

# 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：9412 PP40

※申請日期：94.8.31

※IPC 分類：H01L 21/00

## 一、發明名稱：(中文/英文)

鍍於絕緣體上(GeOI)型晶圓的製造方法

METHOD FOR FABRICATING A GERMANIUM ON INSULATOR  
(GeOI) TYPE WAFER

## 二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1) S.O.I. TEC 絕緣層上矽科技公司

S.O.I. TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES S.A.

2) 法國原子能委員會

Commissariat à l'Energie Atomique Etablissement public de caractère  
scientifique, technique et industriel

代表人：(中文/英文)(簽章)

1) 伊曼紐爾·海吉 / Emmanuel Huyghe ;

2) 理查·納吉爾 / Richard NAGEL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1) 法國貝尼 F-38190·巴克技術迪斯方丹斯

Parc Technologique des Fontaines, F-38190 Bernin, FRANCE

2) 法國巴黎 75752·魯迪拉佛迪瑞宣 31-33 號

31-33 Rue de la Fédération, 75752 Paris, France

國籍：(中文/英文) 1)-2) 法國 / France

## 三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1) 康斯坦汀·波得艾利 / BOURDELLE, Konstantin

2) 法布瑞斯·雷特崔 / LETERTRE, Fabrice

3) 布魯斯·福爾 / FAURE, BRUCE

4) 克里斯多夫·摩拉利斯 / MORALES, Christophe

5) 克里斯堤爾·迪蓋特 / DEGUET, Chrystel

國籍：(中文/英文) 1)-5)法國 / France

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：

歐洲；2004/11/19；04292742.6

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

本發明係關於鍺於絕緣體上(GeOI)型晶圓的製造方法。

### 先前技術

除了廣泛普及的矽以外，由於電子和電洞的高移動性使得鍺成為令人感興趣之半導體裝置用的材料。就像越來越多矽裝置裝配在矽於絕緣體上(SOI)型晶圓上以防止漏電一樣，有關裝置長在鍺上也可觀察到相同的趨勢。矽與鍺主要的差異在於事實上，不像安定的二氧化矽，天然的氧化鍺並非安定到能夠在 GeOI 型晶圓中扮演介電質的角色。

為了克服此問題已經有人在先前技藝中提出使用二氧化矽之類的層(例如，舉例來說，低溫氧化物(LTO)，例如由 TEOS 或  $\text{SiH}_4$  製成的二氧化矽)、四乙基原矽酸酯(TEOS)或高溫氧化物(HTO)，或非氧化物之類的層(例如，舉例來說，充當介電質的氮化矽( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )或氮化鍺( $\text{Ge}_3\text{N}_4$ ))。這些層通常都藉由低壓化學氣相沈積(LPCVD)或電漿強化化學氣相沈積(PECVD)而沈積。那些介電質都沈積在整塊鍺晶圓上或，例如，鍺薄層上，該鍺薄層已經事先提供於於例如，舉例來說，比鍺晶圓更便宜的矽或碳化矽晶圓等另一型晶圓上。

然而該輔助介電質的沈積事實上具有下列問題。第

一，輔助層介電質的沈積表示在二氧化矽層與鍺之間的界面層並未經良好地控制。此界面取決於沈積之前已經在鍺上進行的表面準備作業(例如清潔)。第二，必須進行熱退火以改良該沈積層的結構及電氣性質。第三，沈積層的粗糙度與熱成長層相比較高，而且因此變得必須進行研磨以改良經沈積及退火的氧化物之表面品質。在 GeOI 晶圓的製造過程中，當該介電質的表面黏合於處理晶圓時，此表面品質扮演著重要的角色。

事實上，獲得 GeOI 型晶圓的典型方法包含下列步驟：

a) 提供來源基材，像是鍺(Ge)基材或包含磊晶鍺層的基材，而其中一個主要表面上有經沈積、退火及研磨的介電層，b) 將此結構附著於該處理基材而形成來源-處理-複合物以及 c) 藉著由事先產生的預定分裂區之處分開一部分的來源基材與該來源-處理-複合物的其餘部分，而將鍺薄層連同該介電層轉移到該處理基材上，該預定分裂區基本上平行於該主要表面。

#### 發明內容

有鑑於上述的問題，所以天然的氧化鍺無法作為 GeOI 型晶圓上的介電質，而且因此必須沈積、退火並研磨其他類型的氧化物或氮化物，就此技藝的現況而言 GeOI 晶圓面臨著低品質介電膜、低生產量及更進一步的結果每個晶圓的高成本。

因此本發明的目的在於提供克服上述與介電質有關的

問題之經改良的 GeOI 型晶圓之製造方法。

本目的利用根據申請專利範圍第 1 項的製造方法而得到解決。

在該鍺基材之一主要表面上或中提供氧氮化鍺 ( $\text{GeO}_x\text{N}_y$ ) 層能提供下列優點。首先，其提供與此技藝現況的 GeOI 晶圓中使用的介電層相比具有非常好的電氣特性之鍺/氧氮化鍺界面。在此氧氮化鍺界面為  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  與  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  在其中形成的鍺之間的界面。再者，該氧氮化鍺表面符合與表面粗糙度、奈米級地形學、側面平坦性及粒子密度有關的晶圓黏合標準，而且因此可與該處理基材輕易地黏合在一起。

先前氧氮化鍺界面良好的電氣特性已經用於鍺為底的 CMOS 結構，像是，舉例來說，可由 T.N. Jackson 等人，IEEE 電子裝置文學，第 12 卷，第 605 頁，1991 年，及 C.O. Chui 等人，IEDM 2003 技術文摘，第 437 頁，2003 年中得知者。令人驚訝的是該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層也可與 GeOI 晶圓製造方法的附著及分開步驟相容，並因此促成整個製造方法並且改良每個晶圓的成本。

根據一個有利的具體例，該方法可進一步在步驟 b) 與 c) 之間包含在該來源基材內部產生預定分裂區的步驟，進而提供該氧氮化鍺層及將該來源基材附著於該處理基材的步驟。這具有該氧氮化鍺與該來源基材的鍺之間的界面定義良好而且具有良好的電氣特性以確保將組立於該 GeOI 晶圓上的裝置能發揮良好的功效。有利地可將例如，舉例

來說，氮或氮離子等原子物種植入該來源基材以獲得該預定分裂區。藉以觀察到令人驚訝的是透過彼發生植入的  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層並不會喪失其有利的性質。

有利地步驟 b) 可包含下列步驟：氧化該鍺基材或使用該來源基材上本來的氧化物，及氮化該氧化鍺而產生該氧氮化鍺層。特別是熱氧化該鍺基材可能係有利的，相對於該沈積層，熱生長的氧化物層具有例如，舉例來說，改良表面粗糙度等更好的膜特性之優點。除熱氧化之外，還有其他可用以氧化鍺的替代性技術，像是例如電子迴旋共振電漿氧化或電漿陽極氧化，二者都使用電漿氣氛或氧氣。與熱氧化相比，可改良成長速率及/或降低成長溫度。為了安定化製得的介電質，接著進行該氧化鍺的氮化而終致獲得具有上述有利特性的安定氮氧化鍺層。

較佳地步驟 b) 可包含使用氮、二氧化氮或一氧化氮其中至少一者氮化。這些成分使得能以簡單的方法氮化，其進一步還降低生產成本。或者氮化可藉電漿陽極氮化技術進行，使用氮、二氧化氮或一氧化氮其中至少一種的電漿。

另一個變化例中，步驟 b) 可包含藉由快速熱氮化而產生該氧氮化鍺層的步驟。這包含在較短的時間內將經加熱的鍺基材、鍺層或已經氧化的鍺層置於氮氣氛中。

根據變化例，步驟 b) 可包含植入 N 或  $\text{N}_2$  離子的步驟。藉此可用以直接地產生該氧氮化鍺層或可用以改變已經形成的氧氮化鍺層之計量化學。藉由改變劑量及離子能量，可藉達到計量化學的  $\text{GeN}_2\text{O}$  到非計量化學的  $\text{GeN}_x\text{O}_y$  而獲

得各種不同的氧氮化鍺，藉以使得在依據最終產物的要求產生不同類型的氧氮化鍺層時能有增進的自由度。

較佳地步驟 b)可進一步地包含清潔該鍺表面的步驟，特別是藉著使用環狀氟酸(CHF)。清潔該鍺基材的表面將改良改良該氧氮化鍺界面的界面品質，藉以進一步改良該鍺於絕緣體上型晶圓的電氣特性。

根據較佳具體例，在步驟 c)之前厚度約 0 埃至 20 埃之氧氮化鍺 ( $\text{GeO}_x\text{N}_y$ )層表面層可藉由電漿活化作用而活化。藉由施加電漿活化作用，當附著(黏合)到該處理基材時，可訂製該氧氮化鍺層的表面化學使得能形成比未經活化的表面可達成的化學鍵結更強的化學鍵結。該電漿活化作用可為經電漿活化的氮化作用。這導致供最終產物製造用之退火溫度及退火時間降低。

有利地該處理基材的材料為鍺、矽、二氧化矽於矽上(熱生長)、碳化矽、砷化鎵或石英其中的一種。利用那些與  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  黏合的材料可獲得良好的黏合特性。由於實際上該氧氮化鍺係長在該鍺晶圓或含鍺層的來源基材本身上，因此可藉由一次及同一方法而獲得多種不同的鍺於絕緣體上型晶圓。

根據有利的具體例，該方法可進一步包含在形成該來源-處理-複合物之前先在該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層上提供額外層的步驟，特別是經沈積的二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )層。此額外層可用於促成該附著步驟，其中要黏合的表面為供黏合技術用之更標準的表面。

較佳地第二種額外層，特別是  $\text{HfO}_2$  或  $\text{Si}_3\text{N}_4$  層，可在提供該額外層之前先提供於該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層上。此第二種額外層提供給該 GeOI 晶圓提高的耐性，特別是對抗化學藥品侵襲的耐性。在該結構中  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層的角色將可確保良好的電氣特性。

有利地可在製備該預定分裂區之前先提供該額外層。這可用於使該預定分裂區的產生最適化，例如可自由地選用植入離子的能量。

根據變化例可在形成該來源-處理-複合物之前先移除該額外層，在該例中經沈積的氧化物層的存在並不適用於埋入式氧化物層之電氣品質。在該來源-處理-複合物的形成之前先移除該額外層具有在離子植入的期間表面上可能發生的損傷將不會使最終產物的品質衰退之優點。

再者本發明係關於根據上述方法製造之鍺於絕緣體上 (GeOI) 型晶圓。

## 實施方式

以下將使用智慧切削 (Smart Cut) 技術說明根據本發明的鍺於絕緣體上型晶圓之製造方法。然而，其他提供適合的半導體於絕緣體上之製造方法也適合於本發明。

第 1a 圖舉例說明鍺 (Ge) 基材 1 或，其中一個主要表面上提供有磊晶鍺層的基材。該來源基材的表面 3 可在進一步加工之前先使用例如環狀氟酸 (CHF) 清潔。

第 1b 圖舉例說明可為，舉例來說，鍺晶圓、矽晶圓、

含熱成長二氧化矽層的矽晶圓、碳化矽晶圓、存在矽鍺正表面的晶圓或砷化鎵晶圓之處理基材 5。最後也可使用石英型晶圓。來源基材 1 及處理基材 5 可具有任何適合的尺寸或形式，例如，舉例來說，200 毫米或 300 毫米型晶圓。

第 1c 圖舉例說明本發明方法的步驟 b)，其包含提供氧氮化鍺層於鍺基材 1 的主要表面 3 上或中。為了獲得氧氮化鍺層 (7)，在此具體例中，藉由氧化鍺基材 1 的表面層，至少在鍺基材 1 的主要表面 3 上或中熱成長天然氧化鍺。這可在含氧的氣氛中在約 550°C 的溫度下達到。接著該氧化鍺層的生長，該氧化鍺層通常都長到達約 500 埃至 3000 埃範圍內的厚度，特別是約 1500 埃的厚度。然後進行氮化步驟，該步驟，舉例來說，在約 350°C 的溫度下發生，該溫度在氮化的期間，可能會在含氮(NH<sub>3</sub>)的氣氛中被提高達約 600°C。至於變化例也可使用二氧化氮或一氧化氮(NO<sub>2</sub>或 NO)而達到。通常此過程根據要處理的材料厚度耗費約 10 分鐘到數個小時，並且供形成厚度在約 500 埃至 3000 埃範圍內的氧氮化鍺層，特別是約 1500 埃的厚度。在這些條件之下獲得主要為化學計量的 GeN<sub>2</sub>O，然後利用所提出的方法藉著變化一或多個上述的加工參數也可獲得非計量化學的氧氮化鍺。利用該熱成長氧化物具有良好的表面特性而且該氮化作用對表面品質沒有或僅有有限的衝擊，所以可達到供後續黏合步驟用之良好界面。

若不以加熱的方式生長氧化鍺，也可使用電子迴旋加速共振電漿技術或電漿陽極氧化技術生長氧化鍺。然後可

在約 80°C 至 400°C 下進行該氧化物生長，或者獲得與在相似的生長溫度下的熱氧化作用相比約四倍的較高氧化物生長速率。再者可額外地將 N 或 N<sub>2</sub> 離子植入氧化鋂或氧氮化鋂層中。離子的劑量及能量根據想要達到的化學計量及植入層的厚度而選擇。

根據變化例也可藉由快速熱氮化而獲得約 100 埃的氧氮化鋂層 7，而其在於例如將鋂或氧化鋂，加熱到約 600°C，置於氨氣(NH<sub>3</sub>)氣氛中約 1 分鐘。根據本發明另一個變化例，若該鋂晶圓已經暴露於周圍空氣中，那麼該氧化鋂也可包含存在該鋂晶圓表面上本來的氧化物(包含數埃到數十埃之間的厚度)。

如第 14 圖舉例說明的，在接下來的步驟中，在該來源基材 1 內部產生基本上平行於主要表面 3 的預定分裂區 9，其供有氧氮化鋂層 7。在智慧切削技術中這可藉著以預定能量及劑量將原子物種 8 (例如氮離子)植入該來源基材 1 中而達到。此植入通常都透過事先提供的氧氮化鋂層 7 而發生。

如第 1e 圖舉例說明的，在再下來的步驟中使該處理基材 5 與表面上有氧氮化鋂層 7 的來源基材 1 黏合在一起而產生來源-處理-複合物 11。使該處理基材 5 的一個主要表面 13 與該氧氮化鋂層 7 的表面 15 之間發生黏合。當該氧氮化鋂表面 15 的品質滿足有關表面粗糙度(典型地在 10 埃以下，特別是在 5 埃以下)、奈米級地形學、側面平坦性及粒子密度的黏合標準時，就可達到該二基材之間的黏合，

甚至不需事先研磨該氧氮化鍺層 7 的表面 15。這代表著相對於先前技藝的方法之優點，其中沈積類似二氧化矽的氧化物，然後退火以及最後地 CMP 研磨。

根據變化例可藉由執行厚度約 0 埃至 20 埃的表面層之電漿活化氮化而進行該氧氮化鍺表面層的電漿活化。

第 1f 圖舉例說明分開步驟的結果，在智慧切削技術中該步驟包含來源-處理-複合物 11 的熱退火。在退火的期間該預定分裂區 9 將一直變弱直到該來源基材的其餘部分 21 與該鍺於絕緣體上型晶圓 17 之間完全分開為止，該鍺於絕緣體上型晶圓 17 係由該處理基材 5、已經經由黏合而自原始來源基材 10 轉移到該處理基材 5 上之該氧氮化鍺層 7 及鍺層 19 組成。原始來源基材的其餘部分 21 係移除並且可再作為接下來的鍺於絕緣體上製造方法之來源基材 1，之後再回歸到像 SOI 智慧切削方法的期間一樣。

利用上述的發明方法，因此可提供有成本效率的鍺於絕緣體上型晶圓 17，同時，由於該氧氮化鍺層 7 及其熱界面朝向該來源基材的鍺晶圓及其黏合界面朝向該處理基材 5 的有利特徵，使得該晶圓具有優異的品質。

根據本發明的第二個具體例，示於第 2a 至 2f 圖，在該氧氮化鍺層 7 與該處理基材 5 之間提供額外層而藉著使用更標準的黏合表面，舉例來說經沈積的二氧化矽表面，促成黏合。該第二個具體例包含如第一個具體例之相同加工步驟，因此不再複述各步驟而是藉此併入以供參考。具有如第 1a 至 1f 圖及第 2a 至 2f 圖之相同參考編號的元件彼

此相對應，因此不再複述其性質而是併入以供參考。

根據第二個具體例，舉例說明於第 2a 圖，在第 1d 圖中舉例說明的加工步驟之前，先在  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層 7 上沈積二氧化矽層 23。該層 23 係舉例來說在某溫度下以 TEOS 或  $\text{SiH}_4$  為底藉由 PECVD 而沈積，該溫度可與鍍相容，其一般都小於  $700^\circ\text{C}$ 。該層 23 可具有約數奈米至數百奈米之範圍內的厚度。在此例中，該來源-處理-複合物 11'，示於第 2b 圖中，除了第 1e 圖所示的來源-處理-複合物 11 那些以外還包含層 23。

在鍍與氧化物之間的界面仍舊為  $\text{GeO}_x\text{N}_y/\text{Ge}$  界面，如先前解釋的，其具有非常好的電氣特性。該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層 7 與經沈積的二氧化矽層 23 之間的界面具有較低的品質。然而，因為此界面離該鍍層 19 較遠，所以不會損及此層 19 的電氣性質。

根據第二個具體例的變化例，在提供該二氧化矽層 23 之前先在該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層 7 上沈積第二種額外層 25，舉例來說， $\text{HfO}_2$  或  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ，如第 2c 圖中舉例說明的。黏合之後，就可獲得該來源-處理-複合物 11''，示於第 2d 圖中，與該來源-處理-複合物 11' 相比其包含一或多個層，第二種額外層 25。

事實上，經沈積的二氧化矽具有與一般使用的熱二氧化矽不同的性質。具體而言，經沈積的二氧化矽對於化學藥品侵襲，舉例來說氟酸 HF，具有低耐性。這在後續在經轉移的鍍層 19 中製造裝置的期間會變成一個問題，其中經

沈積的二氧化矽層 23 將形成該 GeOI 基材 17 最終的埋入式氧化物界面。該額外的  $\text{HfO}_2$  或  $\text{Si}_3\text{N}_4$  層 25 或可提高此耐性。

根據第二個具體例的第二個變化例，在第 1d 圖中舉例說明的離子植入步驟之前先在該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層 7 上沈積該額外層 23，例如二氧化矽層。在該黏合步驟，舉例說明於第 1e 圖，之前可能必須先移除此層以改良該埋入式氧化物的品質，特別是在僅需要熱氧化物以形成該 GeOI 基材 17 的埋入式氧化物之情況下。在此例中，可能有利的是在沈積該二氧化矽層 23 之前，先在該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層 7 上沈積  $\text{HfO}_2$  或  $\text{Si}_3\text{N}_4$  層的第二種額外層 25。此層的厚度可由數奈米至數百奈米。這樣才能在植入步驟之後藉化學藥品侵襲，舉例來說使用 HF，移除經沈積的二氧化矽層，舉例說明於第 1d 圖。然後直接地將所得的結構（舉例來說  $\text{Ge}/\text{GeO}_x\text{N}_y/\text{HfO}_2$ ），舉例說明於第 2e 圖，黏合於該處理基材 5，其表面 13 上可能或可能不包含熱二氧化矽，而形成來源-處理-複合物 11”，舉例說明於第 2f 圖。

在上述所有變化例中，鍍與該 GeOI 介電質之間的界面總是都是鍍/ $\text{GeO}_x\text{N}_y$  界面。這樣可保護該鍍層 7 的電氣品質。

#### 圖式簡單說明

本發明方法的有利具體例將對照圖形說明於下。其係示於：

第 1a 至 f 圖：根據本發明製造鍍於絕緣體上型晶圓的

方法之第一個具體例，及

第 2a 至 f 圖：根據本發明製造鍍於絕緣體上型晶圓的方法之第二個具體例。

主要元件之符號說明

- 1..鍍基材；3..來源基材的表面；5..處理基材；7..氧氮化鍍層；
- 8..原子物種；9..預定分裂區；10..原始來源基材；
- 11、11'、11''、11'''..來源-處理-複合物；13..處理基材的主要表面；
- 15..氧氮化鍍層的表面；17..鍍於絕緣體上型晶圓；19..鍍層；
- 21..來源基材的其餘部分；23..二氧化矽層；25..第二種額外層

## 五、中文發明摘要：

本發明係關於鍺於絕緣體上型晶圓的製造方法，其包含下列步驟：提供鍺基材或包含磊晶鍺層的基材，在該鍺基材的表面上或中提供介電層，將該來源基材附著於處理基材而形成來源-處理-複合物，以及在預定分裂區之處分開該基材與該來源-處理-複合物而產生鍺於絕緣體上型晶圓，該預定分裂區精確地提供於該來源基材內部而且基本上平行於主要表面。為了改良該介電膜品質而且同時達到更具成本效率的製造方法，有人提出在該鍺基材與該處理基材之間提供氮氧化鍺層。

## 六、英文發明摘要：

The invention relates to a method for fabricating a germanium on insulator type wafer comprising the steps of providing a germanium substrate or a substrate comprising an epitaxial germanium layer, providing a dielectric layer on or in one main surface of the germanium substrate, attaching the source substrate to a handle substrate to form a source-handle-compound and detaching the substrate at the predetermined splitting area, precisely provided inside the source substrate and being essentially parallel to the main surface, from the source-handle-compound to thereby create the germanium on insulator wafer. To improve the dielectric film quality and at the same time to achieve a more cost-effective fabrication process it is proposed to provide a germanium oxynitride layer as dielectric layer in between the germanium substrate and the handle substrate.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種鍍於絕緣體上(GeOI)型晶圓之製造方法，其包含下列步驟：

a) 提供鍍(Ge)基材或包含磊晶鍍層的基材作為一來源基材(1)，

b) 在該來源基材(1)之一主要表面(3)上或中提供氧化氮化鍍( $\text{GeO}_x\text{N}_y$ )層(7)，

c) 將該來源基材(1)附著於一處理基材(5)而形成來源-處理-複合物(11)，以及

d) 在一預定分裂區(9)分開該來源基材(21)與該來源-處理-複合物(11)藉以產生 GeOI 型晶圓，該預定分裂區被設於該來源基材(1)內部而且基本上平行於主要表面(3)。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該方法復於步驟 b) 與 c) 之間包含在該來源基材(1)內部產生該預定分裂區(9)的步驟。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中步驟 b) 可包含下列步驟：

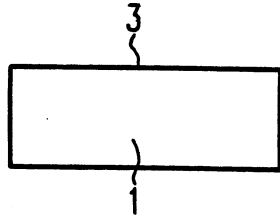
b1) 氧化該鍍基材(1)或使用該來源基材(1)上本來的氧化物，

b2) 氮化該氧化鍍而產生該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層(7)。

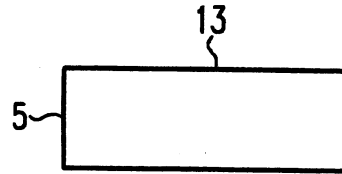
4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中步驟 b) 包含使用氮( $\text{NH}_3$ )、二氧化氮及一氧化氮其中至少一者來氮化。

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中步驟 b) 包含藉由快速熱氮化而提供該  $\text{GeO}_x\text{N}_y$  層(7)的步驟 b1)。

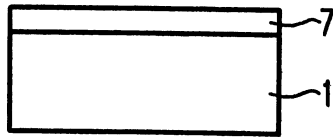
第 1a 圖



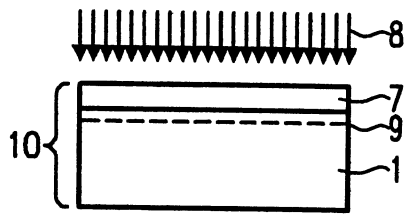
第 1b 圖



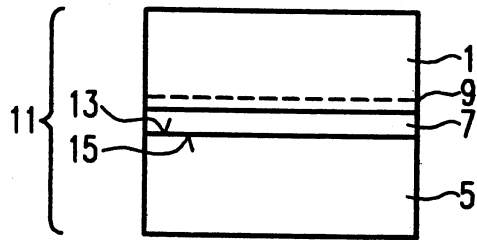
第 1c 圖



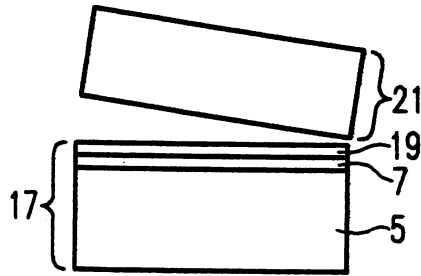
第 1d 圖



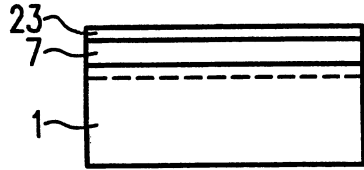
第 1e 圖



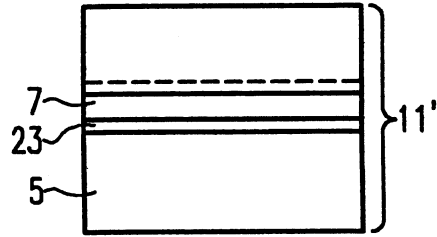
第 1f 圖



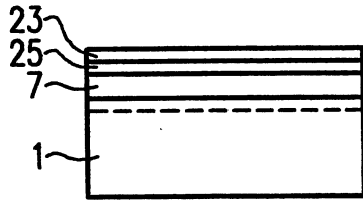
第 2a 圖



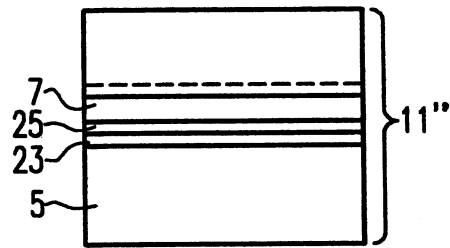
第 2b 圖



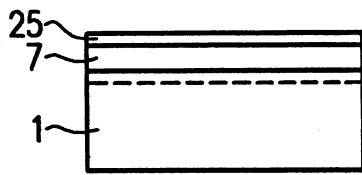
第 2c 圖



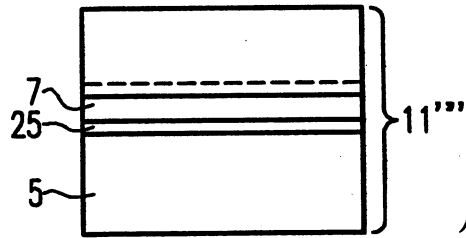
第 2d 圖



第 2e 圖



第 2f 圖



**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：

- 1..鍺基材；3..來源基材的表面；5..處理基材；7..氧氮化鍺層；
- 8..原子物種；9..預定分裂區；10..原始來源基材；
- 11..來源-處理-複合物；13..處理基材的主要表面；
- 15..氧氮化鍺層的表面；17..鍺於絕緣體上型晶圓；19..鍺層；
- 21..來源基材的其餘部分

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中步驟 b) 包含植入 N 或  $N_2$  離子的步驟。
7. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該方法復於步驟 b1) 之前包含清潔該主要表面(3)的步驟，特別是藉著使用環狀氟酸(CHF)。
8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在步驟 c) 之前厚度約 0 埃至 20 埃之氮化鍺( $GeO_xN_y$ )層(7)的表面層(15)係藉由電漿活化作用而活化。
9. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該處理基材(5)的材料為鍺(Ge)、矽(Si)、熱生長的二氧化矽於矽(Si)上、碳化矽(SiC)、砷化鎵(GaAs)或石英其中的一種。
10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該方法可復包含在形成該來源-處理-複合物(11)之前先在該  $GeO_xN_y$  層(7)上提供額外層(23)，特別是經沈積的二氧化矽( $SiO_2$ )層。
11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該方法復包含在提供該額外層(23)之前先在該  $GeO_xN_y$  層(7)上提供第二種額外層(25)，特別是  $HfO_2$  或  $Si_3N_4$  層。
12. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中在製備該預定分裂區(9)之前先提供該額外層(23)。
13. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中在製備該預定分裂區(9)之前先提供該額外層(23)。
14. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中在形成該來源-處理-複合物(11)之前先移除該額外層(23)。

99年1月18日修(×)正若換頁

(2008年1月修正)

15.如申請專利範圍第13項之方法，其中在形成該來源-處理-複合物(11)之前先移除該額外層(23)。