理或可預加熱基板以進行處理，或可簡單地為用於處理順序的分段區域。在一些實施例中，有兩個預清潔/緩衝腔室920連接到中央轉移站910。

【0039】 在圖9所示的實施例中，預清潔腔室920可作為工廠介面905和中央轉移站910之間的通過腔室。工廠介面905可包括一或多個機器人906，以將基板從盒移動到預清潔/緩衝腔室920。接著，機器人912可將基板從預清潔/緩衝腔室920移動到系統900內的其他腔室。

【0040】 第一處理腔室930可經連接到中央轉移站910。第一處理腔室930可經配置為各向異性蝕刻腔室，並且可與一或多個反應氣體源流體連通以提供一或多個反應氣體流至第一處理腔室930。藉由穿過隔離閥914的機器人912，基板可移動到處理腔室930及從處理腔室930移出。

【0041】 處理腔室940亦可經連接到中央轉移站910。在一些實施例中，處理腔室940包括各向同性蝕刻腔室並且與一或多個反應氣體源流體連通以提供反應氣體流至處理腔室940，以執行各向同性蝕刻處理。藉由穿過隔離閥914的機器人912，基板可移動到處理腔室940及從處理腔室940移出。

【0042】 處理腔室945亦可經連接到中央轉移站910。在一些實施例中，處理腔室945與處理腔室940相同類型；處理腔室945經配置以執行與處理腔室940相同的處理。此種佈置在以下情況下可為有用的；在處理腔室940中發生的處理比處理腔室930中的處理花費更長的時間。

【0043】 在一些實施例中，處理腔室960經連接到中央轉移站910並且經配置以作為選擇性磊晶生長腔室。處理腔室960可經配置以執行一或多個不同的磊晶生長處理。

【0044】 在一些實施例中，各向異性蝕刻處理發生在與各向同性蝕刻處理相同的處理腔室中。在這種類型的實施例中，處理腔室930和處理腔室960可經配置以同時在兩

個基板上執行蝕刻處理，並且處理腔室 940 和處理腔室 945 可經配置以執行選擇性磊晶生長處理。

【0045】 在一些實施例中，處理腔室 930、940、945 和 960 中的每一者經配置以執行處理方法的不同部分。例如，處理腔室 930 可經配置以執行各向異性蝕刻處理、處理腔室 940 可經配置以執行各向同性蝕刻處理、處理腔室 945 可經配置為計量工作站或用以執行第一選擇性磊晶生長處理及處理腔室 960 可經配置以執行第二磊晶生長處理。所屬技術領域中具有通常知識者將認識到，可改變工具上的各個處理腔室的數量和佈置，並且圖 9 中所示的實施例僅代表一種可能的配置。

【0046】 在一些實施例中，系統 900 包括一或多個計量站。例如，計量站可位於預清潔/緩衝腔室 920 內、中央轉移站 910 內或任何單獨的處理腔室內。計量站可以是系統 900 內的任何位置，該任何位置允許在不將基板暴露於氧化環境的情況下測量凹部的距離。

【0047】 至少一個控制器 950 經耦合到中央轉移站 910、預清潔/緩衝腔室 920、處理腔室 930、940、945 或 960 中的一或多者。在一些實施例中，存在多於一個的經連接到各個腔室或站的控制器 950，並且主控制處理器經耦合到每個單獨的處理器以控制系統 900。控制器 950 可為任何形式之可在工業設定中用於控制各種腔室和子處理器的通用電腦處理器、微控制器、微處理器等之一者。

【0048】 至少一個控制器950可具有處理器952、經耦合到處理器952的記憶體954、經耦合到處理器952的輸入/輸出裝置956及支持電路958，以在不同電子元件之間進行通訊。記憶體954可包括暫態記憶體（例如，隨機存取記憶體）和非暫態記憶體（例如，記憶體）中的一或多者。

【0049】 處理器的記憶體954或電腦可讀取媒體可以是容易獲得的記憶體（如隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、軟碟、硬碟或任何其他形式（本地或遠端）的數位存儲）中的一或多者。記憶體954可保留可由處理器952操作的指令集，以控制系統900的參數和元件。支持電路958經耦合到處理器952，以用習知方式支持處理器。電路可包括（例如）快取、電源供應器、時鐘電路、輸入/輸出電路及子系統等。

【0050】 處理通常可作為軟體常式存儲在記憶體中，當由處理器執行該軟體常式時，該軟體常式使得處理腔室執行本揭示案的處理。軟體常式亦可由第二處理器（未示出）存儲及/或執行，該第二處理器遠離由處理器控制的硬體。亦可用硬體執行本揭示案的一些或所有方法。如此一來，此處理可用軟體實施並使用硬體中的電腦系統執行成（例如）特殊應用積體電路或其他類型的硬體實施或執行成軟體和硬體的組合。當由處理器執行軟體常式時，該軟體常式將通用電腦變換成控制腔室操作的特定目的電腦（控制器）以執行處理。

【0051】 在一些實施例中，控制器950具有一或多個配置以執行各個處理或子處理以執行方法。控制器950可經連接至並經配置以操作中間元件以執行方法的功能。例如，控制器950可經連接至並經配置以控制氣閥、致動器、馬達、狹縫閥、真空控制等中的一或多者。

【0052】 一些實施例的控制器950具有選自以下的一或多個配置：在複數個處理腔室和計量站之間移動機器人上的基板的配置；從系統加載及/或卸載基板的配置；在基板表面上形成石墨烯阻障層的配置；及在石墨烯阻障層上沉積填充層的配置。

【0053】 本說明書中對「一實施例」、「某些實施例」、「一或多個實施例」或「實施例」的引用意味著結合該實施例所描述的特定特徵、結構、材料或特性包括在本揭示案的至少一個實施例中。因此，在整個說明書中各處出現的如「在一或多個實施例中」、「在某些實施例中」、「在一實施例中」或「在實施例中」的短語不一定是指相同的實施例。此外，可在一或多個實施例中以任何合適方式組合特定特徵、結構、材料或特性。

【0054】 儘管已參考特定實施例描述了本文所揭露內容，但所屬技術領域中具有通常知識者將理解的是，所描述的實施例僅僅是對本揭示案的原理和應用的說明。對於所屬技術領域中具有通常知識者顯而易見的是，在不脫離本揭示案的精神和範疇的情況下，可對本揭示案的方法和

設備進行各種修改和變化。因此，本揭示案可包括在所附申請專利範圍及其等同物的範圍內的修改和變化。

**【符號說明】**

**【 0 0 5 5 】**

- 1 0 基板表面
- 2 0 石墨烯阻障層
- 3 0 填充層
- 1 0 0 方法
- 9 0 0 系統
- 9 0 5 工廠介面
- 9 0 6 機器人
- 9 1 0 中央轉移站
- 9 1 2 機器人
- 9 1 4 隔離閥
- 9 2 0 預清潔 / 緩衝腔室
- 9 3 0 第一處理腔室
- 9 4 0 處理腔室
- 9 5 0 控制器
- 9 5 2 處理器
- 9 5 4 記憶體
- 9 5 6 輸入 / 輸出裝置
- 9 5 8 支持電路

【生物材料寄存】

【 0 0 5 6 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 7 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】** 一種形成一電子元件的方法，該方法包括以下步驟：

在一基板表面上形成一石墨烯阻障層；以及

在該石墨烯阻障層上沉積一填充層，

其中該石墨烯阻障層防止一鹵素或硼在該填充層和該基板表面之間擴散，

其中該填充層包括鎢，並且藉由包括以下步驟的一方法沉積該填充層：

在該石墨烯阻障層上形成一非晶矽層；以及

將該非晶矽層暴露於一鎢前驅物以藉由原子取代形成一鎢層。

**【請求項2】** 如請求項1所述的方法，其中該基板表面包括一介電材料。

**【請求項3】** 如請求項2所述的方法，其中該介電材料包括一金屬氧化物。

**【請求項4】** 如請求項2所述的方法，其中該介電材料基本上由  $Al_2O_3$  組成。

**【請求項5】** 如請求項1所述的方法，其中該石墨烯阻障層由包括電漿增強原子層沉積的一方法形成。

**【請求項6】** 如請求項1所述的方法，其中該石墨烯阻障層的一厚度在約  $15 \text{ \AA}$  至約  $100 \text{ \AA}$  的一範圍中。

【請求項7】 如請求項1所述的方法，其中該填充層包括鎢、鈦、銅及鈷中的一或多者。

【請求項8】 如請求項1所述的方法，其中該石墨烯阻障層防止氟的擴散。

【請求項9】 如請求項1所述的方法，其中該石墨烯阻障層防止硼的擴散。

【請求項10】 如請求項1所述的方法，其中該鎢前驅物包含  $WF_6$ ，並且該至少一種元素包含氟。

【請求項11】 如請求項1所述的方法，其中該填充層包括鎢，並且藉由包括將該石墨烯阻障層依次暴露於包含  $WF_6$  的一鎢前驅物和一反應物之步驟的一方法來沉積該填充層。

【請求項12】 一種形成一電子元件的方法，該方法包括以下步驟：

在一基板表面上形成一石墨烯阻障層；

在該石墨烯阻障層上形成一非晶矽層；以及

藉由原子取代將該非晶矽層暴露於一鎢前驅物以形成一鎢層，該鎢前驅物包括鎢及鹵素原子，

其中該石墨烯阻障層防止鹵素原子擴散到該基板表面中。

【請求項13】 一種電子元件，包括在一第一材料和一第二材料之間的一石墨烯阻障層，其中該石墨烯阻障層

防止一鹵素或硼在該第一材料和該第二材料之間擴散，其中該元件包括該第一材料和該第二材料的複數個交替層。

【請求項14】如請求項13所述的元件，其中該石墨烯阻障層的一厚度在約  $15 \text{ \AA}$  至約  $100 \text{ \AA}$  的一範圍中。

【請求項15】如請求項13所述的元件，其中該石墨烯阻障層防止氟的擴散。

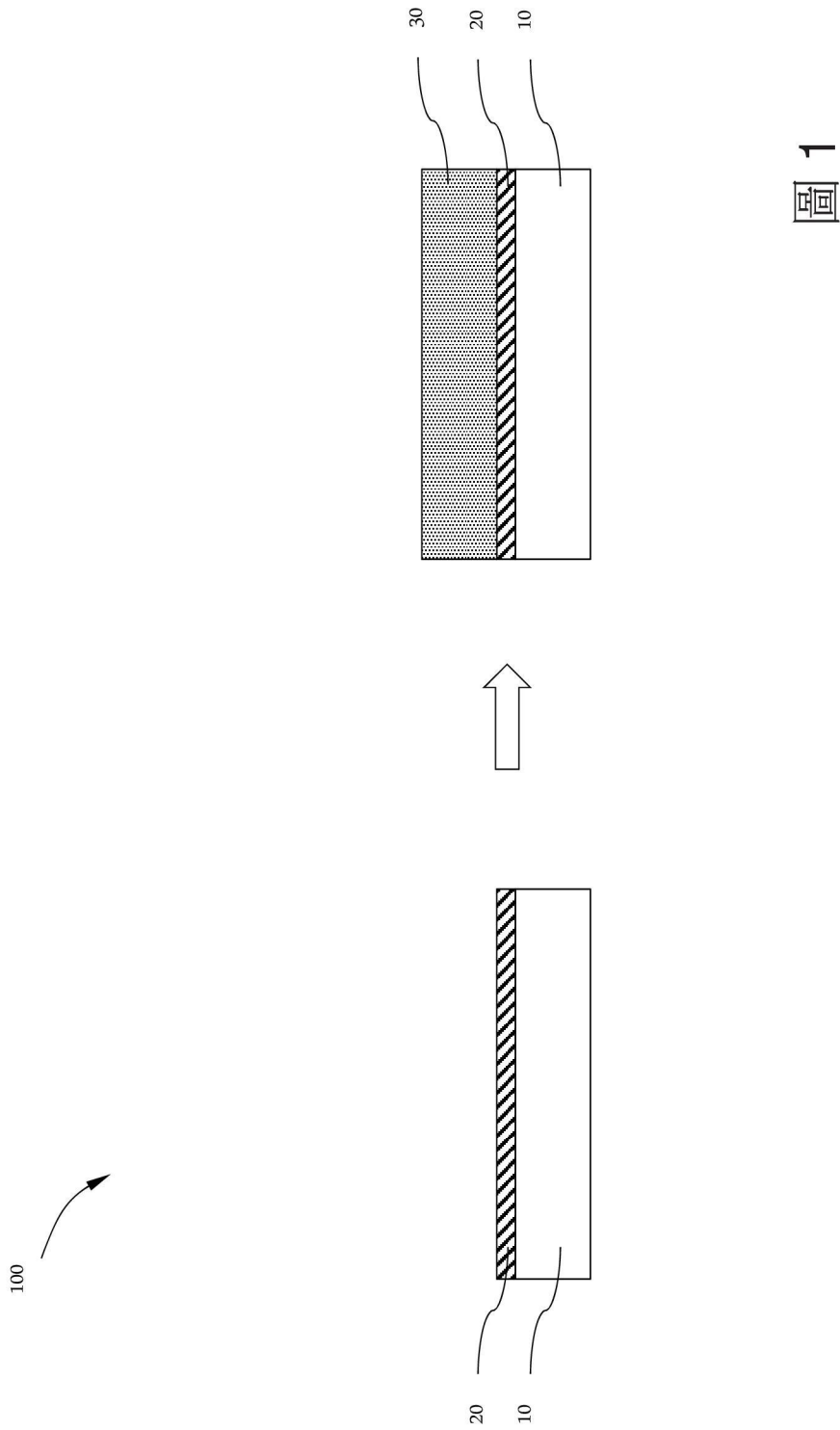
【請求項16】如請求項13所述的元件，其中該石墨烯阻障層防止硼的擴散。

【請求項17】如請求項13所述的元件，其中該第一材料包含鎢，並且該第二材料包含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

【請求項18】如請求項17所述的元件，其中該石墨烯阻障層防止氟的擴散。

【請求項19】如請求項13所述的元件，其中該元件為一 3D NAND 元件。

【發明圖式】



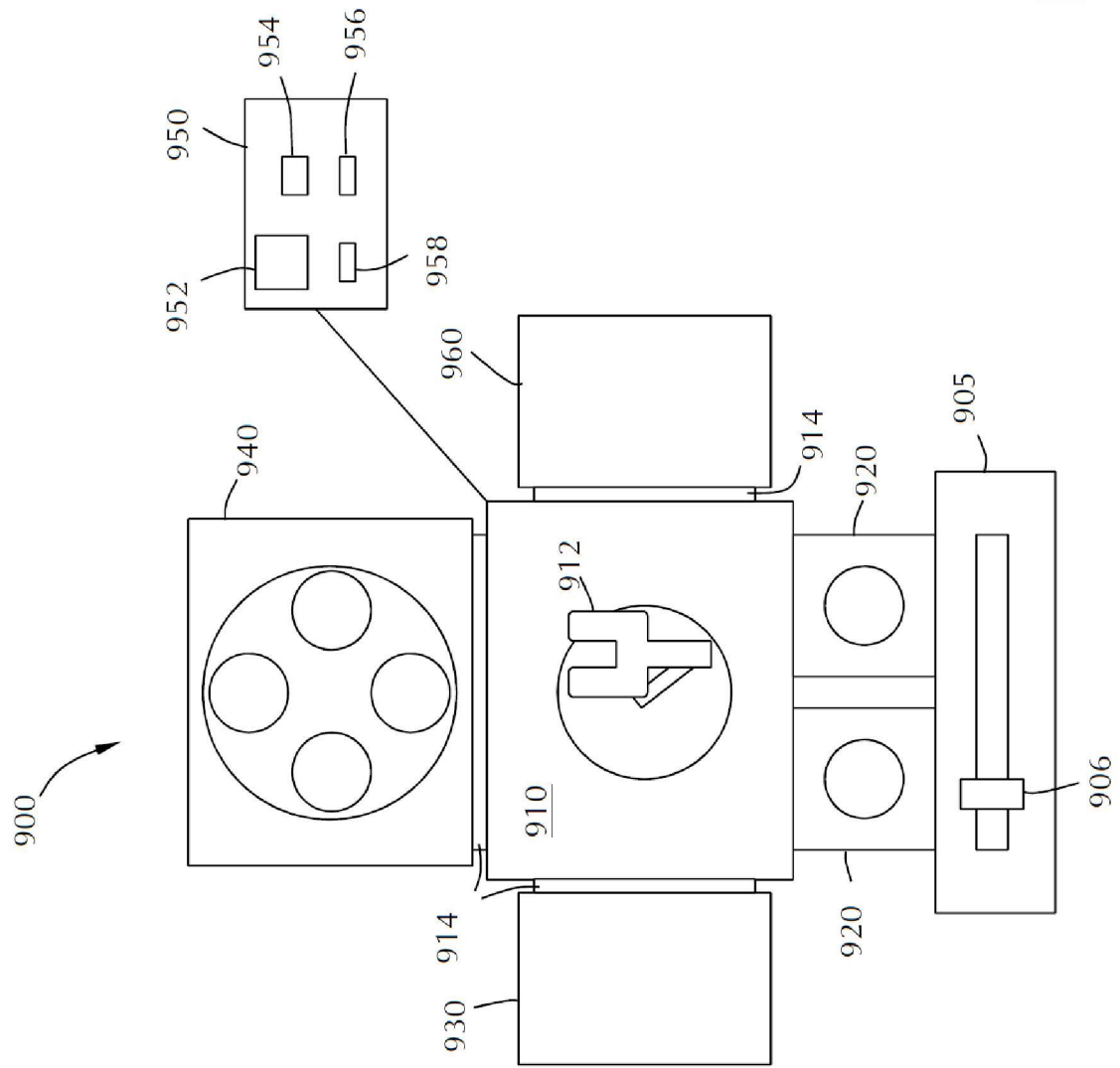


圖 2