



(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 I614895 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 11 日

(21) 申請案號：104108156

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 13 日

(51) Int. Cl. : H01L29/778 (2006.01)

H01L29/423 (2006.01)

(30) 優先權：2014/04/09 日本

2014-080323

(71) 申請人：三墾電氣股份有限公司 (日本) SANKEN ELECTRIC CO., LTD. (JP)

日本

信越半導體股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：佐藤憲 SATO, KEN (JP)；鹿內洋志 SHIKAUCHI, HIROSHI (JP)；後藤博一 GOTO, HIROKAZU (JP)；篠宮勝 SHINOMIYA, MASARU (JP)；土屋慶太郎 TSUCHIYA, KEITARO (JP)；萩本和德 HAGIMOTO, KAZUNORI (JP)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

(56) 參考文獻：

JP 2007-251144A

JP 2014-42025A

US 2012/0025203A1

審查人員：何立璋

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：10 共 29 頁

(54) 名稱

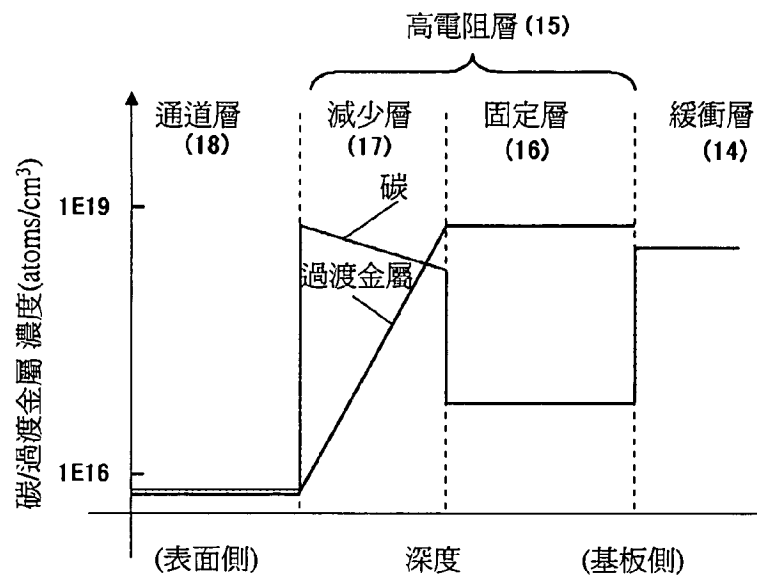
半導體基板及半導體元件

(57) 摘要

本發明是一種半導體基板，其具有：基板；前述基板上的緩衝層；高電阻層，其由前述緩衝層上的氮化物系半導體所構成且包含過渡金屬和碳；及，通道層，其由前述高電阻層上的氮化物系半導體所構成；該半導體基板的特徵在於：前述高電阻層具有減少層，該減少層鄰接於前述通道層，並且前述過渡金屬濃度是自前述緩衝層側朝向前述通道層側減少；並且，碳濃度朝向前述通道層減少的減少率，比前述過渡金屬濃度朝向前述通道層減少的減少率更大。藉此，提供一種半導體基板，其能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面謀求高電阻層的通道層側區域的高電阻化。

指定代表圖：

第1圖



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

半導體基板及半導體元件

【技術領域】

【0001】 本發明有關一種半導體基板及半導體元件，該半導體元件是使用該半導體基板所製作而成。

【先前技術】

【0002】 使用氮化物半導體而成的半導體基板，已被用在以高頻率且高輸出運作的功率元件等。尤其，作為適用於以微波、次毫米波、毫米波等高頻帶進行放大的功率元件，已知有例如高電子遷移率電晶體 (High Electron Mobility Transistor, HEMT) 等。

【0003】 作為使用氮化物半導體而成的半導體基板，已知一種半導體基板，是在 Si(矽)基板上將緩衝層、GaN(氮化鎵)層、由 AlGaN(氮化鋁鎵)所構成的阻障層，依序積層而成。

GaN 層中的下部的層(高電阻層)，藉由提高縱向和橫向的電阻，能夠藉由提升電晶體的關閉特性且抑制縱向漏洩，來達成高耐壓化。因此，將碳摻雜至 GaN 層中，因而在 GaN 晶體中形成較深的位準，來抑制 n 型傳導。

另一方面，若 GaN 層中的上部的層作為通道層來發揮性能，且形成捕捉載子的位準，則可能會由於雜質散射而導致遷移率下降或電流坍塌(輸出電流特性的再現性劣化的現象)，因此需要使碳等的濃度充分下降(參照專利文獻 1~3)。

【0004】 又，在專利文獻 4 已揭示一種藉由添加 Fe(鐵)至 GaN 層中來謀求高電阻化(參照第 6 圖)的技術，亦已揭示一種爲了使 Fe 的能量位準穩定化，進一步添加碳(參照第 7 圖)的技術。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

【0005】

專利文獻 1：日本特許第 5064824 號公報

專利文獻 2：日本特開第 2006-332367 號公報

專利文獻 3：日本特開第 2013-070053 號公報

專利文獻 4：日本特開第 2012-033646 號公報

專利文獻 5：日本特許第 5064824 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

【0006】 然而，如專利文獻 5 所揭示，若添加 Fe 至 GaN 層中，該上層的 GaN 層會以拖尾的方式包含 Fe(意指 Fe 濃度呈現拖尾分佈，且尾部在該上層的 GaN 層中)，因此，爲了使 Fe 的能量位準穩定化，亦需要添加碳至上層的 GaN 層中。

然而，第 6 圖所示的 GaN 層 116 的電子供給層 118 側的區域 119 是作爲通道層來發揮性能，因此以如上所述的方式來添加碳至作爲主動層的 GaN 層中，則是不理想的。

【0007】 於是，亦可考量如第 8 圖所示，在第 2 GaN 層 122 中，在與 Fe 相同時間點，使碳濃度朝向作爲通道層來發揮性能的第 3 GaN 層 124 側逐漸減少，但是此時會有下述問題：第 2 GaN 層 122 的第 3 GaN 層 124 側的區域所含有的 Fe 和碳

並不多，且厚度方向和橫向的電阻下降，因而使該區域不能夠充分發揮作為高電阻層的性能。

【0008】 本發明是有鑑於上述問題點而完成，其目的在於提供一種半導體基板及使用該半導體基板所製作而成的半導體元件，該半導體基板能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面實現更高電阻的高電阻層。

[解決問題的技術手段]

【0009】 為了達成上述目的，本發明提供一種半導體基板，其具有：基板；前述基板上的緩衝層；高電阻層，其由前述緩衝層上的氮化物系半導體所構成，且包含過渡金屬和碳；及，通道層，其由前述高電阻層上的氮化物系半導體所構成；該半導體基板的特徵在於：前述高電阻層具有減少層，該減少層鄰接於前述通道層，並且前述過渡金屬濃度是自前述緩衝層側朝向前述通道層側減少；並且，碳濃度朝向前述通道層減少的減少率，比前述過渡金屬濃度朝向前述通道層減少的減少率更大。

【0010】 如此一來，將減少層設置於高電阻層內，該減少層鄰接於通道層並且其過渡金屬濃度是自緩衝層側朝向通道層側減少，且使碳濃度朝向通道層減少的減少率，比過渡金屬濃度朝向通道層減少的減少率更大，藉此，能夠使至減少層的較靠近通道層側的區域為止的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層內的碳濃度，因此，能夠一面維持高電阻層的通道層側的高電阻，一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度。

【0011】 此時，較佳是：前述通道層的平均碳濃度比前述減少層的平均碳濃度更低。

可藉由此種構成，一面抑制通道層內的電流坍塌發生或載子的遷移率下降，一面謀求高電阻層中的厚度方向的更高的高電阻化。

【0012】 此時，較佳是：至前述緩衝層側的前述減少層的碳濃度減少的一部分為止的碳濃度自前述緩衝層側朝向前述通道層側增加，或為固定值。

可藉由此種構成，利用碳來補償過渡金屬濃度的減少，因此，更確實地抑制由於減少層中的過渡金屬濃度減少所引起的電阻減少。

【0013】 此時，較佳是：前述減少層中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下。

若碳濃度與過渡金屬濃度的合計值在上述範圍內，可適當地維持減少層的高電阻。

【0014】 此時，較佳是：前述減少層的厚度為 500nm 以上且 $3 \mu\text{m}$ 以下，且前述減少層中前述過渡金屬是自 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下的濃度減少至 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下。

若減少層的厚度為 500nm 以上，能夠使過渡金屬濃度減少至足夠低的濃度為止，若減少層的厚度為 $3 \mu\text{m}$ 以下，能夠防止在基板周圍部容易產生龜裂。

又，可適當使用上述濃度梯度，來作為減少層中的過渡

金屬的濃度梯度。

【0015】 此時，較佳是：前述高電阻層進一步具有前述過渡金屬濃度為固定值的層

可藉由此種構成，使高電阻層更厚，因此能夠使縱向(厚度方向)的漏洩電流更小。

【0016】 此時，可將前述過渡金屬設為 Fe。

如此一來，可適當使用 Fe 作為過渡金屬。

【0017】 又，本發明提供一種半導體元件，其特徵在於：是使用上述半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

【0018】 如此一來，若是使用本發明的半導體基板所製作而成的半導體元件，能夠使至減少層的較靠近通道層側的區域為止的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層內的碳濃度，因此，能夠一面維持高電阻層的通道層側的高電阻，一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，且一面抑制通道層內的載子的遷移率下降一面提高縱向的電阻，藉此，可利用抑制電晶體的縱向漏洩來高耐壓化。

[發明的功效]

【0019】 如上所述，根據本發明，能夠使至減少層的較靠近通道層側的區域為止的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層內的碳濃度，因此，能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面謀求高電阻層的通道層側的高電阻化，並且，一面抑制通道層內的載子的遷移率下降，一面提高縱向的電阻，藉此，可利用提升電晶體的關閉特性且抑制縱向漏

洩，來高耐壓化。因此，可藉由本發明的半導體基板，製作高品質的 HEMT 等功率元件。

【圖式簡單說明】

【0020】 第 1 圖是表示半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖，該半導體基板表示本發明的實施形態的一例。

第 2 圖是表示本發明的實施形態的一例的半導體基板的剖面圖。

第 3 圖是表示本發明的實施形態的一例的半導體基板的剖面圖。

第 4 圖是表示實施例和比較例 1 的電流坍塌的 V_{ds} 相依性的圖。

第 5 圖是表示實施例和比較例 2 的縱向漏洩電流與縱向電壓的關係的圖。

第 6 圖是表示在以往的 GaN 層中添加有 Fe 而成的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖。

第 7 圖是表示在以往的 GaN 層中添加有 Fe 和碳而成的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖。

第 8 圖是表示在以往的 GaN 層中添加有 Fe 和碳且使碳濃度具有梯度的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖。

第 9 圖是表示比較例 1 的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖。

第 10 圖是表示比較例 2 的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖。

【實施方式】

【0021】 如前所述，若添加 Fe 至 GaN 層中，該上層的 GaN 層亦會以拖尾的方式包含 Fe，因此，爲了使 Fe 的能量位準穩定化，亦需要添加碳至上層的 GaN 層中，但是第 6 圖所示的 GaN 層 116 的電子供給層 118 側的區域 119 是作爲通道層來發揮性能，因此以如上所述的方式來添加碳至作爲主動層的 GaN 層中，則是不理想的。

於是，亦可考量如第 8 圖所示，在第 2 GaN 層 122 中，在與 Fe 相同時間點，使碳濃度朝向作爲通道層來發揮性能的第 3 GaN 層 124 側逐漸減少，但是此時會有下述問題：第 2 GaN 層 122 的第 3 GaN 層 124 側的區域所含有的 Fe 和碳並不多，且厚度方向和橫向的電阻下降，因而不能夠充分發揮作爲高電阻層的性能。

【0022】 於是，本發明人反覆專心研究一種半導體基板，其能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面實現更高電阻的高電阻層。其結果發現，在高電阻層內設置減少層，該減少層鄰接於通道層，並且其過渡金屬濃度是自緩衝層側朝向通道層側減少，且使碳濃度朝向通道層減少的減少率，比過渡金屬濃度朝向通道層減少的減少率更大，藉此，能夠使至減少層的較靠近通道層側爲止的區域的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層內的碳濃度，因此，能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面實現更高電阻的高電阻層，因而完成本發明。

【0023】 以下，作爲實施態樣的一例，一邊參照圖式一邊詳細地說明本發明，但是本發明並不受限於此例。

【0024】 首先，一邊參照第 1~2 圖一邊說明本發明的一例的半導體基板。

第 1 圖是表示本發明的一例的半導體基板的深度方向的濃度分佈的圖，第 2 圖是本發明的一例的半導體基板的剖面圖。

【0025】 第 2 圖所示的半導體基板 10，具有：基板 12；緩衝層 14，其設置於基板 12 上；高電阻層 15，其是由設置於緩衝層 14 上的氮化物系半導體(例如 GaN)所構成，且包含作為雜質的過渡金屬和碳；及，主動層 22，其設置於高電阻層 15 上。

此處，基板 12，例如是由 Si 或 SiC(碳化矽)所構成的基板。又，緩衝層 14，例如是由積層體所構成而成的層，該積層體是下述各層所重複積層而成：第一層，其由氮化物系半導體所構成；及，第二層，其由與第一層組成不同的氮化物系半導體所構成。

第一層，例如是由 $Al_yGa_{1-y}N$ 所構成；第二層，例如是由 $Al_xGa_{1-x}N(0 \leq x < y \leq 1)$ 所構成。

具體而言，第一層可設為 AlN，第二層可設為 GaN。

【0026】 主動層 22，具有：通道層 18，其由氮化物系半導體所構成；及，阻障層 20，其由設置於通道層 18 上的氮化物系半導體所構成。通道層 18，例如是由 GaN 所構成；阻障層 20，例如是由 AlGaN 所構成。

【0027】 高電阻層 15，包含：固定層 16，其過渡金屬(種類和含量)為固定；及，減少層 17，其鄰接於通道層 18，並且過

渡金屬是自緩衝層 14 側朝向通道層 18 減少。

再者，在第 1~2 圖中，是表示高電阻層 15 包含固定層 16 的情況，但是高電阻層 15 亦可不包含固定層 16。

又，緩衝層 14 可包含 Fe、碳。

【0028】 在高電阻層 15 中，碳濃度減少的部分，比過渡金屬濃度減少的部分，更靠近通道層 18 側，因而碳與過渡金屬的濃度減少的位置，在厚度方向上不同。又，碳濃度朝向通道層 18 減少的減少率，比過渡金屬濃度朝向通道層 18 減少的減少率更大。

【0029】 如上所述，在高電阻層 15 內設置減少層 17，該減少層 17 鄰接於通道層 18，並且其過渡金屬濃度是自緩衝層 14 側朝向通道層 18 側減少，且使碳濃度朝向通道層 18 減少的減少率，比過渡金屬濃度朝向通道層 18 減少的減少率更大，藉此，能夠使至減少層 17 的較靠近通道層 18 側的區域為止的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層 18 內的碳濃度，因此，能夠一面降低通道層 18 內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面謀求高電阻層 15 的通道層 18 側的高電阻化。

【0030】 較佳是：在半導體基板 10 中，通道層 18 的平均碳濃度比減少層 17 的平均碳濃度更低。

可藉由此種構成，一面抑制通道層內的電流坍塌發生或載子的遷移率下降，一面維持減少層的高電阻。

【0031】 較佳是：在半導體基板 10 中，至減少層 17 的前述碳濃度減少的部分為止的碳濃度，是自緩衝層 14 側朝向通道層 18 側增加、或為固定值。

可藉由使碳濃度減少的區域，比過渡金屬濃度減少的區域更靠近通道層側，利用碳來補償過渡金屬濃度的減少，因此，能夠抑制由於減少層中的過渡金屬濃度減少所引起的電阻減少。

【0032】 較佳是：在減少層 17 中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

若碳濃度與過渡金屬濃度的合計值在上述範圍內，能夠適當地維持減少層的高電阻。

【0033】 較佳是：在半導體基板 10 中，減少層 17 的厚度為 500nm 且 $3 \mu\text{m}$ 以下；在減少層 17 中，過渡金屬是自 $1 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 以下的濃度，減少至 $1 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下的濃度。

若減少層的厚度為 500nm 以上，能夠使過渡金屬濃度減少至足夠低的濃度為止，若減少層的厚度為 $3 \mu\text{m}$ 以下，能夠防止基板過厚。

又，可適當使用上述濃度梯度，來作為減少層中的過渡金屬的濃度梯度。

【0034】 可以 Fe 作為過渡金屬，其比碳更容易高電阻化。再者，作為過渡金屬，亦可使用 Sc、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Zn 等。

再者，Fe 濃度的控制，除了表面偏析(surface segregation)等所導致的自摻雜(autodoping)效應以外，還可藉由 Cp_2Fe (雙(環戊二烯)鐵)的流量控制來實行。

因為 Fe 是如上所述藉由偏析等進行自摻雜，所以較難使

Fe 濃度急劇地減少。

【0035】 再者，碳的添加可藉由下述方式進行：在以有機金屬氣相磊晶法(metal organic vapor phase epitaxy, MOVPE)使氮化物系半導體層成長時，將原料氣體(TMG(三甲基鎵)等)所含的碳摻入膜中；亦可藉由丙烷等摻雜氣體來實行。

又，可利用控制氮化物系半導體層的成長溫度、爐內壓力等，來使碳濃度急劇地減少。

因此，相較於 Fe 等過渡金屬的濃度，能夠較容易地使碳濃度急劇地減少。

【0036】 繼而，一邊參照第 3 圖一邊說明本發明的一例的半導體元件。

第 3 圖是本發明的一例的半導體元件的剖面圖。

半導體元件 11 是使用本發明的一例的半導體基板 10 所製作而成，其具有第一電極 26、第二電極 28、控制電極 30，該等電極設置於主動層 22 上。

在半導體元件 11 中，第一電極 26 和第二電極 28 是以下述方式配置：電流可自第一電極 26，經由形成於通道層 18 內的二維電子氣體層 24，而流向第二電極 28。

在第一電極 26 與第二電極 28 之間流動的電流，可藉由被施加在控制電極 30 上的電位來進行控制。

【0037】 半導體元件 11 是使用本發明的一例的半導體基板 10 所製作而成，能夠使至減少層 17 的較靠近通道層 18 側的區域為止的碳濃度變高，另一方面能夠降低通道層 18 內的碳濃度，因此，能夠一面維持高電阻層 15 的通道層側的高電阻，

一面降低通道層 18 內的碳濃度和過渡金屬濃度，且一面抑制通道層 18 內的載子的遷移率下降，一面提高縱向和橫向的電阻，藉此，能夠藉由提升電晶體的關閉特性且抑制縱向漏洩，來達成高耐壓化。

[實施例]

【0038】 以下，表示實施例及比較例來更具體地說明本發明，但是本發明並不受限於這些例子。

【0039】 (實施例)

在第 2 圖的半導體基板 10 中，使用矽基板作為基板 12，且作為緩衝層 14，使用在積層體中添加 Fe 而成者，該積層體是由 AlN 層與 GaN 層重複積層而成，並使用 GaN 層作為高電阻層 15，且在高電阻層 15 中設置有 Fe 濃度減少的減少層 17。

又，在距離半導體基板 10 表面 $1\ \mu\text{m}$ 左右的區域中，使 Fe 濃度減少至 $1 \times 10^{16}\ \text{atoms/cm}^3$ 程度以下。再者，Fe 濃度的控制，除了藉由偏析等所導致的自摻雜效應已以外，還可藉由 Cp_2Fe (雙(環戊二烯)鐵)的流量控制來進行。

進一步，在減少層 17 中，以碳濃度朝向表面增加的方式來添加碳，來補償 Fe 濃度減少。

又，在距離半導體基板 10 表面 $1\ \mu\text{m}$ 左右的區域中，使碳濃度能夠急劇減少至 $1 \times 10^{16}\ \text{atoms/cm}^3$ 程度。

在本實施例中，因為在高電阻層 15 中添加有 Fe，所以能夠有效地高電阻化。

【0040】 以上述方式進行而製作的半導體基板，是藉由二次離子質譜法(secondary ion mass spectroscopy, SIMS)分析來測

定濃度曲線。其結果確認，碳濃度、Fe 濃度具有如第 1 圖所示的濃度分佈。

【0041】 使用上述半導體基板來製作如第 3 圖所示的半導體元件。

對所製作的半導體元件，測定其電流坍塌的 V_{ds} (電極 26 與電極 28 的電位差)相依性、及縱向漏洩電流與縱向電壓的關係。其結果如第 4~5 圖所示。再者，第 4 圖的縱軸是 R_{on} 比，其是以非坍塌狀態(一般狀態)的導通電阻(on-resistance) R_{on} 與坍塌狀態的導通電阻 $R_{on'}$ 的比值 $R_{ON'}/R_{ON}$ 來定義，且以 R_{on} 比來表示由於坍塌而導致導通電阻上升多少程度。

【0042】 (比較例 1)

以與實施例相同方式進行來製作半導體基板。但是不形成減少層，而使該半導體基板成為具有如第 9 圖所示的深度方向的濃度分佈。在比較例 1 的半導體基板中，在通道層 18 中，Fe 呈現拖尾分佈。

使用上述半導體基板來製作如第 3 圖所示的半導體元件(但是未形成減少層 17)。

對所製作的半導體元件，測定其電流坍塌的 V_{ds} (電極 26 與電極 28 的電位差)相依性。其結果如第 4 圖所示。

【0043】 (比較例 2)

以與實施例相同方式進行來製作半導體基板。但是不添加 Fe 至高電阻層 16 中而僅添加碳，使該半導體基板成為具有如第 10 圖所示的深度方向的濃度分佈。

使用上述半導體基板來製作如第 3 圖所示的半導體元件

(但是未形成減少層 17)。

對所製作的半導體元件，測定其縱向漏洩電流與縱向電壓的關係。其結果如第 5 圖所示。

【0044】 由第 4 圖可知，在實施例的半導體元件中，相較於比較例 1 的半導體元件，電流坍塌受到抑制。此被認為是在通道層中 Fe 和碳濃度足夠低的緣故。

又，由第 5 圖可知，在實施例的半導體元件中，相較於比較例 2 的半導體元件，縱向漏洩電流較低。此被認為是藉由以碳來填補減少層中的 Fe 濃度所減少的部分，而在減少層中實現了更高電阻的緣故。

【0045】 再者，本發明並不受限於上述實施形態。上述實施形態為例示，任何具有實質上與本發明的申請專利範圍所述的技術思想相同的構成且發揮相同功效者，皆包含在本發明的技術範圍內。

【符號說明】

10 半導體基板	18 通道層
11 半導體元件	20 阻障層
12 基板	22 主動層
14 緩衝層	24 二維電子氣體層
15 高電阻層	26 第一電極
16 固定層	28 第二電極
17 減少層	30 控制電極

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

發明摘要

※ 申請案號：104108156

※ 申請日：104年03月13日

※IPC 分類：*H01L 29/778* (2006.01)
H01L 29/423 (2006.01)

【發明名稱】

半導體基板及半導體元件

【中文】

本發明是一種半導體基板，其具有：基板；前述基板上的緩衝層；高電阻層，其由前述緩衝層上的氮化物系半導體所構成且包含過渡金屬和碳；及，通道層，其由前述高電阻層上的氮化物系半導體所構成；該半導體基板的特徵在於：前述高電阻層具有減少層，該減少層鄰接於前述通道層，並且前述過渡金屬濃度是自前述緩衝層側朝向前述通道層側減少；並且，碳濃度朝向前述通道層減少的減少率，比前述過渡金屬濃度朝向前述通道層減少的減少率更大。藉此，提供一種半導體基板，其能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面謀求高電阻層的通道層側區域的高電阻化。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第1圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種半導體基板，其具有：基板；前述基板上的緩衝層；高電阻層，其由前述緩衝層上的氮化物系半導體所構成，且包含過渡金屬和碳；及，通道層，其由前述高電阻層上的氮化物系半導體所構成；

該半導體基板的特徵在於：

前述高電阻層具有減少層，該減少層鄰接於前述通道層，並且前述過渡金屬濃度是自前述緩衝層側朝向前述通道層側減少；

並且，碳濃度朝向前述通道層減少的減少率，比前述過渡金屬濃度朝向前述通道層減少的減少率更大。

2. 如請求項 1 所述的半導體基板，其中，前述通道層的平均碳濃度比前述減少層的平均碳濃度更低。

3. 如請求項 1 所述的半導體基板，其中，至前述緩衝層側的前述減少層的碳濃度減少的部分為止的碳濃度，是自前述緩衝層側朝向前述通道層側增加、或為固定值。

4. 如請求項 2 所述的半導體基板，其中，至前述緩衝層側的前述減少層的碳濃度減少的部分為止的碳濃度，是自前述緩衝層側朝向前述通道層側增加、或為固定值。

5. 如請求項 1 所述的半導體基板，其中，在前述減少層中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下。

6. 如請求項 2 所述的半導體基板，其中，在前述減少層中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上且 1

$\times 10^{20}$ atoms/cm³ 以下。

7. 如請求項 3 所述的半導體基板，其中，在前述減少層中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 1×10^{18} atoms/cm³ 以上且 1×10^{20} atoms/cm³ 以下。

8. 如請求項 4 所述的半導體基板，其中，在前述減少層中，碳濃度與過渡金屬濃度的合計值為 1×10^{18} atoms/cm³ 以上且 1×10^{20} atoms/cm³ 以下。

9. 如請求項 1~8 中任一項所述的半導體基板，其中，前述減少層的厚度為 500nm 以上且 3 μ m 以下，且在前述減少層中，前述過渡金屬是自 1×10^{19} atoms/cm³ 以上且 1×10^{20} atoms/cm³ 以下的濃度，減少至 1×10^{16} atoms/cm³ 以下。

10. 如請求項 1~8 中任一項所述的半導體基板，其中，前述高電阻層進一步具有前述過渡金屬濃度為固定值的層。

11. 如請求項 9 所述的半導體基板，其中，前述高電阻層進一步具有前述過渡金屬濃度為固定值的層。

12. 如請求項 1~8 中任一項所述的半導體基板，其中，前述過渡金屬為 Fe。

13. 如請求項 9 所述的半導體基板，其中，前述過渡金屬為 Fe。

14. 如請求項 10 所述的半導體基板，其中，前述過渡金屬為 Fe。

15. 如請求項 11 所述的半導體基板，其中，前述過渡金屬為 Fe。

16. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 1~8 中

任一項所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

17. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 9 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

18. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 10 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

19. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 11 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

20. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 12 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

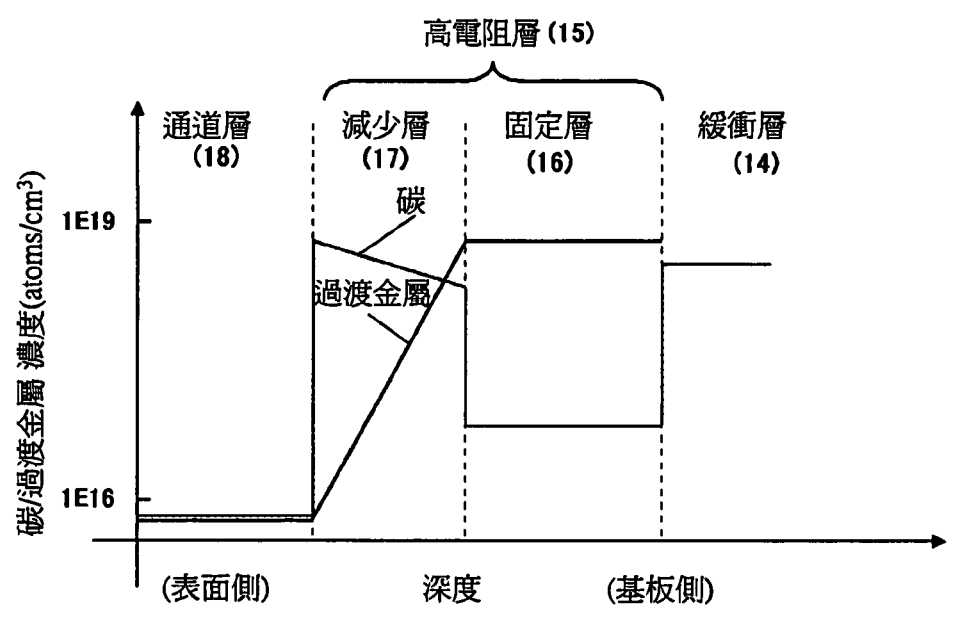
21. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 13 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

22. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 14 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

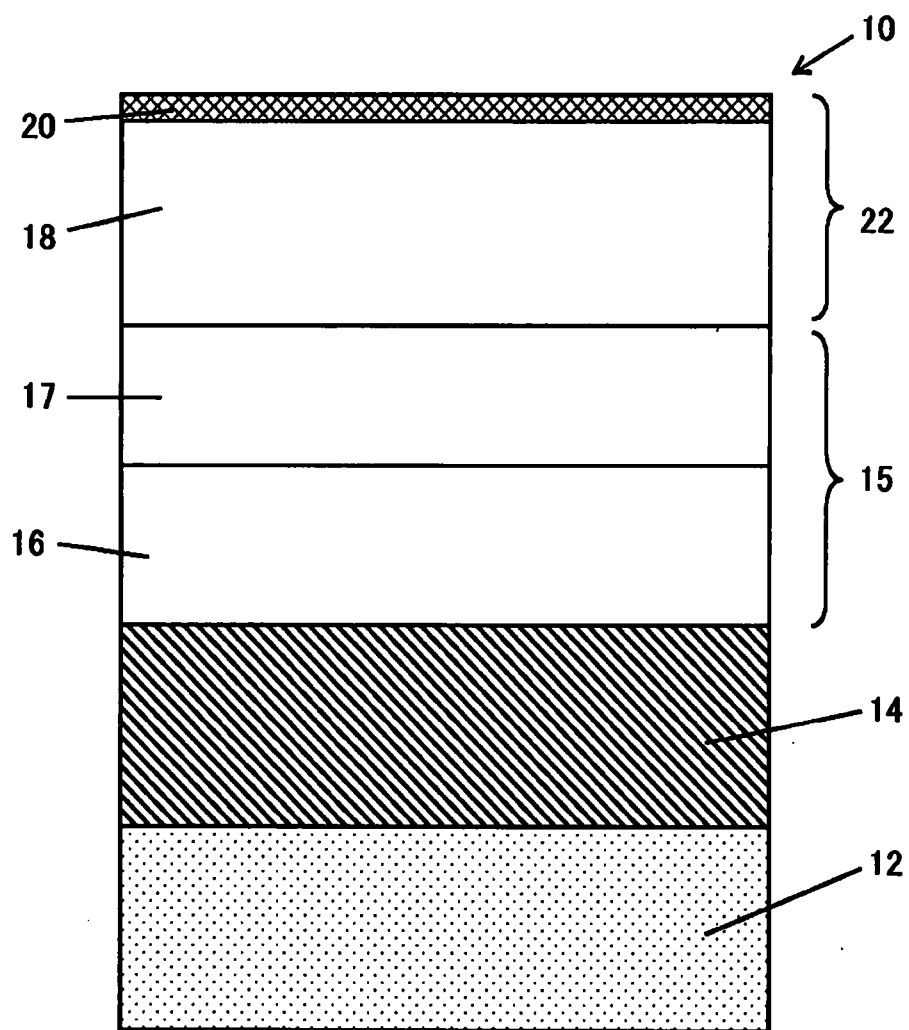
23. 一種半導體元件，其特徵在於：是使用如請求項 15 所述的半導體基板所製作而成，且在前述通道層上設置有電極。

圖式

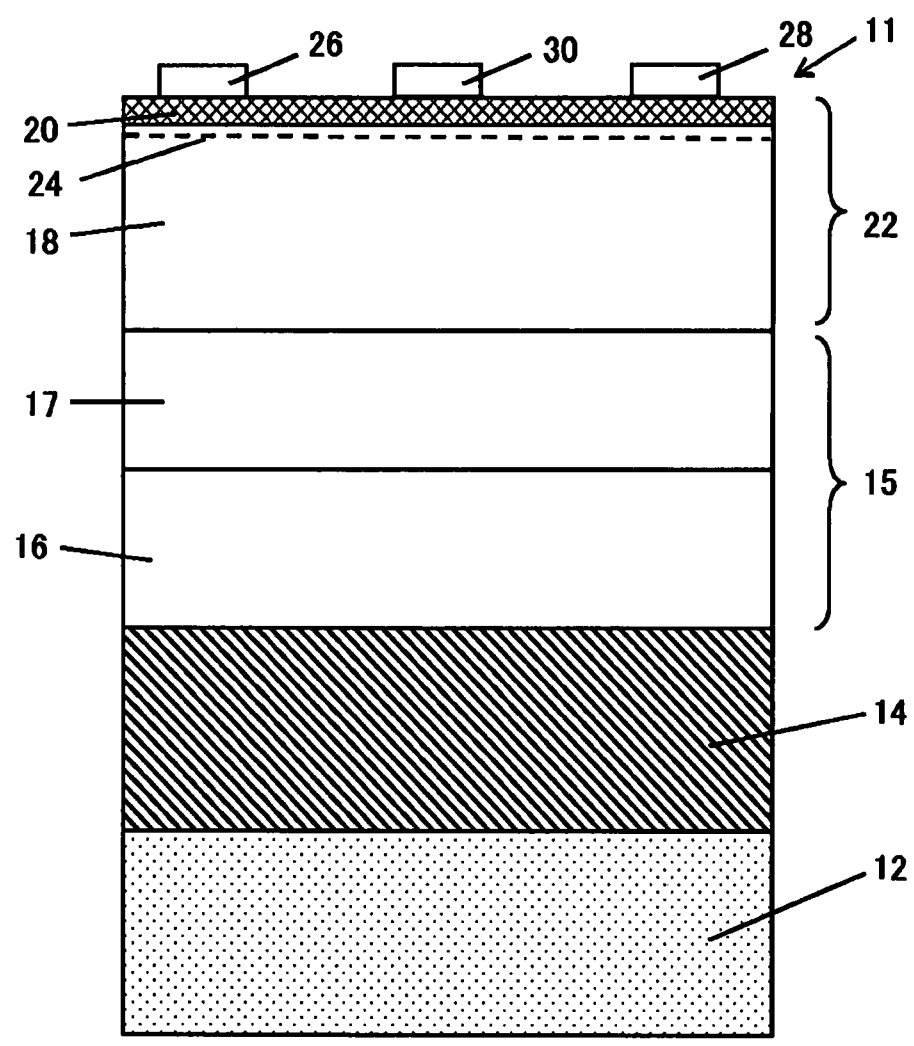
第1圖



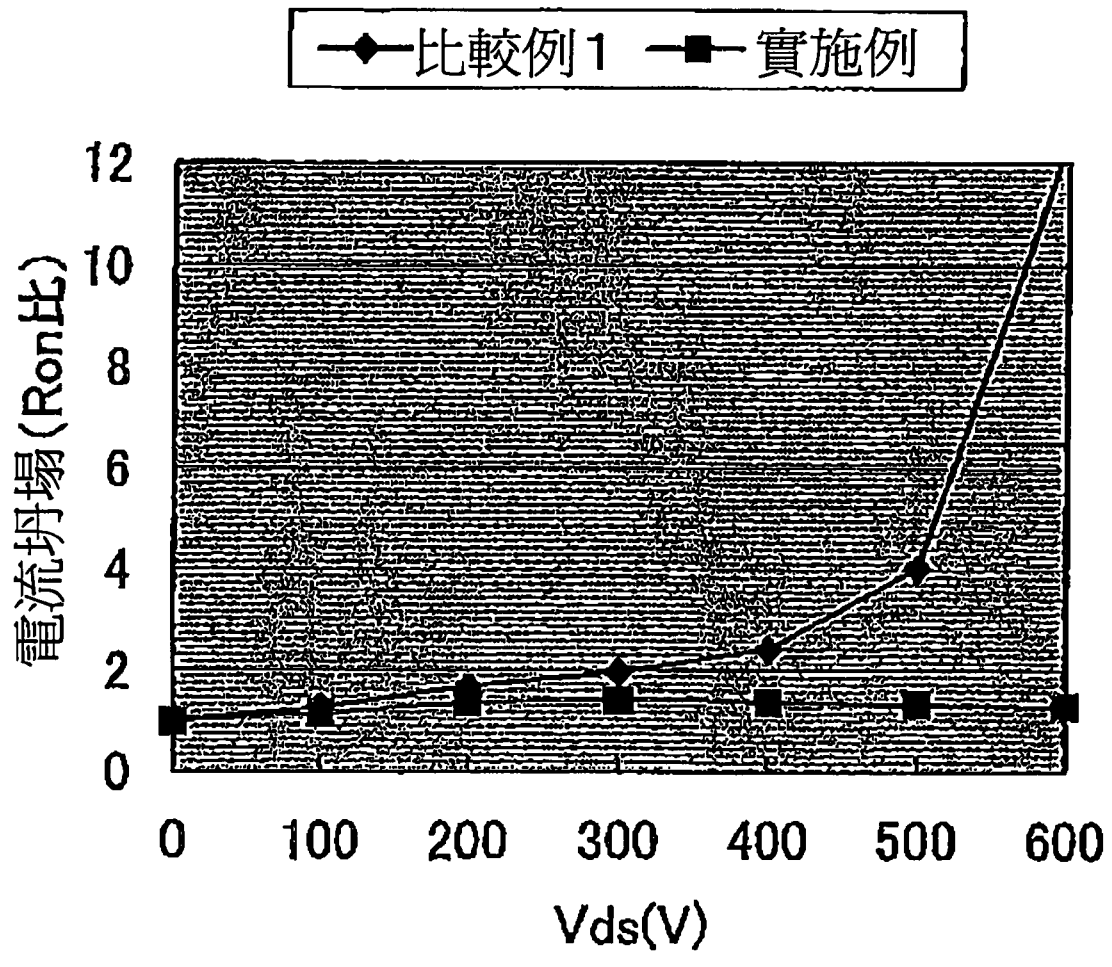
第2圖



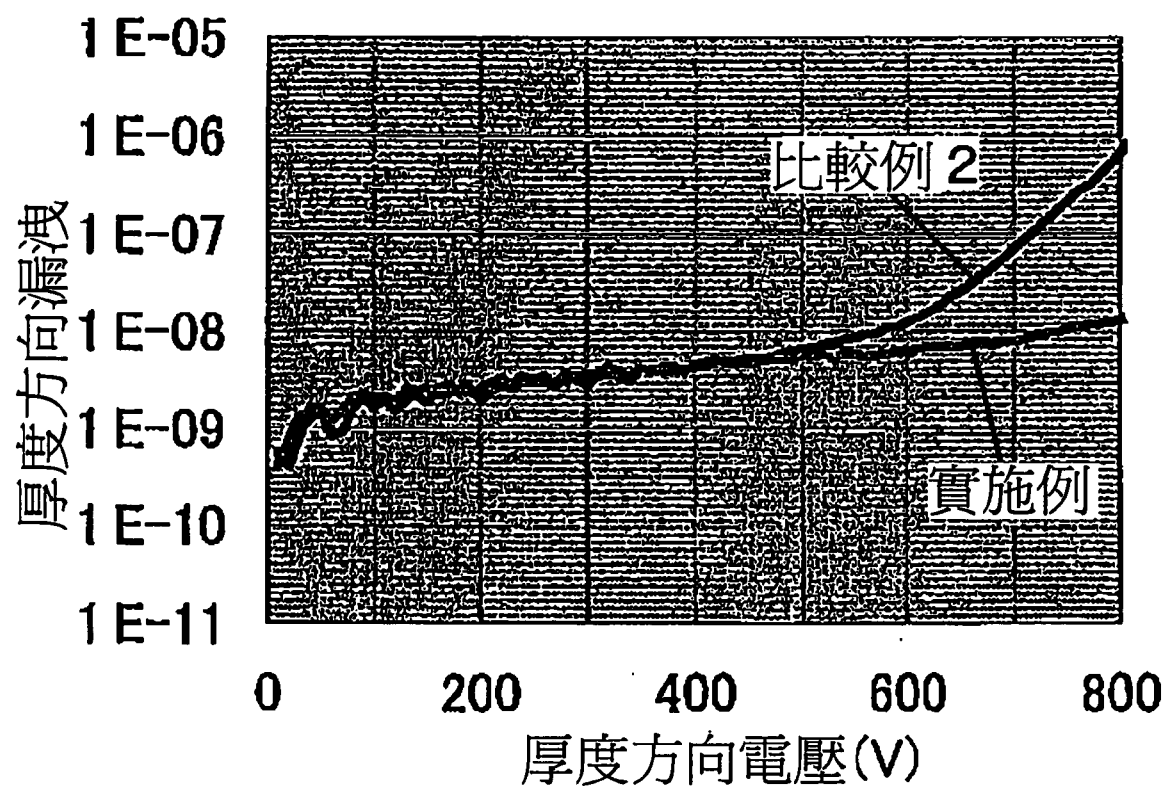
第3圖



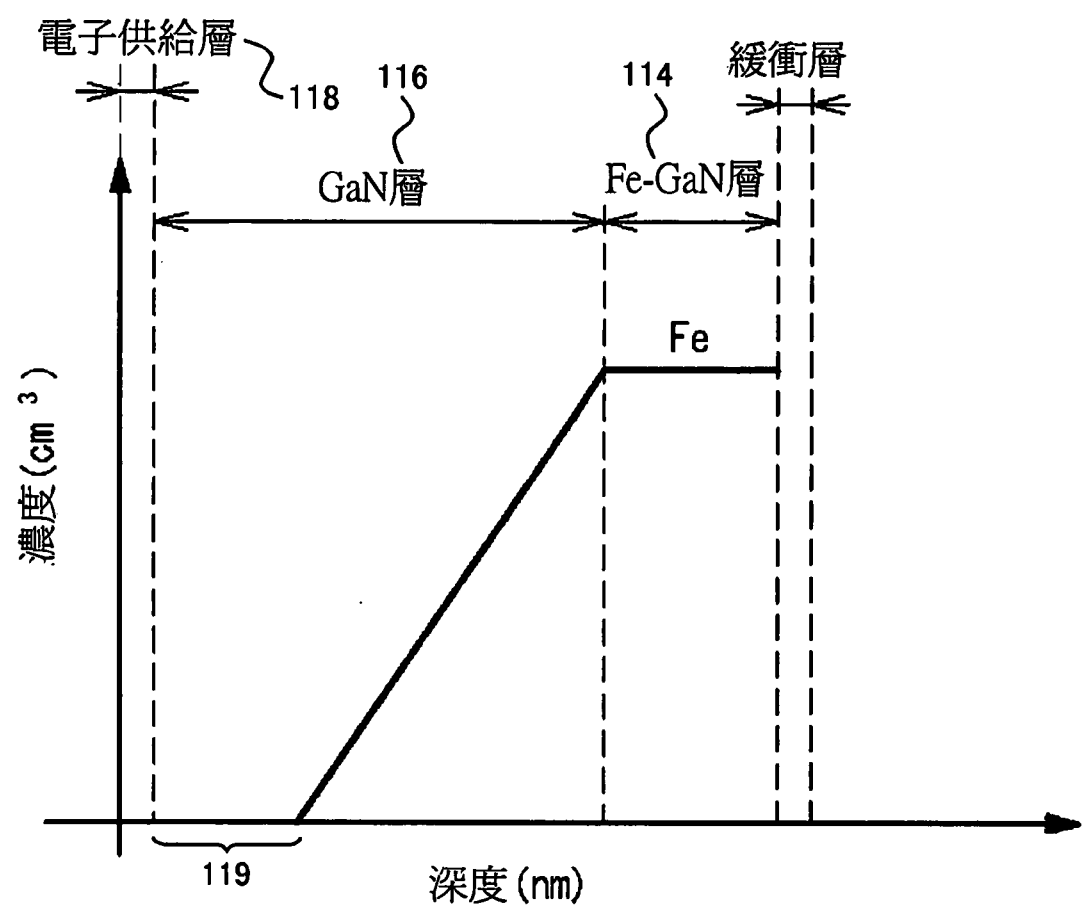
第4圖



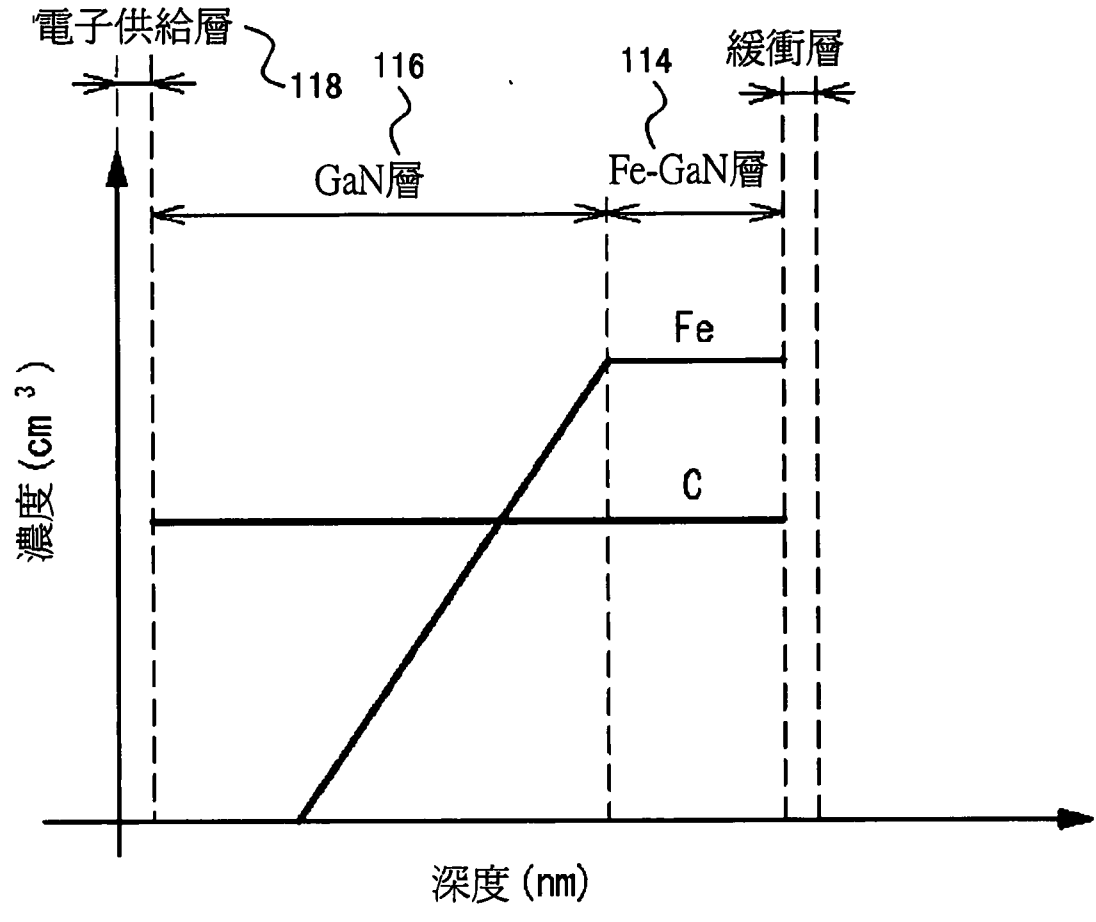
第5圖



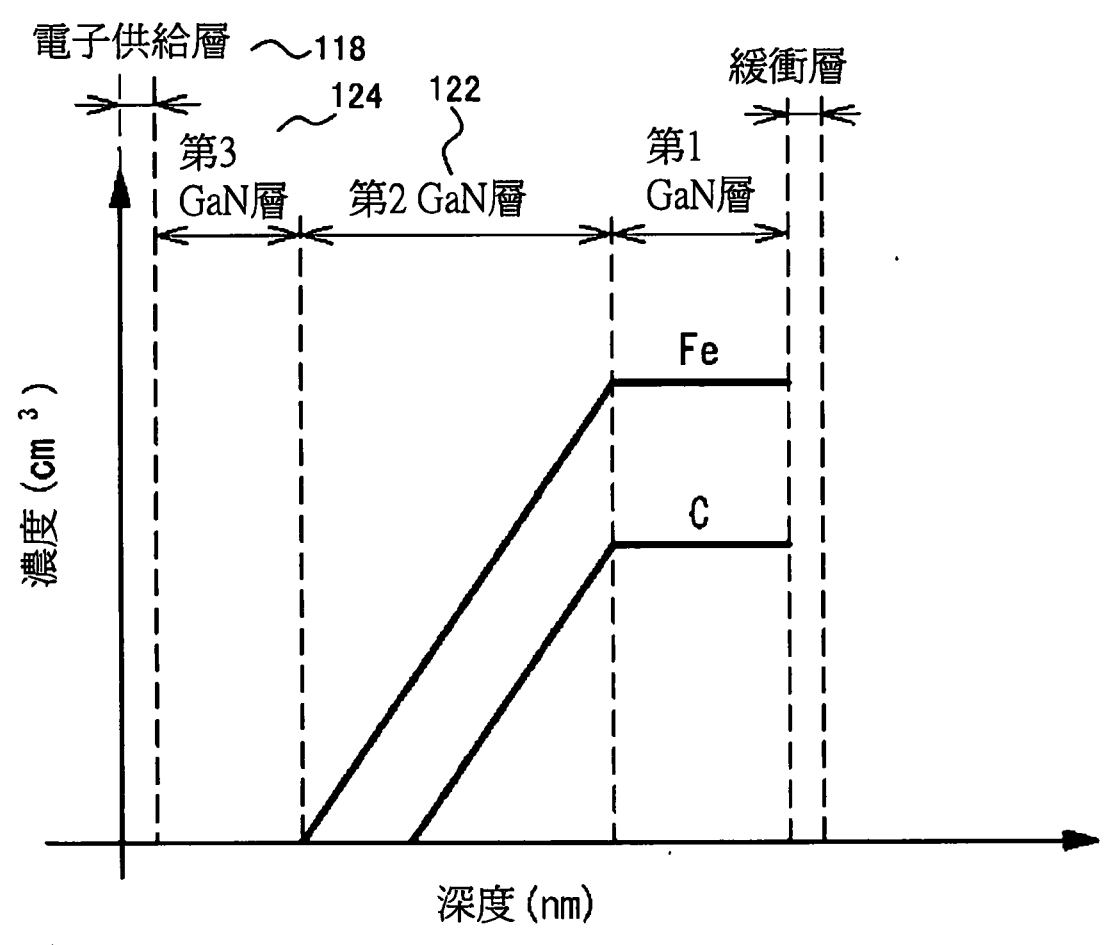
第6圖



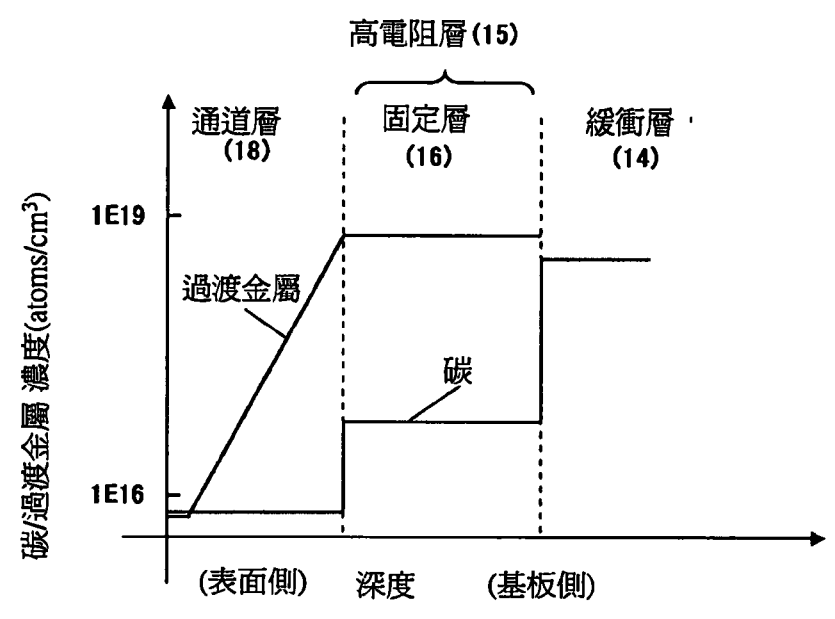
第7圖



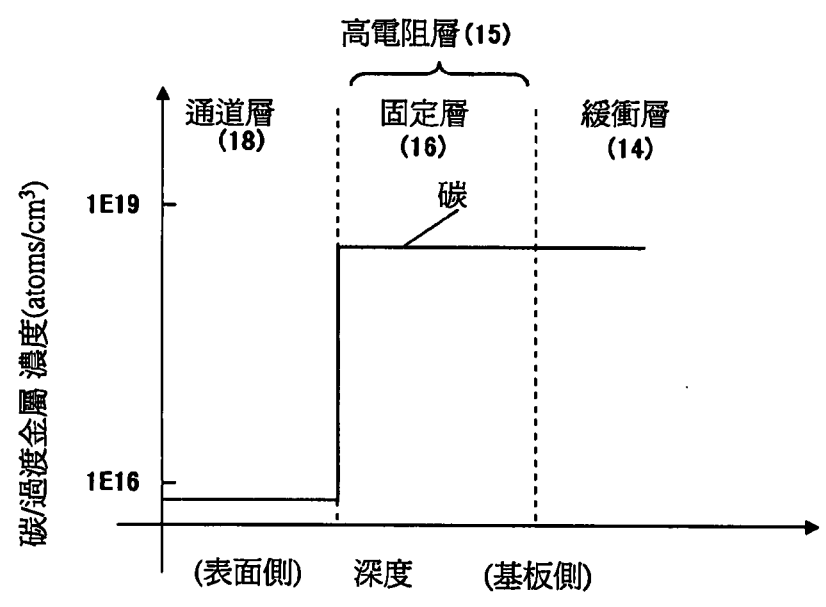
第8圖



第9圖



第10圖



發明摘要

※ 申請案號：104108156

※ 申請日：104年03月13日

※IPC 分類：*H01L 29/778* (2006.01)
H01L 29/423 (2006.01)

【發明名稱】

半導體基板及半導體元件

【中文】

本發明是一種半導體基板，其具有：基板；前述基板上的緩衝層；高電阻層，其由前述緩衝層上的氮化物系半導體所構成且包含過渡金屬和碳；及，通道層，其由前述高電阻層上的氮化物系半導體所構成；該半導體基板的特徵在於：前述高電阻層具有減少層，該減少層鄰接於前述通道層，並且前述過渡金屬濃度是自前述緩衝層側朝向前述通道層側減少；並且，碳濃度朝向前述通道層減少的減少率，比前述過渡金屬濃度朝向前述通道層減少的減少率更大。藉此，提供一種半導體基板，其能夠一面降低通道層內的碳濃度和過渡金屬濃度，一面謀求高電阻層的通道層側區域的高電阻化。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第1圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無