

# 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：96136982

※ 申請日期：2007 年 10 月 2 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H<sub>01L</sub>33/00

能快速改變溫度之基板支撐構造

[2006.01]

SUBSTRATE SUPPORT STRUCTURE WITH RAPID TEMPERATURE  
CHANGE

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 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 布爾大衛/BOUR, DAVID

2. 華盛頓路易 D/WASHINGTON LORI D.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國/USA

2.美國/USA

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；2006 年 10 月 24 日；11/552,474

☐ 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。

2. 美國/USA

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；2006 年 10 月 24 日；11/552,474

☐ 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】

本發明涉及基板處理設備領域。更具體地，本發明涉及與半導體基板處理設備一起使用的基板支撐結構。

### 【先前技術】

III-V 族半導體正越來越多地應用在光發射二極體 (LEDs) 和雷射二極體 (LDs) 中。特定的 III-V 半導體，諸如氮化鎵 (GaN)，係成為用於生產包括藍光和紫外發射光器件和光電器件的較短波長 LED 和 LD 的重要材料。因此，對於發展製造低成本、高品質 III-V 半導體膜的製程之興趣係大幅增加。

金屬-有機化學氣相沉積 (MOCVD) 可用於形成 III-V 氮化物膜。MOCVD 使用適當揮發性的 III 族金屬-有機前驅物，諸如三甲基鎵 (TMGa) 或三甲基鋁 (TMAI)，以將 III 族金屬傳送至基板，而在該基板上，III 族金屬與氮前驅物 (例如；銨) 反應而形成 III-V 氮化物膜。兩種或多種不同 III 族金屬有機的前驅物 (例如：Ga、Al、In 等) 可化合以形成 GaN 的合金膜 (例如，AlGaN、InGaN 等)，且摻質 (dopant) 也可更易於與前驅物化合以沉積一原位摻雜 (*in-situ* doped) 的膜層。

III-V 氮化物膜沉積的不同步驟要求根據正在製造的器件的特點而在不同溫度下進行處理步驟。然而，傳統的設計具有缺點，其導致以例如：溫度變化之間的回轉時間、

雜質、介面處的生長終止等方面的限制。

#### 【發明內容】

爲了部分地解決所述缺點，在本發明的第一實施態樣中提供用於在半導體處理單元中使用的具有快速溫度變化能力之基板支撐結構，且此半導體處理單元係用於 III-V 氮化物膜之沉積。

基板支撐結構一般包括一設置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  之快速溫度變化的底座表面。根據特定實施例，底座係設置以允許大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化，或在其他實施例中，設置以允許大於約  $25^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。再者，在特定實施例中，底座由約 1mm 到約 5mm 厚的平臺組成。

在特定的實施態樣中，底座包括加熱器元件以有助於加熱期間之均勻的溫度分佈。

在本發明的另一實施態樣中，係提供用於 III-V 氮化物膜之沉積的半導體處理單元。該半導體處理單元一般包括：室體 (enclosure)；一基板支撐結構，係配置以支撐位於室體內的至少一基板晶圓；至少一加熱器，係配置以在處理期間加熱基板支撐結構和至少一基板晶圓；以及一氣體輸送系統，係配置以在處理期間輸送製程氣體至室體。基板支撐結構包括底座表面，其係配置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

在本發明的再一實施例中，提供包括本發明之半導體處理單元的 LED 群集式工具 (LED cluster tool)，該半導

體處理單元係用於 III-V 氮化物膜之沉積。

在本發明的另一實施例中，提供一種用於在單一半導體處理單元中實施多步驟 III-V 氮化物膜製程的方法，其中至少一製程係在不同於其他製程的溫度下實施。該方法一般包括：提供用於 III-V 氮化物膜沉積的本發明之半導體處理單元；在半導體腔室內的基板支撐結構上定位半導體晶圓；在第一溫度下在室體內實施第一製程；將半導體處理單元的設定溫度修改為第二溫度，並使得基板支撐結構以大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化速率下到達第二溫度；以及在室體內在第二溫度下實施至少第二製程。

在特定的實施態樣中，相較於在製程步驟之間使用小於  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化所沉積的 III-V 氮化物膜，在製程步驟期間使用大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化會導致在生長終止介面具有低薄膜雜質的 III-V 氮化物膜。

本發明的這些和其他實施態樣將在整個本發明的說明書中更詳細描述，並結合下面附圖更具體描述之。

### 【實施方式】

根據本發明，提供涉及基板處理設備領域的技術和其應用方法。更具體地，本發明涉及在基板處理設備中使用的具有快速溫度變化能力的基板支撐結構。僅作為示例，本發明的方法和部件可用於使用變化的溫度之 III-V 氮化物膜的生長中。根據本發明的優點，本發明的基板處理設備和基板支撐結構可在短時間周期內達到溫度，從而使得更快的處理時間。

在本發明的特定實施態樣中，氮化物膜可在藍寶石、SiC 或 Si 基板上藉由例如，MOVPE 或 MOCVD（金屬-有機氣相磊晶或金屬-有機化學氣相沉積）來沉積用於可見 LED、近紫外雷射二極體和高功率電晶體。III-V 氮化物膜的 MOCVD 生長（例如 GaN 系 LED）典型地包含數個溫度變化步驟，例如，當調整非晶系緩衝層和厚結晶 GaN 的生長之間時，以及調整 InGaN 多量子阱作用區（multiple well region）和周圍的材料之間時。反應室內的溫度變化速率一般受到晶圓承載件和底座結構所限制，而此二者係具有大熱容量（thermally massive）。

不意受限於理論，具有快速溫度變化的本發明之基板支撐結構提供較短的沉積進行時間，並且減少的加熱和冷卻次數。增加的效率還可轉變為沉積處理期間略微較慢的氮和烷基的消耗。

另外，由於沉積步驟之間的快速溫度變化可獲得例如藍寶石上 GaN 磊晶膜的結構品質之改善。例如，更少的 GaN 會隨著 n-GaN 沉積的溫度上升而蒸發。另外，在發生溫度變化的介面處的較短生長終止亦可改善材料品質，例如，藉由使得在這些介面處雜質的聚集最小化。另外，溫度變化可以用作為控制膜的特徵之參數。例如，InGaN 量子阱/阻障成分可藉由溫度調整（而不是流動變化），或者非晶態緩衝層到微晶的固相磊晶轉換來控制。

#### 1. 示例性 III-V 氮化物膜結構

一個典型的 III-V 氮化物系膜結構（nitride-based film）在第 1 圖中係繪示為 GaN 系 LED 結構 100。其製造

在藍寶石（0001）基板 104 上。n 型 GaN 層 112 係沉積在形成於基板上的 GaN 緩衝層 108 上。該元件的作用區係包含在多量子阱層 116 中，在附圖中示出包括 InGaN 層。pn 接面由上覆的 p 型 AlGaIn 層 120 形成，其係伴隨有作為接觸層的 p 型 GaN 層 124。

用於所述 LED 的典型製程可以使用在製程室中清洗基板 104 之後接著進行的金屬有機化學氣相沉積製程（“MOCVD”）。MOCVD 沉積製程係藉由將合適的前驅物氣流提供至製程室並且使用熱處理以獲得沉積而完成。例如，GaN 層可使用 Ga 和 N 前驅物來沉積，以及在前驅物中，可以伴隨如  $N_2$ 、 $H_2$  和 / 或  $NH_3$  的流動氣體；InGaIn 層可使用 Ga、N 及 In 前驅物來沉積，以及在前驅物中，可伴隨流動氣體的流動；以及 AlGaIn 層可使用 Ga、N 和 Al 前驅物沉積，且同時可以伴隨流動氣體。在所示的結構 100 中，GaN 緩衝層 108 具有約  $300\text{\AA}$  的厚度，以及可在約  $550^\circ\text{C}$  下沉積。在一實施例中，n 型 GaN 層 112 的接續沉積典型地在較高溫下執行，諸如約  $1050^\circ\text{C}$ 。n 型 GaN 層 112 是較厚的，並且沉積  $4\text{ }\mu\text{m}$  的厚度係需要約 140 分鐘。InGaIn 多量子阱層 116 可具有約  $750\text{ }\text{\AA}$  的厚度，並可在約  $750^\circ\text{C}$  下經過約 40 分鐘來沉積。p 型 AlGaIn 層 120 可具有約  $200\text{\AA}$  的厚度，可在  $950^\circ\text{C}$  下沉積約 5 分鐘。在一實施例中，完成結構的接觸層 124 的厚度可以是約  $0.4\text{ }\mu\text{m}$ ，且可以在約  $1050^\circ\text{C}$  下沉積約 25 分鐘。

## 2. 示例性基板處理系統



第 2 圖是示例性化學氣相沉積（“CVD”）系統的簡化圖，其描述可以實施單獨的沉積步驟之腔室的基本結構。該系統適合於實施熱製程、次大氣壓化學氣相沉積（“SACVD”）製程，以及其他製程，諸如：回流、驅入（drive-in）、清洗、蝕刻、沉積和吸氣（gettering）製程。在一些實施例中，在轉移而傳輸至另一腔室之前，多步驟製程仍可在單獨腔室內實施。系統的主要部件包括：真空腔室 215，其接收來自氣體或氣相輸送系統 220 的製程氣體和其他氣體；真空系統 225；以及控制系統（未示出）。這些和其他部件將在下文更詳細描述之。雖然基於描述的目的，附圖示出僅單個腔室的結構，但可以理解具有相似結構的多個腔室可以作為群集式工具（cluster tool）之一部分，且各個腔室係適於進行部分總製程的不同態樣。然而，應當理解本發明並非限制性的（例如，可以使用非真空腔室），且若需要的話，本發明的基板支撐結構和方法可以在大氣壓力下執行。

CVD 裝置包括室體組件 237，其形成具有氣體反應區 216 的真空腔室 215。氣體分配結構 221 朝向一或多個基板 209 分散反應性氣體和其他氣體（諸如清洗氣體），其中基板 209 係藉由基板支撐結構 208（通常係為底座）而固定在適當位置。氣體分配結構 221 和基板 209 之間是氣體反應區 216。加熱器 226 可以在不同的位置之間可控地移動，以適應不同的沉積製程、蝕刻或清洗製程。中央板（未示出）包括用於提供關於基板位置的資訊之感測器。

可使用不同結構的加熱器 226。例如，本發明的部分

實施例係有利地使用緊鄰且設置在基板支撐結構 208 的相對側之一對板，以針對一或多個基板 209 的相對側提供獨立的熱源。僅作為示例，在特定的實施例中，該板可包括藍寶石或 SiC。在另一實施例中，加熱器 226 包括包含在陶瓷中的電阻加熱元件（未示出）。陶瓷保護加熱元件而使其隔離可能的腐蝕性腔室環境，並且允許加熱器達到高達約  $1200^{\circ}\text{C}$  的溫度。在示例性之實施例中，暴露於真空腔室 215 的加熱器 226 之所有表面係由陶瓷材料形成，諸如鋁氧化物（ $\text{Al}_2\text{O}_3$  或氧化鋁）或鋁氮化物。在其他實施例中，較佳係選擇使用輻射燈加熱器（未示出），其放置在不同位置以快速加熱基板支撐結構。所述燈加熱器設置能夠達到大於  $1200^{\circ}\text{C}$  的溫度，而此係有益於特定的具體應用。可選地，可使用裸金屬燈絲加熱元件來加熱基板，而其係由諸如鎢、鎳、鉍、鈦或其合金的耐火金屬構成。

在本發明的特定實施態樣中，一或多個加熱器 226 可選擇性地併入基板支撐結構 208 中，從而部分地促使本發明的快速溫度變化。可選地，室體組件 237 中的一或多個加熱器 226 的配置和/或定位可部分地促使本發明的快速溫度變化。

反應性氣體和載氣係通過供應管路而自氣體或氣相輸送系統 220 提供至氣體分配結構 221。在一些實施例中，供應管路可在氣體輸送至氣體分配結構之前，將氣體輸送至氣體混合箱以混合氣體。在其他實施例中，供應管路可獨立地輸送氣體至氣體分配結構（諸如在以下描述的噴氣頭結構）。氣體或氣相輸送系統 220 包括多種來源和合適的

供應管路，以將各個來源之所選量輸送至腔室 215，如由本領域技術人員可理解的。一般地，用於每個來源的供應管路包括：關閉閥，其可用於自動地或手動地關閉朝向其相聯管路的氣體流動；以及質量流量控制器，或可測量通過供應管路的氣體或流體的流動之其他類型控制器。取決於此系統所執行的製程，部分來源可以實際為液體或固體源而不是氣體源。當使用液體來源時，氣體輸送系統包括液體注入系統或其他合適的構件（例如，起泡器）以蒸發液體。來自液體的蒸氣隨後通常與載氣混合，如本領域技術人員所理解者。在沉積處理期間，提供給氣體分配結構 221 的氣體係朝向基板表面排氣（如箭頭 223 所示），其中氣體可以以層流流動而在基板表面上徑向均勻地分佈。

清洗氣體可以從氣體分配結構 221 和 / 或從進氣口或管（未示出）而通過室體組件 237 的底壁輸送至真空腔室 215。從腔室 215 底部導入的清洗氣體係由進氣口經過加熱器 226 而向上流動，並流向環形抽氣通道 240。包括真空幫浦（未示出）的真空系統 225 係透過排氣管路 260 而排出氣體（如箭頭 224 所示）。廢氣和所夾帶的顆粒從環形抽氣通道 240 經過排氣管路 260 排出的速率可藉由節流閥系統 263 來控制之。

沉積腔室 215 的壁和周圍結構（諸如排氣通道）的溫度，可進一步藉由將熱交換液體循環通過室壁中的通道（未示出）而控制之。熱交換液體可根據所需的效果而加熱或冷卻腔室壁。例如，加熱用液體（hot liquid）有助於在熱沉積製程期間維持均勻的熱梯度，且冷卻用液體（cool

liquid) 可用於在其他製程期間從系統去除熱量，或限制腔室壁上的沉積產物之形成。氣體分配歧管 221 亦具有熱交換通道（未示出）。典型的熱交換流體為：水系乙二醇混合物、油系熱傳流體或相似流體。所述之加熱係指藉由“熱交換器”所進行之加熱，其有益地減少或消除不期望的反應物產物之冷凝，並促進製程氣體和其他污染物的揮發性產物之消除，若該些揮發性產物凝結在冷卻真空通道的壁上且在沒有氣體流動的過程期間返回至製程室則可能會污染製程。

系統控制器控制沉積系統的工作和操作參數。系統控制器可包括電腦處理器和耦合至處理器的電腦可讀記憶體。處理器執行系統控制軟體，諸如存儲在記憶體中的電腦程式。處理器根據系統控制軟體（程式）來操作，該軟體包括：用以指示時間、氣體混合物、腔室壓力、腔室溫度、微波功率層級、基座位置和特定製程的其他參數之電腦指令。經過控制線路實現這些和其他參數的控制，且該些控制線路將系統控制器與加熱器、節流閥和與氣體輸送系統 220 關聯的不同閥和質量流量控制器通訊連接。

群集式工具的物理結構係概要繪示於第 3 圖中。在該示圖中，群集式工具 300 包括三個製程室 304 和兩個附加的工作臺 308，以及機械手臂 312，其係適於在製程室 304 和工作臺 308 之間傳送基板。該結構使得在限定的周圍環境中（包括真空條件下）、存在所選的氣體中、在限定的溫度條件下等進行傳送操作。在特定的實施例中，傳輸室可設置有光學進出口，其中係透過視窗 310 實現所述傳送。

各種光學元件可以包括在傳輸室內或外部以視需要而導引光線。

### 3. 具有快速溫度變化的基板支撐結構

現回到根據本發明特定實施態樣的特定的反應腔室和室體，第 2 圖描述了可用於例如 III-V 氮化物膜（如 GaN 系 LED）的 MOCVD 沉積之示例性半導體室體的前透視圖。然而，室體和相關的部件不限於所述 MOCVD 處理。在一實施例中，真空腔室 215 一般包括基板支撐結構 208（諸如底座），以及加熱器 226。同樣的，本發明不限於真空腔室，其亦可包括任意適合的半導體反應腔室或室體。在使用中，基板支撐結構 208 係配置以支撐一或多個基板晶圓 209，以及表現出快速的溫度變化以允許沉積和處理的進行。在特定的實施例中，基板支撐結構 208 可包括底座，該底座構造係配置以支撐一或多個基板晶圓，諸如藍寶石晶圓，以及可包括配置以維持所述晶圓的一或多個支撐凹口。如由熟悉本技術之人員所理解，加熱器 226 可包括可控加熱器元件（未示出）以可控地加熱基板支撐結構 208 和基板晶圓 209 至預期設定溫度。在特定的實施例中，基板支撐結構 208（例如，底座）可結合加熱器元件（未示出）。在特定的實施例中，加熱器元件可用於促進加熱期間溫度的均勻性。任意適合的加熱器元件可結合至基板支撐結構中，例如，電子加熱器元件可結合至底座的材料中，以及可以可控且單獨地加熱底座或者結合其他位於反應器腔室室體中所設置的加熱器 226 來加熱之。

本發明的基板支撐結構 208 通常可由鎳-鐵合金、石英、矽、碳化矽或碳複合物等低熱質式材料 (thermal mass material) 形成。舉例來說，在特定的實施例中，基板支撐結構 208 可以是約 1-5mm 厚，例如，約 2-4mm、約 3-5mm、約 3mm 厚等，並表現出熱質量，從而獲得對於基板支撐結構之實質均勻的溫度加熱，例如大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $25^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  等。可以獲得同樣的冷卻速率 (例如，大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $25^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  等)。這種更快地改變溫度的能力在處理期間需要改變半導體反應腔室的溫度之情形下是非常重要的優點。

根據本發明的特定實施例，基板支撐結構由具有低熱質量的材料形成，從而允許快速的溫度變化 (例如，大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $25^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  等)。在特定的實施例中，熱質量可以是使得具有例如 30-50kW 功率的 MOCVD 反應器加熱器可利用大於例如： $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  等的速率來加熱質量，同時允許同樣的冷卻速率。如本文使用的，熱質量是單位質量升高一克氏溫度 (Kelvin) 所需的熱能量之測量。如本文所述，在特定的實施例中，反應器內一或多個加熱器可以是輻射燈加熱器，且基板支撐結構可以配置為僅藉由所述輻射燈加熱器或結合額外的加熱器源而以所期望的快速溫度變化下進行加熱。

參照第 4 圖，本發明的其他實施例係涉及用於在本文所述的單一半導體反應腔室中實施多個製程 (例如，III-V

氮化物膜沉積或其他相關製程)的方法 400，其中至少之一製程在不同於其他製程的溫度下執行。所述方法一般包括：在半導體反應腔室內定位至少第一半導體晶圓，而使其位於本發明的基板支撐結構上以進行第一製程(步驟 402)；以及在反應腔室中於第一溫度下進行第一製程(步驟 404)。在第一製程之後，將該製程的溫度設定值修改為第二溫度 406。反應腔室、晶圓及/或基板支撐結構(取決於監控的值，如熟悉本領域的技術人員所認定者)隨後允許在根據本發明之溫度變化速率(例如大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 、大於約  $25^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 等)下達到其溫度設定值(步驟 408)。一旦基板支撐結構達到溫度設定值，則在第二溫度下執行第二製程(步驟 410)。

額外的製程步驟可選擇性地執行，例如：在改變設定值之前的第一溫度、在第二溫度、在第三溫度、第四溫度下等。另外，視需要而在不同的步驟下處理多個基板晶圓。例如，在溫度設定值變化之間，可以改變基板晶圓。

### 實施例

提供以下實施例以說明結合本發明所描述的一般面板和系統如何可用於快速溫度平衡。然而，本發明並不限於所述的實施例。

第 5 圖中係示出對比的多個階段之沉積，其中實線說明具有多個處理步驟的代表性快速溫度變化沉積製程，同時虛線表示傳統的溫度變化(例如，小於約  $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ )。如圖所示，根據本發明的快速溫度變化可導致較短的處理時

間。另外，部分由於較短的過渡周期，可以使得較少的 GaN 從  $\alpha$ -GaN 成核層蒸發。

惟本發明雖以較佳實施例說明如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技術人員，在不脫離本發明的精神和範圍內所作的更動與潤飾，仍應屬本發明的技術範疇。

當提供一數值範圍時，除非上下文明確表示，否則，應當理解該範圍的上限和下限之間的各個中間值（到下限單位的十分之一）同樣具體地公開。所陳述的任意值，或在所陳述的範圍之中間值，以及在所陳述的值中之陳述的或是中間值之間的每個較小範圍亦包含在內。這些較小範圍的上限和下限可獨立地包含在或排除在該範圍中，以及在上限和下限任一，兩者都不或兩者都包含在較小範圍中的情形下每個範圍也包含在本發明內，係屬於該規定範圍中任意特定地排除在外的界限。所陳述的範圍包括限值的其中之一或兩個限值，也包括除所述包含的限值之任一或兩者外的範圍。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖，提供 GaN 系 LED 的示意圖；

第 2 圖，繪示可以用於實施本發明的特定實施例之示例性 CVD 裝置的簡化表示圖；

第 3 圖，提供在本發明的實施例中使用的多腔室群集式工具之示意圖；

第 4 圖，繪示根據本發明的實施例而在單一腔室中實施多



步驟 MOCVD 製程的示例性方法之流程圖；

第 5 圖是比較根據本發明的實施例之快速溫度變化與傳統的溫度變化之對比圖。

【主要元件符號說明】

|     |               |                     |              |
|-----|---------------|---------------------|--------------|
| 100 | (LED)結構       | 104                 | 基板           |
| 108 | 緩衝層           | 112                 | n 型 GaN 層    |
| 116 | 多量子阱層         | 120                 | p 型 AlGaIn 層 |
| 124 | p 型 GaN 層/接觸層 | 208                 | 基板支撐結構       |
| 209 | 基板/晶圓         | 215                 | 腔室           |
| 216 | 氣體反應區         | 220                 | 氣相輸送系統       |
| 221 | 氣體分配結構        | 223,224             | 箭頭           |
| 225 | 真空系統          | 226                 | 加熱器          |
| 237 | 室體組件          | 240                 | 抽氣通道         |
| 260 | 排氣管路          | 263                 | 節流閥系統        |
| 300 | 群集式工具         | 304                 | 製程室          |
| 308 | 工作臺           | 312                 | 機械手臂         |
| 400 | 方法            | 402,404,406,408,410 | 步驟           |

## 五、中文發明摘要：

本發明涉及包括具有快速溫度變化能力的基板支撐結構之半導體反應腔室。本發明的方法和部件可用於使用變化溫度的基板沉積和相關製程。根據本發明的優點，本發明的反應腔室和基板支撐結構可在短時間內改變溫度，從而允許較快的處理時間。基板支撐結構一般包括由設置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化之材料所形成的底座表面。

## 六、英文發明摘要：

The present invention relates to semiconductor reaction chambers including a substrate support structure with rapid temperature change capabilities. The methods and components of the present invention may be used substrate deposition and related processes where varied temperatures are used. In accordance with the advantages of the present invention, the reaction chambers and substrate support structures of the invention can change temperature within a short duration of time, thereby allowing quicker processing times. The substrate support structures generally include a susceptor surface formed from a material having configured so as to allow for rapid temperature change of greater than about  $10^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ .

## 十、申請專利範圍：

1. 一種用於一半導體處理單元中而具有快速溫度變化能力的基板支撐表面，該半導體處理單元係用於 III-V 氮化物膜的沉積，該基板支撐表面包括：

一底座表面，其係經設置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之基板支撐表面，其中該底座係經設置以允許大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之基板支撐表面，其中該底座係經設置以允許大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之基板支撐表面，其中該底座係由約 1mm 到約 5mm 厚的平臺組成。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之基板支撐表面，其中該底座包括複數個加熱器元件，以有助於加熱期間之均勻的溫度分佈。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之基板支撐表面，其中該基板支撐表面包括鎳-鐵合金、石英、矽、碳化矽或碳複合物。

7. 一種用於 III-V 氮化物膜沉積的半導體處理單元，該半導體處理單元包括：

一室體 (enclosure)；

一基板支撐結構，係配置以支撐位於該室體內的至少一基板晶圓；

至少一加熱器，係配置以在處理期間加熱該基板支撐結構以及該至少一基板晶圓；以及

一氣體輸送系統，係配置以在處理期間輸送製程氣體至該室體；

其中該基板支撐結構包括一底座表面，該底座表面係設置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之半導體處理單元，其中該底座係設置以允許大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之半導體處理單元，其中該底座係設置以允許大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之半導體處理單元，其中該基板支撐結構包括鎳-鐵合金、石英、矽、碳化矽或碳複合物。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之半導體處理單元，其中該

至少一加熱器係為一幅射燈加熱器。

12.如申請專利範圍第7項所述之半導體處理單元，其中該底座係由約1mm到約5mm厚的平臺組成。

13.如申請專利範圍第7項所述之半導體處理單元，其中該底座包括複數個加熱器元件，以有助於加熱期間之均勻的溫度分佈。

14.一種LED群集式工具(LED cluster tool)，該群集式工具係包括用於沉積III-V氮化物膜的一半導體處理單元，該半導體處理單元包括：

- 一室體；

- 一基板支撐結構，係配置以支撐位於該室體內的至少一基板晶圓；

- 至少一加熱器，係配置以在處理期間加熱該基板支撐結構以及該至少一基板晶圓；以及

- 一氣體輸送系統，係配置以在處理期間輸送製程氣體至該室體；

其中該基板支撐結構包括一底座表面，該底座表面係設置以允許大於約10°C/秒的快速溫度變化。

15.如申請專利範圍第14項所述之LED群集式工具，其中

該底座係設置以允許大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

16. 如申請專利範圍第 14 項所述之 LED 群集式工具，其中該底座係設置以允許大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

17. 如申請專利範圍第 14 項所述之 LED 群集式工具，其中該基板支撐結構包括鎳-鐵合金、石英、矽、碳化矽或碳複合物。

18. 如申請專利範圍第 14 項所述之 LED 群集式工具，其中該至少一加熱器係為輻射燈加熱器。

19. 如申請專利範圍第 14 項所述之 LED 群集式工具，其中該底座係由約 1mm 到約 5mm 厚的平臺組成。

20. 如申請專利範圍第 14 項所述之 LED 群集式工具，其中該底座包括複數個加熱器元件，以有助於加熱期間之均勻的溫度分佈。

21. 一種用於在一單一半導體處理單元中執行多個半導體 III-V 氮化物膜製程的方法，其中該些製程之至少其中之一者係在不同於其他製程之一溫度下執行，該方法包括：

提供一用於沉積 III-V 氮化物膜的半導體處理單元，

該半導體處理單元包括：

一室體；

一基板支撐結構，係配置以支撐位於該室體內的至少一基板晶圓；

至少一加熱器，係配置以在處理期間加熱該基板支撐結構以及該至少一基板晶圓；以及

一氣體輸送系統，係配置以在處理期間輸送製程氣體至該室體；

其中該基板支撐結構包括一底座表面，該底座表面係設置以允許大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化；

在一半導體反應腔室內的一基板支撐結構上放置一第一半導體晶圓；

在一第一溫度下在該反應腔室內執行一第一製程；

將該半導體處理單元的溫度設定值修改至一第二溫度，並使得該基板支撐結構以大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化速率到達該第二溫度；以及

在該第二溫度下在該反應腔室內執行至少一第二製程。

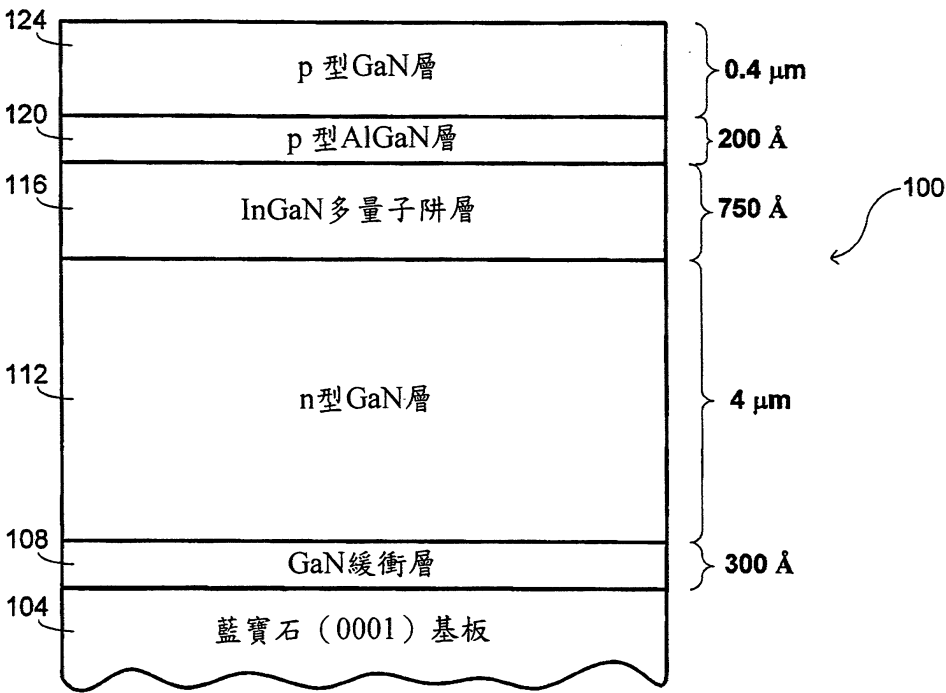
22. 如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該底座係設置以允許大於約  $15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

23. 如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該底座係設

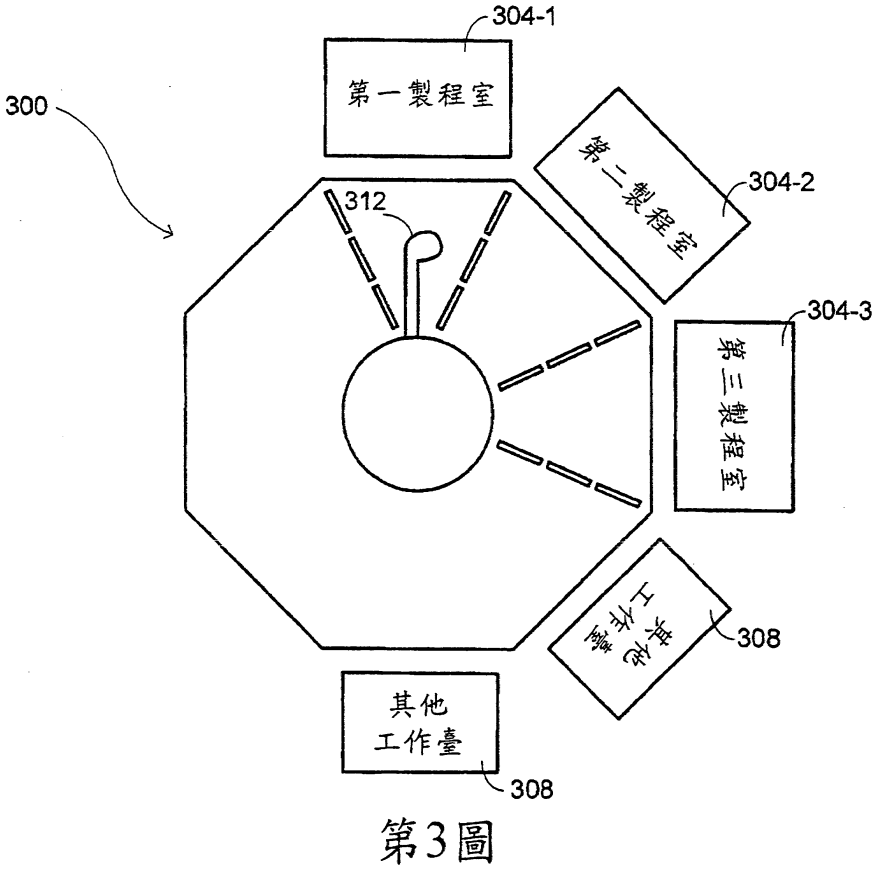
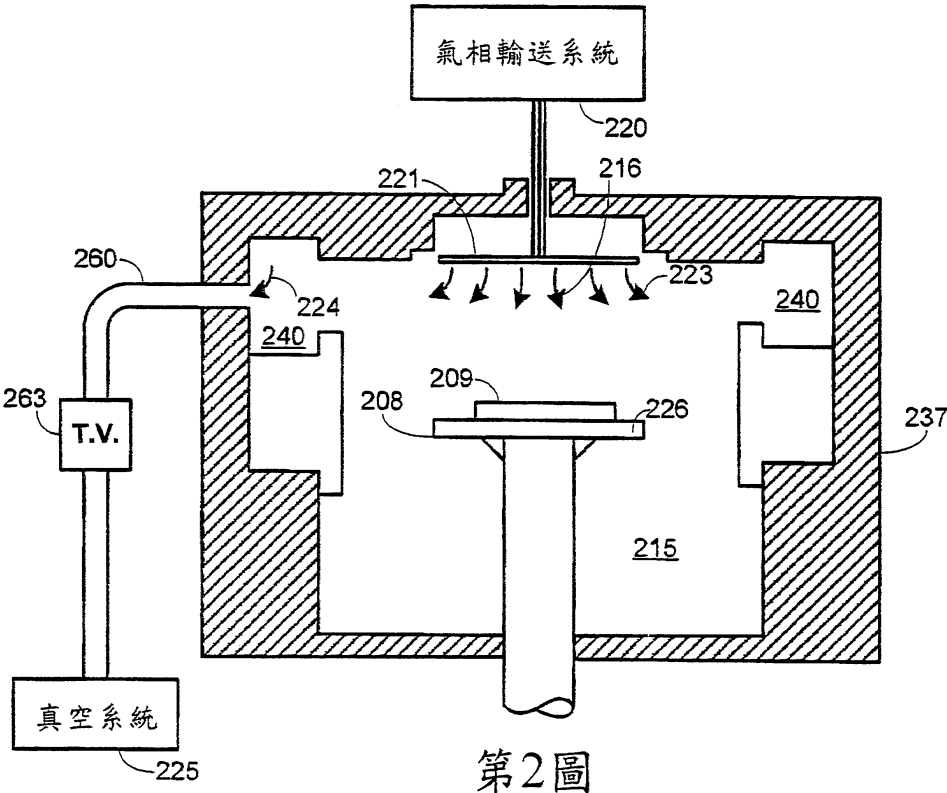
置以允許大於約  $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的快速溫度變化。

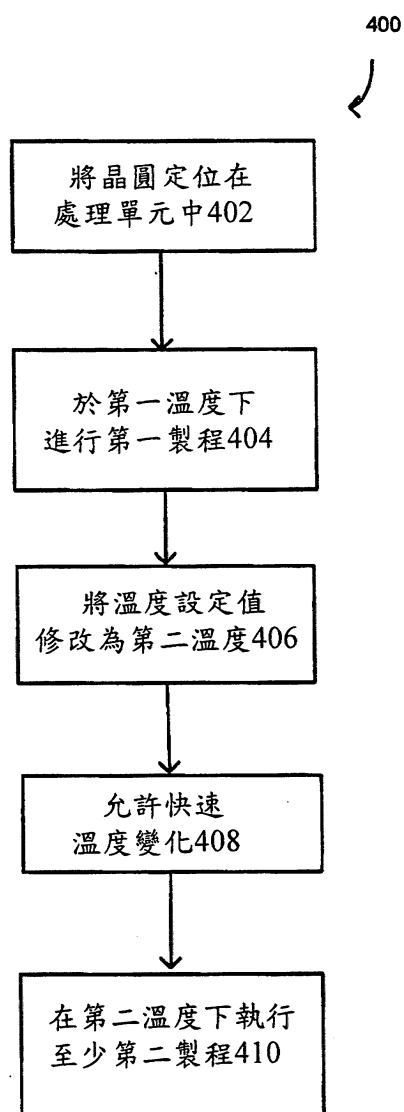
24. 如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中相較於在製程步驟之間使用小於  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化所沉積的 III-V 氮化物膜，在製程步驟之間以大於約  $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  的溫度變化會造成在生長終止介面處具有較低薄膜雜質的 III-V 氮化物膜。



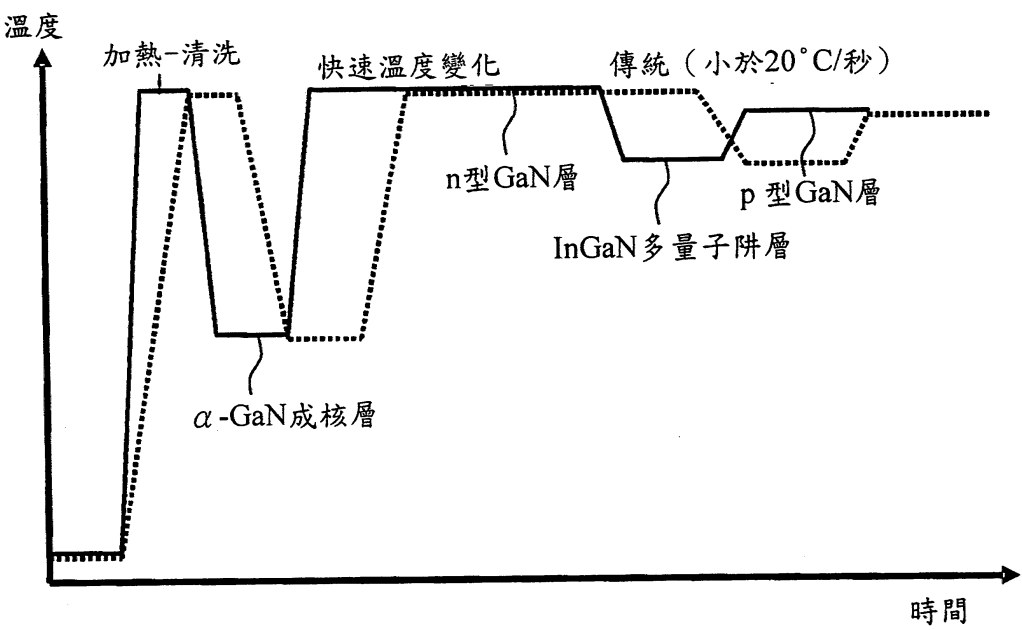


第1圖





第4圖



第5圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(5)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

無

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