I713090

(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 I713090 B**

(45)公告日： 中華民國 109 (2020) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：105133898　(22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 10 月 20 日

(51)Int. Cl.：　***H01L21/20　(2006.01)***　***H01L29/12　(2006.01)***

H01L29/778　(2006.01)

(30)優先權：2015/10/21　日本　2015-207258

(71)申請人：日商愛沃特股份有限公司 (日本) AIR WATER INC.　(JP)

日本

(72)發明人：生川滿久 NARUKAWA, MITSUHISA (JP) ；深澤曉 FUKAZAWA, AKIRA (JP) ；

鈴木悠宜 SUZUKI, HIROKI (JP) ；川村啓介 KAWAMURA, KEISUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US　2008/0220555A1　　US　2015/0221728A1

審查人員：邱智強

申請專利範圍項數：5 項　　圖式數：5　　共 26 頁

(54)名稱

具備ＳｉＣ層之化合物半導體基板

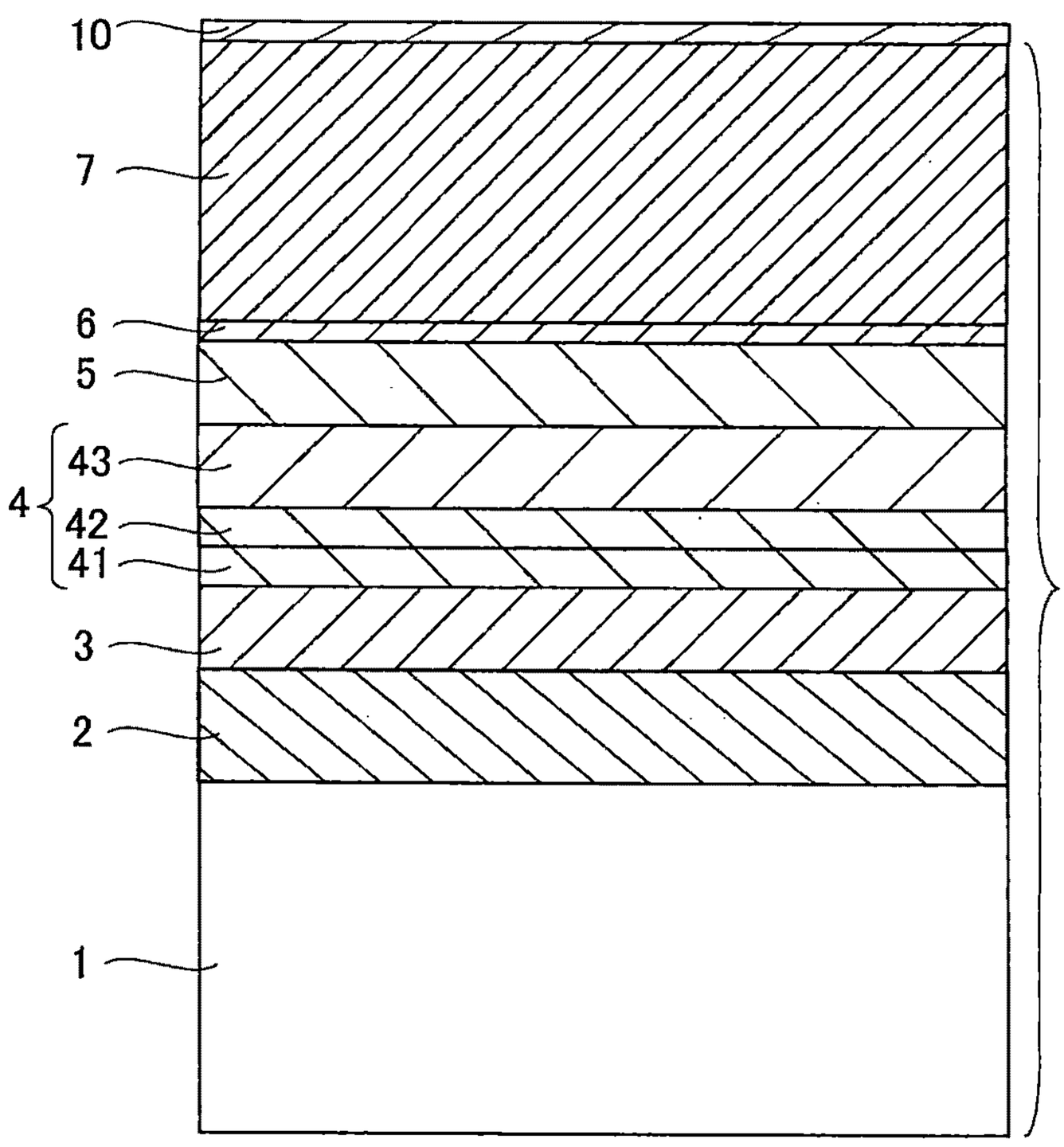
(57)摘要

本發明係一種具備 SiC 層之化合物半導體基板，可提供具有所期望品質之化合物半導體基板。

化合物半導體基板係具備：SiC 層(碳化矽)，和加以形成於 SiC 層上之 AlN(氮化鋁)緩衝層，和加以形成於 AlN 緩衝層上，含有 Al(鋁)之氮化物半導體層，和加以形成於 Al 氮化物半導體層上之第 1GaN(氮化鎵)層，和接觸於第 1GaN 層而加以形成於第 1GaN 層上之第 1AlN 中間層，和接觸於第 1AlN 中間層而加以形成於第 1AlN 中間層上之第 2GaN 層。

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

1・・・Si(矽)基板

2・・・SiC(碳化矽)層

3・・・AlN(氮化鋁)緩衝層

4，10・・・Al(鋁)氮化物半導體層

5，7・・・GaN(氮化鎵)層

6・・・AlN 中間層

41・・・$Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層

42・・・$Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層

43・・・$Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層

CS・・・化合物半導體基板

公告本

I713090

發明摘要

※申請案號：105133898

※申請日：105 年 10 月 20 日　　※IPC 分類：*H01L 21/20* (2006.01)
H01L 29/12 (2006.01)
H01L 29/778 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具備 SiC 層之化合物半導體基板

【中文】

本發明係一種具備 SiC 層之化合物半導體基板，可提供具有所期望品質之化合物半導體基板。

化合物半導體基板係具備：SiC 層（碳化矽），和加以形成於 SiC 層上之 AlN（氮化鋁）緩衝層，和加以形成於 AlN 緩衝層上，含有 Al（鋁）之氮化物半導體層，和加以形成於 Al 氮化物半導體層上之第 1GaN（氮化鎵）層，和接觸於第 1GaN 層而加以形成於第 1GaN 層上之第 1AlN 中間層，和接觸於第 1AlN 中間層而加以形成於第 1AlN 中間層上之第 2GaN 層。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(１)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

１：Si（矽）基板

２：SiC（碳化矽）層

３：AlN（氮化鋁）緩衝層

４，10：Al（鋁）氮化物半導體層

５，７：GaN（氮化鎵）層

６：AlN 中間層

41：$Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層

42：$Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層

43：$Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層

CS：化合物半導體基板

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】(中文/英文)

具備 SiC 層之化合物半導體基板

【技術領域】

[0001] 本發明係有關化合物半導體基板，對於更特定而言，係有關具備 SiC（碳化矽）層之化合物半導體基板。

【先前技術】

[0002] GaN（氮化鎵）係知道作為比較於 Si（矽）而能隙為大，絕緣破壞電場強度為高之寬能隙半導體材料。GaN 係因與其他的寬能隙半導體材料作比較，亦具有高耐絕緣破壞性之故，期待有對於新世代之低損失的功率裝置之適用。

[0003] 對於使用 GaN 之半導體裝置的開端基板（基底基板），使用 Si 基板之情況，因 GaN 與 Si 之間的晶格常數及熱膨脹係數之大的差引起，而容易引起對於基板產生彎曲，以及對於 GaN 層內產生斷裂之現象。

[0004] 作為基板的彎曲或對於 GaN 層內之斷裂的產生對策，例如，對於下述專利文獻 1 等，係加以揭示有具備：Si 基板，和加以形成於 Si 基板上之 3C-SiC 層，和加以交互形成之複數的 AlN 層（氮化鋁）及 GaN 層之半導

體基板。

[0005] 另外，對於下述專利文獻 2 係加以揭示有具備：Si 基板，和加以形成於 Si 基板上之基底層，和加以形成於基底層上之層積中間層，和加以形成於層積中間層之機能層的氮化物半導體元件。基底層係包含 AlN 緩衝層，和 GaN 基底層。層積中間層係包含：AlN 中間層，和 AlGaN（氮化鋁鎵）中間層，和 GaN 中間層。AlGaN 中間層係包含接觸於 AlN 中間層之第 1 階段層。在第 1 階段層之 Al 組成比係在自 AlN 中間層朝向第 1 階段層之方向中，階段狀地減少。

[0006] 對於下述專利文獻 3 係具備：Si 或 SiC 等所成之基板，和順序形成於基板上之 AlN 緩衝層，和包含含有 Al（鋁）及 GaN 之氮化物半導體之基底層，GaN 等所成之第 1 高 Ga（鎵）組成層，AlN 等所成之高 Al 組成層，含有氮化物半導體之低 Al 組成層，SiN（氮化矽），MgN（氮化鎂）、或 BN（氮化硼）等所成之中間部，及 GaN 等所成之第 2 高 Ga 組成層。

先前技術文獻

專利文獻

[0007]

專利文獻 1：日本特開 2013-179121 號公報

專利文獻 2：日本特開 2013-70065 號公報

專利文獻 3：日本特開 2014-63903 號公報

【發明內容】

發明欲解決之課題

[0008] 在專利文獻 1 的技術中，可某種程度抑制基板的彎曲或對於 GaN 層內之斷裂的產生，而加以得到比較良好之結晶品質之 GaN 層。另一方面，對於專利文獻 1 之技術係對於 GaN 層的膜厚化有界限，而對於耐電壓，同樣地亦有界限。此係當將 GaN 層作為厚膜化時，因對於基板產生有彎曲，以及對於 GaN 層內產生有斷裂之故。當考慮作為 GaN 之功率裝置之用途時，提升使用 GaN 之半導體裝置的耐電壓者係為重要。

[0009] 在專利文獻 2 的技術中，可某種程度抑制對於 GaN 層內之斷裂的產生，而加以得到比較良好之結晶品質之 GaN 層。另一方面，在專利文獻 2 之技術中，係有容易產生基板的彎曲之課題。

[0010] 在專利文獻 3 之技術中，加以得到比較良好之結晶品質之 GaN 層。另一方面，在專利文獻 3 之技術中，係有容易產生基板的彎曲或對於 GaN 層內之斷裂之課題。

[0011] 彙整時，對於形成 GaN 層於基板上之情況，係有對於基板產生有彎曲的課題，對於 GaN 層產生有斷裂之課題，結晶性產生降低之課題，及耐電壓為低之課題，而無法得到在以往完全解決此等課題之品質的化合物半導體基板者。

[0012] 本發明係為了解決上述課題之構成，其目的為提供：具有所期望的品質之化合物半導體基板者。

為了解決課題之手段

[0013] 依照本發明之一局面之化合物半導體基板係具備：SiC 層，和加以形成於 SiC 層上之 AlN 緩衝層，和加以形成於 AlN 緩衝層上，含有 Al 之氮化物半導體層，和加以形成於氮化物半導體層上之第 1GaN 層，和接觸於第 1GaN 層而加以形成於第 1GaN 層上之第 1AlN 中間層，和接觸於第 1AlN 中間層而加以形成於第 1AlN 中間層上之第 2GaN 層。

[0014] 在上述化合物半導體基板中，理想係在氮化物半導體層內部之 Al 的組成比係隨著自下部朝向上部之方向而減少。

[0015] 在上述化合物半導體基板中，理想係氮化物半導體層係包含：含有 Al 及 Ga 之第 1 氮化物半導體層，和接觸於第 1 氮化物半導體層而加以形成於第 1 氮化物半導體層上之第 2AlN 層，和接觸於第 2AlN 層而加以形成於第 2AlN 層上，含有 Al 及 Ga 之第 2 氮化物半導體層；在第 1 及第 2 氮化物半導體層之中至少任一方的層內部之 Al 的組成比係隨著自下部朝向上部之方向而減少。

[0016] 在上述化合物半導體基板中，理想係第 2GaN 層係含有壓縮偏差。

[0017] 在上述化合物半導體基板中，理想係氮化物

半導體層係具有 900nm 以上 2μm 以下之厚度。

[0018] 在上述化合物半導體基板中，理想係第 1GaN 層係具有 550nm 以上 1000nm 以下之厚度。

[0019] 在上述化合物半導體基板中，理想係第 1AlN 中間層係具有 5nm 以上 9nm 以下之厚度。

發明效果

[0020] 如根據本發明，可提供具有所期望品質之化合物半導體基板。

【圖式簡單說明】

[0021]

圖 1 係顯示本發明之一實施形態之半導體裝置之構成的剖面圖。

圖 2 係顯示本發明之一實施形態之 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

圖 3 係顯示在化合物半導體基板 CS 製造時之基板的曲率半徑的逆數之時間變化的測定結果圖。

圖 4 係顯示本發明之第 1 變形例之 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

圖 5 係顯示本發明之第 2 變形例之 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

【實施方式】

[0022]

[第 1 實施形態]

[0023] 圖 1 係顯示本發明之一實施形態之半導體裝置之構成的剖面圖。

[0024] 參照圖 1，在本實施形態之半導體裝置係包含 HEMT（High Electron Mobility Transistor）。半導體裝置係具備：化合物半導體基板 CS，和加以形成於化合物半導體基板 CS 上之 Al 氮化物半導體層 10。

[0025] 化合物半導體基板 CS 係具備：Si 基板 1，和 SiC 層 2，和 AlN 緩衝層 3（AlN 緩衝層之一例），和 Al 氮化物半導體層 4（含有 Al 之氮化物半導體層之一例），和 GaN 層 5（第 1GaN 層之一例），和 AlN 中間層 6（第 1AlN 中間層之一例），和 GaN 層 7（第 2GaN 層之一例）。

[0026] Si 基板 1 係例如由 p+型之 Si 所成。對於 Si 基板 1 表面係露出有（111）面。然而，Si 基板 1 係具有 n 型之導電型亦可，而亦可為半絕緣性。對於 Si 基板 1 表面係露出有（100）面或（110）面。Si 基板 1 係例如具有 6 英吋直徑，具有 900μm 之厚度。

[0027] SiC 層 2 係接觸於 Si 基板 1，而加以形成於 Si 基板 1 上。SiC 層 2 係例如，由 3C-SiC、4H-SiC、或 6H-SiC 等而成。特別是，SiC 層 2 則為加以磊晶成長於 Si 基板 1 之情況，一般而言，SiC 層 2 係由 3C-SiC 而成。

[0028] SiC 層 2 係於由碳化 Si 基板 1 之表面者而加以

得到之 SiC 所成之基底層上，使用 MBE（Molecular Beam Epitaxy）法、CVD（Chemical Vapor Deposition）法、或 LPE（Liquid Phase Epitaxy）法等，經由使 SiC 加以同質磊晶成長之時而加以形成亦可。SiC 層 2 係僅經由碳化 Si 基板 1 的表面而加以形成亦可。更且，SiC 層 2 係於 Si 基板 1 表面，經由（或夾持緩衝層）使其異質磊晶成長之時而加以形成。SiC 層 2 係例如，加以摻雜 N（氮）等，具有 n 型之導電形。SiC 層 2 係例如，具有 0.1 μ m 以上 3.5 μ m 以下之厚度。然而，SiC 層 2 係具有 p 型之導電型亦可，而亦可為半絕緣性。

[0029] AlN 緩衝層 3 係接觸於 SiC 層 2，而加以形成於 SiC 層 2 上。AlN 緩衝層 3 係達成作為緩和 SiC 層 2 與 Al 氮化物半導體層 4 之晶格常數的差之緩衝層的機能。AlN 緩衝層 3 係例如，使用 MOCVD（Metal Organic Chemical Vapor Deposition）法而加以形成。AlN 緩衝層 3 之成長溫度係例如，加以作為 1000℃以上 1300℃以下。此時，作為 Al 源氣體係例如，加以使用 TMA（Tri Methyl Aluminium），或 TEA（Tri Ethyl Aluminium）等。作為 N 源氣體係例如，使用 NH_3（氨氣）。AlN 緩衝層 3 係例如，具有 100nm 以上 1000nm 以下之厚度。

[0030] Al 氮化物半導體層 4 係接觸於 AlN 緩衝層 3，而加以形成於 AlN 緩衝層 3 上。Al 氮化物半導體層 4 係由含有 Al 之氮化物半導體而成，例如由 $Al_xGa_{1-x}N$（$0<x\leqq 1$）所表示之材料所成。另外，Al 氮化物半導體

層 4 係亦可由 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$（$0<x\leqq 1$、$0\leqq y<1$）所表示之材料而成。Al 氮化物半導體層 4 係達成作為緩和 AlN 緩衝層 3 與 GaN 層 5 之晶格常數的差之緩衝層的機能。Al 氮化物半導體層 4 係例如，具有 500nm 以上 2μm 以下、理想係 900nm 以上 2μm 以下之厚度。Al 氮化物半導體層 4 係例如，使用 MOCVD 法而加以形成。

[0031] GaN 層 5 係接觸於 Al 氮化物半導體層 4，而加以形成於 Al 氮化物半導體層 4 上。GaN 層 5 係未摻雜。GaN 層 5 係例如，具有 500nm 以上 1000nm 以下之厚度，而理想係具有 550nm 以上 1000nm 以下（更理想為 800nm 以下）之厚度。然而，GaN 層 5 係亦可為半絕緣性，而具有 p 型或 n 型之導電型。

[0032] GaN 層 5 係例如，使用 MOCVD 法而加以形成。此時，作為 Ga 源氣體係例如，加以使用 TMG（Tri Methyl Gallium），或 TEG（Tri Ethyl Gallium）等。作為 N 源氣體係例如，使用 NH_3 等。

[0033] AlN 中間層 6 係接觸於 GaN 層 5，而加以形成於 GaN 層 5 上。AlN 中間層 6 係達成使壓縮偏差產生於 GaN 層 7 之機能。AlN 中間層 6 係例如，具有 5nm 以上 15nm 以下之厚度，而理想係具有 5nm 以上 9nm 以下之厚度，更理想係具有 7nm 以上 9nm 以下之厚度。AlN 中間層 6 係例如，使用 MOCVD 法而加以形成。AlN 中間層 6 係以較 GaN 層 5 之成長溫度為低之成長溫度加以形成。

[0034] GaN 層 7 係接觸於 AlN 中間層 6，而加以形成

於 AlN 中間層 6 上。GaN 層 7 係未摻雜，而為半絕緣性。GaN 層 7 係成為 HEMT 之電子走行層。GaN 層 7 係經由來自基底層之 AlN 中間層 6 的影響而含有壓縮偏差。GaN 層 7 係理想具有 1500nm 以上 3000nm 以下之厚度，而更理想為具有 1500nm 以上 2500nm 以下之厚度。GaN 層 7 係以與 GaN 層 5 同樣的方法加以形成。然而，GaN 層 7 係具有 p 型或 n 型之導電型亦可，而於 GaN 層 7 之至少一部分，加以摻雜 C 亦可。

[0035] Al 氮化物半導體層 10 係接觸於 GaN 層 7，而加以形成於 GaN 層 7 上。Al 氮化物半導體層 10 係由含有 Al 之氮化物半導體而成，例如由 $Al_xGa_{1-x}N$（$0<x\leqq 1$）所表示之材料所成。另外，Al 氮化物半導體層 10 係亦可由 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$（$0<x\leqq 1$、$0\leqq y<1$）所表示之材料而成。Al 氮化物半導體層 10 係成為 HEMT 之障壁層。Al 氮化物半導體層 10 例如，具有 10nm 以上 50nm 以下之厚度。

[0036] 圖 2 係顯示本發明之一實施形態之 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

[0037] 參照圖 2，在 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比係隨著自下部朝向上部而減少。Al 氮化物半導體層 4 係含有：$Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41（Al 之組成比為 0.75 之 AlGaN 層），和 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42（Al 之組成比為 0.5 之 AlGaN 層），和 $Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層 43（Al 之組成比為 0.25 之 AlGaN 層）。$Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41 係接觸於 AlN 緩衝層 3，而加以形成於 AlN 緩衝層 3 上。$Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42 係接

觸於 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41，而加以形成於 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41 上。$Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層 43 係接觸於 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42，而加以形成於 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42 上。然而，上述之 Al 組成比係為一例，Al 組成比則如隨著自下部朝向上部而減少時，亦可作為其他的組成。

[0038] 如根據本實施形態，經由形成 AlN 中間層 6 於 GaN 層 5 與 GaN 層 7 之間之時，可抑制 Si 基板 1 彎曲的產生，而可抑止對於 GaN 層 7 之斷裂的產生。對與此等，於以下加以說明。

[0039] 構成 AlN 中間層 6 之 AlN 係對於構成 GaN 層 5 之 GaN 的結晶而言，以不整合之狀態（產生滑動之狀態），磊晶成長於 GaN 層 5 上。另一方面，構成 GaN 層 7 之 GaN 係受到構成基底之 AlN 中間層 6 的 AlN 之結晶的影響。即，構成 GaN 層 7 之 GaN 係呈繼承構成 AlN 中間層 6 之 AlN 的結晶構造地，磊晶成長於 AlN 中間層 6 上。GaN 之晶格常數係較 AlN 之晶格常數為大之故，構成 GaN 層 7 之 GaN 之圖 1 中橫方向的晶格常數係成為較一般的（未含有壓縮偏差）GaN 之晶格常數為小。換言之，對於 GaN 層 7 之內部係產生有壓縮偏差。

[0040] 對於 GaN 層 7 形成後的降溫時，係因 GaN 與 Si 之熱膨脹係數的差引起，GaN 層 7 係自 AlN 中間層 6 受到應力。此應力係成為 Si 基板 1 彎曲之產生及對於 GaN 層 7 之斷裂的產生原因。但此應力係經由在 GaN 層 7 形成時，加以導入至 GaN 層 7 內部之壓縮偏差而加以緩

和。其結果，可抑制 Si 基板 1 彎曲之產生，而可抑制對於 GaN 層 7 之斷裂的產生。

[0041] 另外，如根據本實施形態，化合物半導體基板 CS 則因含有 Al 氮化物半導體層 4 於 AlN 緩衝層 3 與 GaN 層 5 之間之故，可緩和 Si 之晶格常數與 GaN 之晶格常數的差。Al 氮化物半導體層 4 之晶格常數係因具有 Si 之晶格常數與 GaN 之晶格常數之間的值之故。其結果，可提升 GaN 層 5 之結晶品質。另外，可抑制 Si 基板 1 彎曲之產生，而可抑制對於 GaN 層 5 之斷裂的產生。

[0042] 另外，如根據本實施形態，如上述，因可加以抑制 Si 基板 1 彎曲之產生及對於 GaN 層 5 及 7 之斷裂的產生之故，可將各 GaN 層 5 及 7 作為厚膜化。另外，化合物半導體基板 CS 係含有具有較 GaN 之絕緣破壞電壓為高之絕緣破壞電壓的 Al 氮化物半導體層 4。其結果，可提升化合物半導體基板之縱方向的耐電壓。

[0043] 更且，化合物半導體基板 CS 係作為 GaN 層 5 及 7 之基底層而含有 SiC 層 2。SiC 之晶格常數係因與 Si 之晶格常數比較而接近於與 GaN 之晶格常數之故，經由加以形成 GaN 層 5 及 7 於 SiC 層 2 上之時，可提升 GaN 層 5 及 7 之結晶品質。

[0044] 如上述如根據本實施形態，由區別 AlN 中間層 6、Al 氮化物半導體層 4、及 SiC 層 2 之各機能者，可使各抑制 Si 基板 1 彎曲之產生及對於 GaN 層 5 及 7 之斷裂的產生之效果，提升化合物半導體基板之耐電壓之效

果，及提升 GaN 層 5 及 7 之結晶品質的效果增大。特別是在本實施形態中，由將 SiC 層 2 作為基底層者，可改善 GaN 層 5 及 7 之結晶品質的點之貢獻為大。

[0045] 如根據本實施形態，有著 SiC 層 2，經由 GaN 層 5 之結晶品質所提升之時，可薄化 AlN 中間層 6 之厚度，而可更有效率地抑制彎曲的產生及斷裂之產生。另外，有著 SiC 層 2，經由 GaN 層 5 之結晶品質所提升之時，可加厚 GaN 層 5 及 7 之故，而可更改善耐電壓。

[0046] 另一方面，在先前文獻 2 及 3 中，於 AlN 層與 GaN 層之間，加以形成有 AlGaN 層。在此構造中，經由 AlGaN 層而可緩和 AlN 之晶格常數與 GaN 之晶格常數的差，而可提升 GaN 層之結晶品質。另外，構成 GaN 層之 GaN 係呈繼承構成 AlGaN 層之 AlGaN 的結晶構造地，磊晶成長於 AlGaN 層上。但，AlGaN 之晶格常數係因與 AlN 層之晶格常數做比較而接近於 GaN 之晶格常數之故，產生於 GaN 層內部之壓縮偏差係與將 AlN 層作為基底層而形成 GaN 層之情況做比較為小。其結果，抑制 Si 基板彎曲的產生之效果為小，而抑制對於 GaN 層之斷裂產生之效果為小。另外，無法厚膜化 GaN 層，而無法提升化合物半導體基板之縱方向的耐電壓。

[0047] 也就是，在此構造中，以 1 個的層（AlGaN 層）而加以提供改善結晶品質之效果，和抑制 Si 基板彎曲的產生效果，和對於 GaN 層之斷裂的產生效果之故，各自的效果則變小。

[0048] 本申請發明者們係欲確認化合物半導體基板CS含有AlN中間層6之效果而進行以下的實驗。

[0049] 圖3係顯示在化合物半導體基板CS製造時之基板的曲率半徑的逆數之時間變化的測定結果圖。然而，圖3之曲率半徑的逆數係將GaN層7表面為凹面之狀態作為正，而將為凸面之狀態作為負。在圖3中，基板之曲率半徑的逆數則成為越接近於零，越加以降低基板之彎曲。

[0050] 參照圖3，本申請發明者們係作為本發明例，依序形成構成化合物半導體基板CS之各層於基板上，測定基板之曲率半徑的逆數之時間變化。另外，本申請發明者們係作為比較例，將構成化合物半導體基板CS之各層之中除了AlN中間層6之各層，依序形成於基板上，測定基板之曲率半徑的逆數之時間變化。

[0051] 其結果，在本發明例中，形成AlN中間層6之時刻的時刻PO1之後中，本發明例之基板的彎曲則與比較例的基板之彎曲做比較，加大地增加於負方向。從此結果，了解到經由AlN中間層6之存在而產生也壓縮偏差於GaN層7之內部。

[0052] 另外，在本發明例之最終的基板之曲率半徑的逆數（在時刻PO3之曲率半徑的逆數）係比較於比較例之最終的基板之曲率半徑的逆數（在時刻PO2之曲率半徑的逆數）而明確地變小。從此結果，了解到經由AlN中間層6之存在而加以抑制基板彎曲的產生。

[0053]

[變形例]

[0054] 圖 4 係顯示本發明之第 1 變形例之 Al 氮化物半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

[0055] 參照圖 4，在本變形例之 Al 氮化物半導體層 4 係含有：AlGaN 層 4a（含有 Al 及 Ga 之第 1 氮化物半導體層之一例），和 AlN 中間層 44（第 2AlN 層之一例），和 AlGaN 層 4b（含有 Al 及 Ga 之第 2 氮化物半導體層之一例）。

[0056] AlGaN 層 4a 係接觸於 AlN 緩衝層 3，而加以形成於 AlN 緩衝層 3 上。AlGaN 層 4a 係由 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41（Al 之組成比為 0.75 之 AlGaN 層）而成。在 AlGaN 層 4a 內部之 Al 之組成比係為一定。

[0057] AlN 中間層 44 係加以形成於 AlGaN 層 4a 上。AlN 中間層 44 之下面係接觸於 AlGaN 層 4a 之上面，而 AlN 中間層 44 之上面係接觸於 AlGaN 層 4b 之下面。

[0058] AlGaN 層 4b 係加以形成於 AlN 中間層 44 上。在 AlGaN 層 4b 內部之 Al 的組成比係隨著自下部朝向上部之方向而減少。AlGaN 層 4b 係經由 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42（Al 之組成比為 0.5 之 AlGaN 層），和接觸於 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42 而加以形成於 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42 上之 $Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層 43（Al 之組成比為 0.25 之 AlGaN 層）而加以構成。

[0059] 圖 5 係顯示本發明之第 2 變形例之 Al 氮化物

半導體層 4 內部之 Al 組成比的分布圖。

[0060] 參照圖 5，在本變形例之 Al 氮化物半導體層 4 係含有：AlGaN 層 4a（含有 Al 及 Ga 之第 1 氮化物半導體層之一例），和 AlN 中間層 44（第 2AlN 層之一例），和 AlGaN 層 4b（含有 Al 及 Ga 之第 2 氮化物半導體層之一例）。

[0061] AlGaN 層 4a 係接觸於 AlN 緩衝層 3，而加以形成於 AlN 緩衝層 3 上。在 AlGaN 層 4a 內部之 Al 的組成比係隨著自下部朝向上部之方向而減少。AlGaN 層 4a 係經由 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41（Al 之組成比為 0.75 之 AlGaN 層），和接觸於 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41 而加以形成於 $Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層 41 上之 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層 42（Al 之組成比為 0.5 之 AlGaN 層）而加以構成。

[0062] AlN 中間層 44 係加以形成於 AlGaN 層 4a 上。AlN 中間層 44 之下面係接觸於 AlGaN 層 4a 之上面，而 AlN 中間層 44 之上面係接觸於 AlGaN 層 4b 之下面。

[0063] AlGaN 層 4b 係加以形成於 AlN 中間層 44 上。AlGaN 層 4b 係由 $Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層 43（Al 之組成比為 0.25 之 AlGaN 層）而成。在 AlGaN 層 4b 內部之 Al 之組成比係為一定。

[0064] 然而，在第 1 及第 2 變形例之各化合物半導體基板之上述以外的構成係與上述實施形態情況之構成同樣之故，不重覆其說明。

[0065] AlN 中間層 44 係達成使壓縮偏差產生於

AlGaN 層 4b 之機能。如第 1 及第 2 變形例，由設置 AlN 中間層 44 者，更可抑制彎曲或斷裂。

[0066]

[其他]

[0067] 加以形成於化合物半導體基板之裝置係為如任意之裝置即可，而 HEMT 之其他，亦可為電晶體，LED（Light Emitting Diode）、閘流體，或半導體雷射等。化合物半導體基板係適用於電子裝置之用途。

[0068] 上述之實施形態係認為例示在所有的點，並非限制性的構成。本發明之範圍係並非上述之說明，而經由申請專利範圍所示，特意包含有與申請專利範圍均等意味及在範圍內之所有的變更者。

【符號說明】

[0069]

1：Si（矽）基板

2：SiC（碳化矽）層

3：AlN（氮化鋁）緩衝層

4，10：Al（鋁）氮化物半導體層

4a，4b：AlGaN（氮化鋁鎵）層

5，7：GaN（氮化鎵）層

6，44：AlN 中間層

41：$Al_{0.75}Ga_{0.25}N$ 層

42：$Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層

43：$Al_{0.25}Ga_{0.75}N$ 層

CS：化合物半導體基板

申請專利範圍

1. 一種化合物半導體基板，其特徵為具備：SiC 層，

和加以形成於前述 SiC 層上之 AlN 緩衝層，

和加以形成於前述 AlN 緩衝層上，含有 Al 之氮化物半導體層，

和加以形成於前述氮化物半導體層上之第 1GaN 層，

和接觸於前述第 1GaN 層而加以形成於前述第 1GaN 層上之第 1AlN 中間層，

和接觸於前述第 1AlN 中間層而加以形成於前述第 1AlN 中間層上之第 2GaN 層；

前述氮化物半導體層係包含：

含有 Al 及 Ga 之第 1 氮化物半導體層，

和接觸於前述第 1 氮化物半導體層，形成於前述第 1 氮化物半導體層上之第 2AlN 層，

和接觸於前述第 2AlN 層，形成於前述第 2AlN 層上，含有 Al 及 Ga 之第 2 氮化物半導體層；

在前述第 1 及前述第 2 氮化物半導體層之中至少任一方的層內部之 Al 的組成比係隨著自下部朝向上部之方向而減少。

2. 如申請專利範圍第 1 項記載之化合物半導體基板，其中，前述第 2GaN 層係含有壓縮偏差。

3. 如申請專利範圍第 1 項記載之化合物半導體基板，其中，前述氮化物半導體層係具有 900nm 以上 2μm 以下之厚度。

4. 如申請專利範圍第 1 項記載之化合物半導體基板，其中，前述第 1GaN 層係具有 550nm 以上 1000nm 以下之厚度。

5. 如申請專利範圍第 1 項記載之化合物半導體基板，其中，前述第 1AlN 中間層係具有 5nm 以上 9nm 以下之厚度。

圖式

圖 1

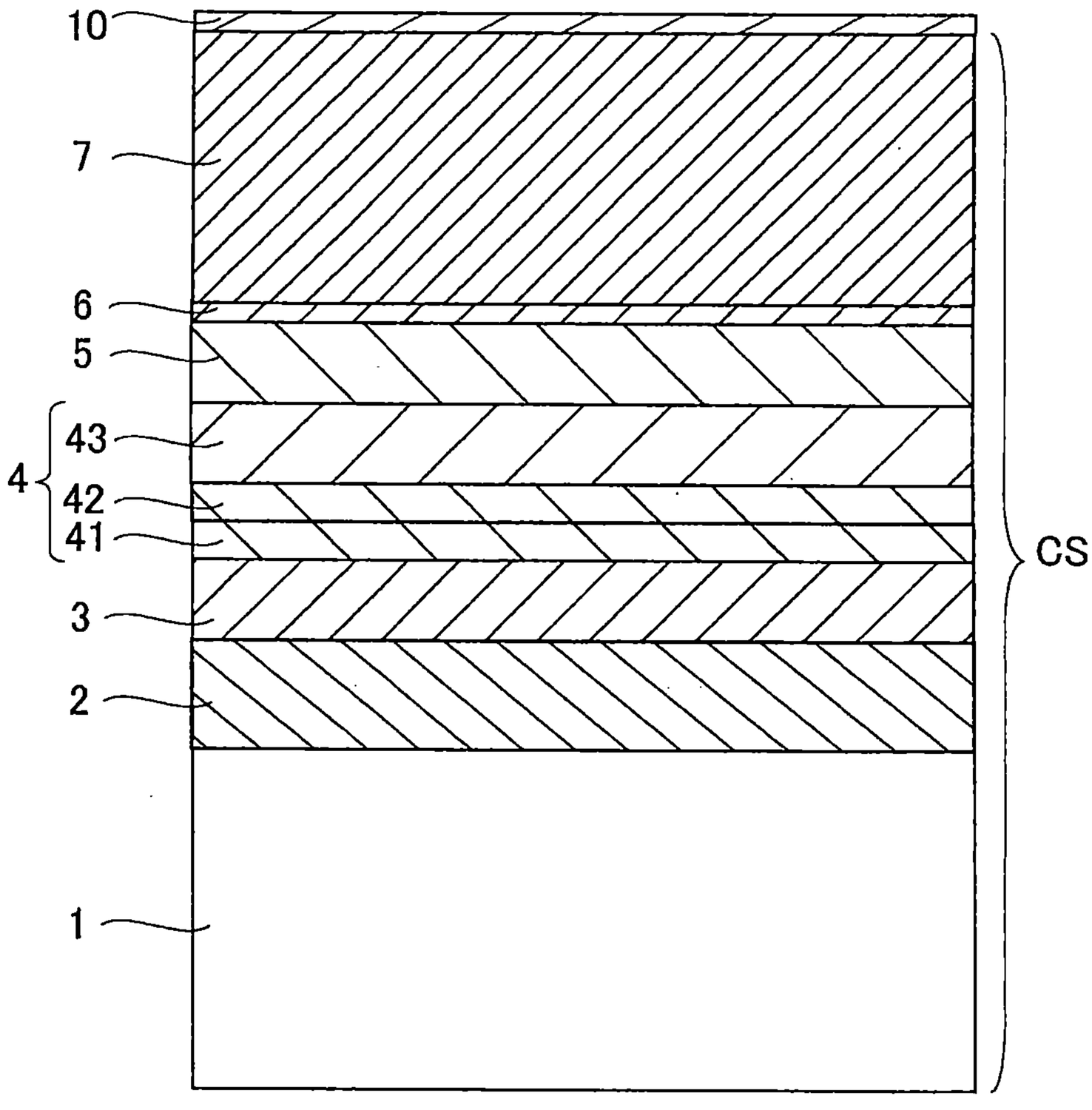


圖 2

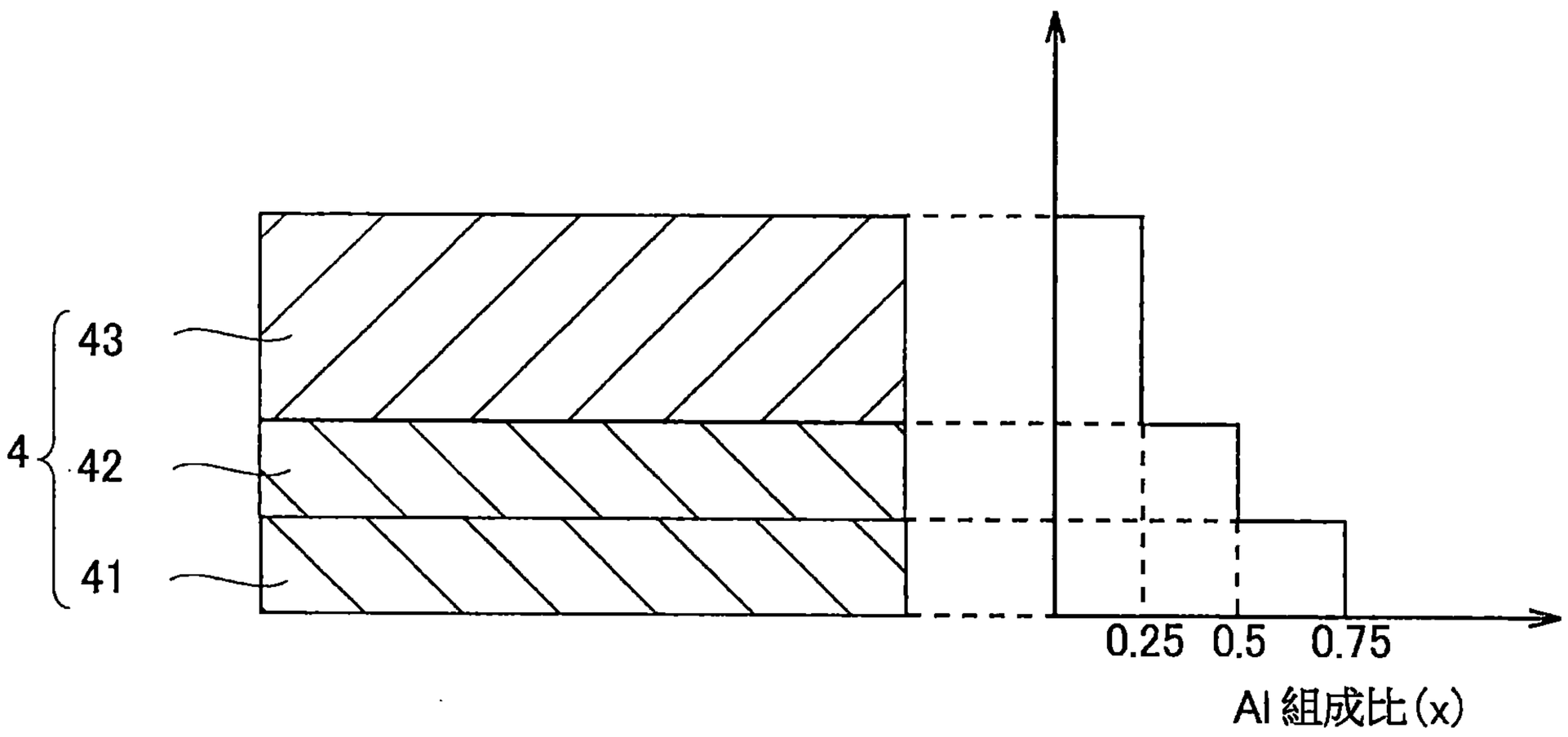
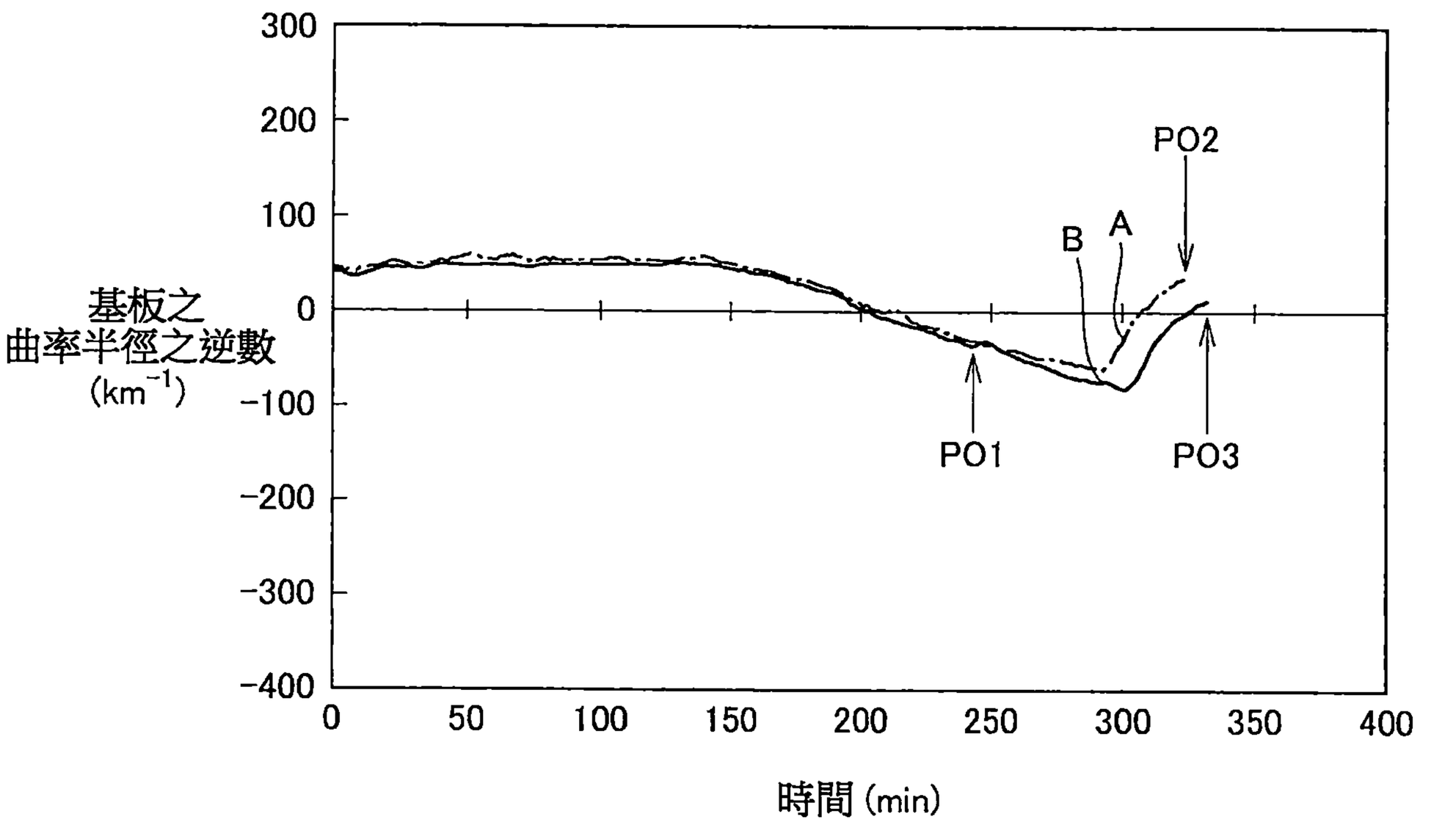


圖 3



A＝比較例 (無AIN中間層6)
B＝本發明例 (有AIN中間層6)

圖 4

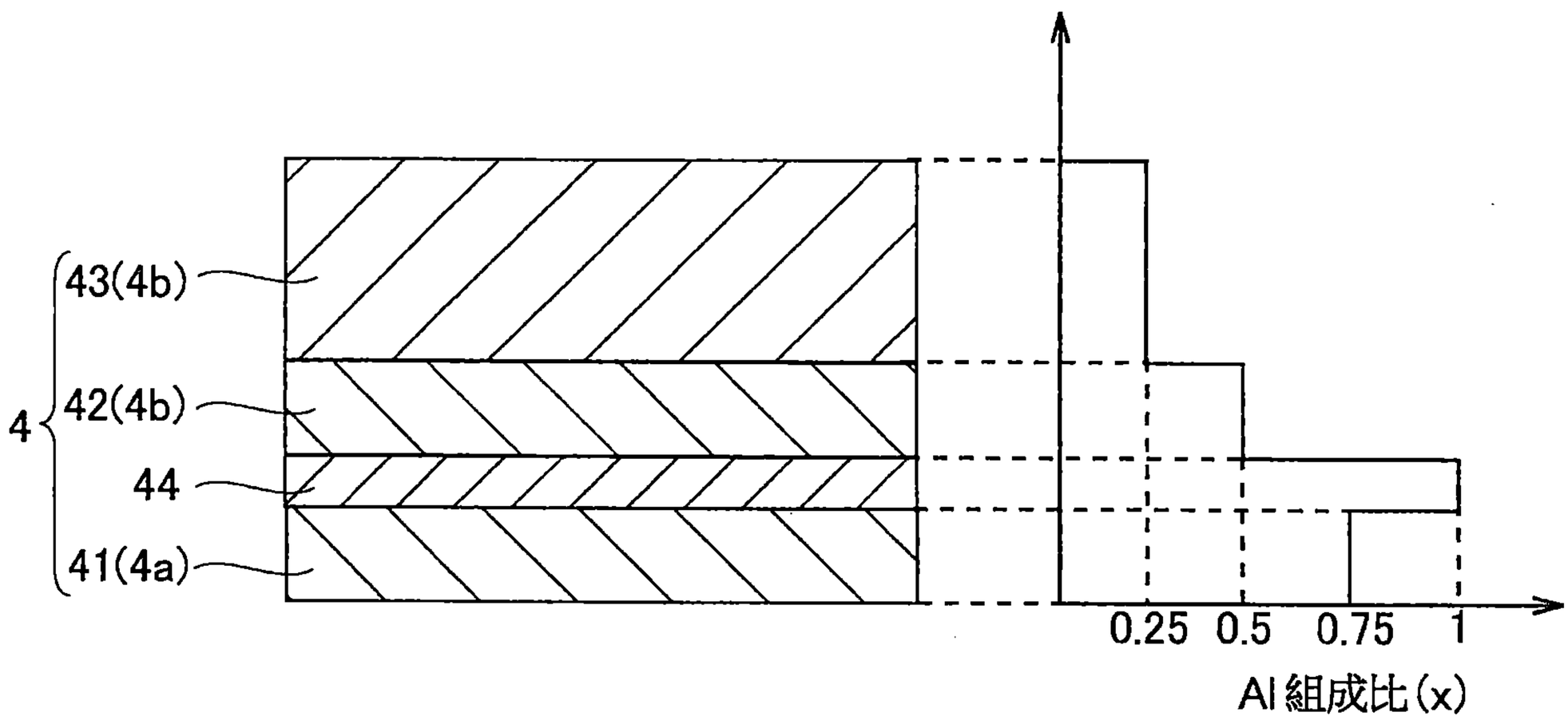


圖 5

