



(21) 申請案號：112102636

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 19 日

(51) Int. Cl. : C23C16/40 (2006.01)

C30B25/02 (2006.01)

C30B29/16 (2006.01)

H01L21/02 (2006.01)

(30) 優先權：2022/02/02 日本

2022-014838

(71) 申請人：日商信越化學工業股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本(72) 發明人：渡部武紀 WATABE, TAKENORI (JP)；橋上洋 HASHIGAMI, HIROSHI (JP)；坂爪
崇寬 SAKATSUME, TAKAHIRO (JP)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 49 頁

(54) 名稱

結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置、及結晶性氧化物膜的製造方法

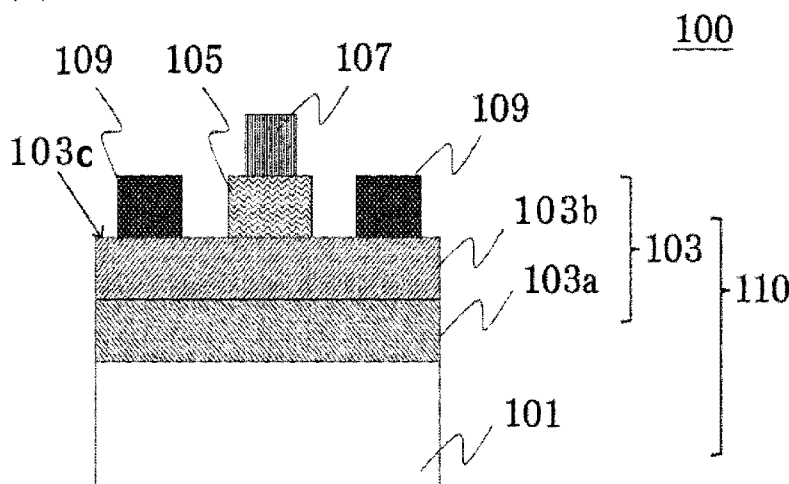
(57) 摘要

本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎳作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於在使 CuK α 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 ϕ 軸的角度 ϕ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 ϕ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。藉此可提供一種結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置及結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜在半導體特性、特別是耐壓性方面優異。

無

指定代表圖：

第1圖



符號簡單說明：

100: 半導體裝置

101: 基底基板

103: 結晶性氧化物膜

103a: 絕緣性薄膜

103b: 導電性薄膜

105: 閘極絕緣膜

107: 閘極

109: 汲極

【發明摘要】

【中文發明名稱】結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置、及結晶性氧化物膜的製造方法

【英文發明名稱】無

【中文】本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。藉此可提供一種結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置及結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜在半導體特性、特別是耐壓性方面優異。

【英文】無

【指定代表圖】第 1 圖

【代表圖之符號簡單說明】

100：半導體裝置

101：基底基板

103: 結晶性氧化物膜

103a: 絕緣性薄膜

103b: 導電性薄膜

105: 閘極絕緣膜

107: 閘極

109: 汲極

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置、及結晶性氧化物膜的製造方法

【英文發明名稱】無

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置、及結晶性氧化物膜的製造方法。

【先前技術】

【0002】 作為能夠實現高耐壓、低損耗及高耐熱的次世代開關元件，使用了能帶隙大的氧化鎵(Ga_2O_3)之半導體裝置受到矚目，並且期待應用於逆變器等電力用半導體裝置。該氧化鎵藉由將銦或鋁單獨或者組合進行混晶，而能夠控制能帶隙，該等之中，由 $\text{In}_{X'}\cdot\text{Al}_{Y'}\cdot\text{Ga}_{Z'}\cdot\text{O}_3$ ($0 \leq X' \leq 2$, $0 \leq Y' \leq 2$, $0 \leq Z' \leq 2$, $X' + Y' + Z' = 1.5 \sim 2.5$)表示的 InAlGaO 系半導體是一種極具魅力的材料。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

【0003】

專利文獻 1：日本特開 2013-028480 號公報。

專利文獻 2：日本特開 2013-058637 號公報。

專利文獻 3：國際公開第 2016/013554 號。

專利文獻 4：日本特開 2018-129500 號公報。

【發明內容】

【0004】 [發明所欲解決的問題]

專利文獻 1 中記載一種導電性 α -Ga₂O₃ 薄膜，其添加有摻雜物(四價的錫)而晶性高。然而，專利文獻 1 所記載的薄膜仍無法維持充分的耐壓性，此外還含有大量的碳雜質，因而不僅在包括導電性、甚至是半導體特性都尚且不足，就連用於半導體裝置中都仍為困難。

【0005】 專利文獻 2 記載有一種 Ga₂O₃ 系半導體元件，其是將 p 型的 α -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 單晶膜形成於 α -Al₂O₃ 基板上而成。然而，專利文獻 2 所記載的半導體元件，由於 α -Al₂O₃ 為絕緣體或結晶品質產生的問題，要應用於半導體元件仍有諸多限制。此外，MBE 法中，要獲得 p 型半導體，需要離子注入與在高溫中的熱處理，因此，光是 p 型的 α -Al₂O₃ 本身就難以實現，所以實際上專利文獻 2 所記載的半導體元件本身仍難以實現。

【0006】 基於上述情況，專利文獻 3 中製作使用了膜厚 11.9 μ m 的 α -Ga₂O₃ 之 SBD (Schottky barrier diode，肖特基能障二極體)，而獲得超過 300V 的耐壓。但是專利文獻 3 所記載的 SBD 的製造方法為較簡易的方法，需要將膜厚增加至比所需更厚，此外在再現性(也就是產率)方面仍有問題。

【0007】 專利文獻4製作表面積為1 mm見方的SBD，而獲得超過855 V的耐壓。然而，專利文獻4所記載的SBD，在半導體層即 α -Ga₂O₃的製作中需要使用溴化氙，要進行工業化仍有不敷成本這樣的問題。

【0008】 本發明的目的在於提供一種結晶性氧化物膜、積層結構體、半導體裝置，其可避免上述問題並且在半導體特性、特別是耐壓性方面優異。本發明的目的還在於提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，其能夠製造出半導體特性、特別是耐壓性方面優異的結晶性氧化物膜。

[解決問題的技術手段]

【0009】 為了解決上述問題，本發明提供一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0010】 此外，本發明提供一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有

極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0011】 此外，本發明提供一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0012】 此外，本發明提供一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0013】 如以上的結晶性氧化物膜，是能藉由簡便的製程高產率地獲得者，且晶性優異，會成為在應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異者。此外，會成為表面平滑性也優異者。

【0014】 此外，較佳是：本發明中，前述結晶性氧化物膜的表面的面積為 100 mm^2 以上或直徑為 50 mm 以上。

【0015】 藉此，能夠大面積地獲得晶性優異的結晶性氧化物膜。

【0016】 此外，本發明提供一種積層結構體，其至少包含基底基板與上述所述之結晶性氧化物膜。

【0017】 藉此，可提供一種積層結構體，其晶性優異，並且應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異。此外，會成為膜的表面平滑性也優異者。

【0018】 此外，本發明提供一種半導體裝置，其包含上述所述之結晶性氧化物膜。

【0019】 藉此，可提供一種半導體裝置，其半導體特性、特別是耐壓性優異。

【0020】 進一步，本發明提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $17.70^\circ < 2\theta < 41.40^\circ$ 及 $21.00^\circ < \omega < 32.90^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $41.60^\circ < \omega + \theta < 41.90^\circ$ 。

【0021】 此外，本發明提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的

藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $28.60^\circ < 2\theta < 52.30^\circ$ 及 $26.50^\circ < \omega < 38.40^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $52.50^\circ < \omega + \theta < 52.80^\circ$ 。

【0022】 進一步，本發明提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $13.80^\circ < 2\theta < 37.50^\circ$ 及 $19.10^\circ < \omega < 31.00^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $37.70^\circ < \omega + \theta < 38.00^\circ$ 。

【0023】 此外，本發明提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $44.30^\circ < 2\theta$

$< 68.00^\circ$ 及 $34.30^\circ < \omega < 46.20^\circ$ 時具有極大點，並且有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $68.20^\circ < \omega + \theta < 68.50^\circ$ 。

【0024】 只要是如以上的結晶性氧化物膜的製造方法，可藉由簡便的製程來獲得高產率的結晶性氧化物膜。此外，可獲得一種結晶性氧化物膜，其晶性優異，並且應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異。進一步，可獲得表面平滑性也優異的結晶性氧化物膜。

[發明的效果]

【0025】 如上所述，根據本發明的結晶性氧化物膜，會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異者。此外，會成為表面平滑性也優異者。此外，根據本發明的積層結構體，可提供一種積層結構體，其晶性優異，並且應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異。此外，會成為膜的表面平滑性也優異者。此外，會成為可抑制漏電流者。

進一步，本發明的結晶性氧化物膜的製造方法可獲得一種結晶性氧化物膜，其晶性優異，並且應用於半導體裝置時的半導體特性、特別是耐壓性優異，進一步表面平滑性也優異。

【圖式簡單說明】

【0026】

第1圖是顯示使用了本發明的積層結構體之半導體裝置的一例的示意構成圖。

第2圖是顯示適合用於本發明的積層結構體的成膜的成膜裝置(霧化CVD裝置(霧化化學氣相沉積裝置))的一例的示意構成圖。

第3圖是說明用於本發明的霧化部的一例的圖。

第4圖是本發明的X射線繞射法的概念圖。

【實施方式】

【0027】 如同上述，謀求提供一種耐壓性優異的結晶性氧化物膜。

【0028】 發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由一種結晶性氧化物膜，可藉由簡便的製程高產率地獲得，且會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ ，並且該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分。

【0029】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸

的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0030】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由一種結晶性氧化物膜，可藉由簡便的製程高產率地獲得，且會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ ，並且該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分。

【0031】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0032】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由一種結晶性氧化物膜，可藉由簡便的製程高產率地獲得，且會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ ，並且該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分。

【0033】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0034】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由一種結晶性氧化物膜，可藉由簡便的製程高產率地獲得，且會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在

$40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ ，並且該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分。

【0035】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜在使 **CuK α** 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0036】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由將結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，能夠藉由簡便的製程高產率地製造結晶性氧化物膜，並且所獲得的結晶性氧化物膜會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該藍寶石基板設為在使 **CuK α** 射線入射而 X 射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $17.70^\circ < 2\theta < 41.40^\circ$ 及 $21.00^\circ < \omega < 32.90^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $41.60^\circ < \omega + \theta < 41.90^\circ$ ，該結晶性氧化物膜在掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射

輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0037】亦即，本發明提供一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含銻作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $17.70^\circ < 2\theta < 41.40^\circ$ 及 $21.00^\circ < \omega < 32.90^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $41.60^\circ < \omega + \theta < 41.90^\circ$ 。

【0038】此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由將結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，能夠藉由簡便的製程高產率地製造結晶性氧化物膜，並且所獲得的結晶性氧化物膜會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該藍寶石基板設為在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $28.60^\circ < 2\theta < 52.30^\circ$ 及 $26.50^\circ < \omega < 38.40^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $52.50^\circ < \omega + \theta < 52.80^\circ$ ，該結晶性氧化物膜在掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射

輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0039】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含銻作為主成分，該製造方法的特徵在於，在使 $\text{Cu K } \alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{Cu K } \alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $28.60^\circ < 2\theta < 52.30^\circ$ 及 $26.50^\circ < \omega < 38.40^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $52.50^\circ < \omega + \theta < 52.80^\circ$ 。

【0040】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由成膜於設為基底基板的藍寶石基板，能夠藉由簡便的製程高產率地製造結晶性氧化物膜，並且所獲得的結晶性氧化物膜會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該藍寶石基板設為在使 $\text{Cu K } \alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $13.80^\circ < 2\theta < 37.50^\circ$ 及 $19.10^\circ < \omega < 31.00^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $37.70^\circ < \omega + \theta < 38.00^\circ$ ，該結晶性氧化物膜在掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$

時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0041】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含銻作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $13.80^\circ < 2\theta < 37.50^\circ$ 及 $19.10^\circ < \omega < 31.00^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $37.70^\circ < \omega + \theta < 38.00^\circ$ 。

【0042】 此外，發明人針對上述技術問題致力於研究，結果發現藉由成膜於設為基底基板的藍寶石基板，能夠藉由簡便的製程高產率地製造結晶性氧化物膜，並且所獲得的結晶性氧化物膜會成為晶性優異，並且應用於半導體裝置時半導體特性、特別是耐壓性優異者，進而基於該發現完成本發明，該藍寶石基板設為在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $44.30^\circ < 2\theta < 68.00^\circ$ 及 $34.30^\circ < \omega < 46.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $68.20^\circ < \omega + \theta < 68.50^\circ$ ，該結晶性氧化物膜在掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$

時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0043】 亦即，本發明是一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $44.30^\circ < 2\theta < 68.00^\circ$ 及 $34.30^\circ < \omega < 46.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $68.20^\circ < \omega + \theta < 68.50^\circ$ 。

【0044】 以下，針對本發明進行詳細地說明，但是本發明並未限定於此。

【0045】 (結晶性氧化物膜)

本發明的第一形態的結晶性氧化物膜，在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點。

【0046】 第 4 圖中顯示本發明的 X 射線繞射的概念圖。X 射線源 402 是使 $\text{CuK}\alpha$ 射線 (波長 1.5418 \AA) 產生者。對於試料 401 的試料面，使 X 射線以角度 ω 穿透並入射於入射光學系元件 403，並以相對於試料面為角度 θ 的方式使反射 X 射線穿透受光光學系元件 404，然後利用偵測器 405 來進行偵

測(作為要控制的參數，通常使用 θ 的2倍也就是 2θ)。 φ 軸411與試料面正交，然後一邊保持試料面的水平一邊繞著 φ 軸411使試料以角度 φ 進行旋轉。當裝置中不具有試料旋轉機制時，也可以制宜地以手動方式使試料旋轉。

【0047】 本發明的第一態樣是一種結晶性氧化物膜，其特徵如下。首先是在使偵測器405的狹縫擴張的狀態下，實行通常的 $\omega - 2\theta$ (若是 $\omega = \theta$ 則同時地測定 ω 與 2θ)測定。在獲得源自結晶性氧化物膜的峰的狀態下以 $0 \sim 90^\circ$ 掃描 φ ，找出偵測強度成為最大的 φ 。繼而，固定於偵測強度成為最大的 φ ，縮小偵測器405的狹縫，利用下述條件分別獨立地進行掃描： 2θ 例如在 $15^\circ \sim 45^\circ$ 的範圍， ω 例如在 $15^\circ \sim 35^\circ$ 的範圍等。繼而，自偵測強度成為最大的 φ 使試料旋轉 180° 後，再次掃描 2θ 與 ω 。此時的最大反射強度(反射輸出)在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0048】 本發明的第二態樣是一種結晶性氧化物膜，其特徵在於，在實行與上述相同的測定時，最大反射強度(反射輸出)在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0049】 本發明的第三態樣是一種結晶性氧化物膜，其特徵在於，在實行與上述相同的測定時，最大反射強度(反射輸出)在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時

具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0050】 本發明的第四態樣是一種結晶性氧化物膜，其特徵在於，在實行與上述相同的測定時，最大反射強度(反射輸出)在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0051】 全部的結晶性氧化物膜皆不含 $\theta = \omega$ 的情況，暗示了膜面與晶面並未平行。因此認為，會變得不易發生垂直地貫穿膜面的晶體缺陷等，會成為晶性優異並且在應用於半導體裝置時耐壓性優異者。

【0052】 若各 ω 、 2θ 、 $\omega + \theta$ 在上述範圍外，耐壓產率會變低，因而不佳。

【0053】 結晶性氧化物膜的結晶結構並無特別限定，可以是 β -gallia 結構，可以是剛玉結構，也可以是斜方晶。也可以是混合有複數種的結晶結構或多晶，但是較佳是單晶或經單軸定向的膜。

【0054】 本發明的結晶性氧化物膜，還是一種包含鎵作為主成分之結晶性氧化物膜。一般而言，氧化物膜由金屬與氧構成，但是在本發明的結晶性氧化物膜中，作為金屬只要以鎵作為主成分即可。再者，在本發明中所謂的「鎵作為主成分」，意指金屬成分中的 50~100 原子% 為鎵。作為鎵以外的金屬成分，可包含例如選自鐵、鋼、鋁、鈮、鈦、鉻、銻、銻、鎳及鈷中的 1 種或 2 種以上的金屬。

【0055】 結晶性氧化物膜中，可含有摻雜物元素。可列舉例如下述元素，而無特別限定：錫、鍺、矽、鈦、鋯、釩或鈮等的 n 型摻雜物；或，銅、銀、錫、銻、銻或鎂等 p 型摻雜物等。摻雜物的濃度，例如可以是約 $1 \times 10^{16} / \text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ ，可以是約 $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下的低濃度，也可以是約 $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 以上的高濃度。

【0056】 結晶性氧化物膜的膜厚並無特別限定，較佳是 $1 \mu\text{m}$ 以上。上限值並無特別限定，例如能夠設為 $100 \mu\text{m}$ 以下，較佳是設為 $50 \mu\text{m}$ 以下，更佳是設為 $20 \mu\text{m}$ 以下。

【0057】 結晶性氧化物膜的尺寸並無特別限定，但是只要結晶性氧化物膜的表面的面積為 100mm^2 以上或直徑為 2 吋 (50mm) 以上，即可獲得結晶性良好且大面積的膜，因而較佳。

【0058】 如此的本發明的結晶性氧化物膜，是可藉由如後述的簡便的製程而高產率地獲得者。

【0059】 (積層結構體)

上述全部結晶性氧化物膜，皆可與基底基板一起形成積層結構體。第 1 圖顯示了使用了本發明的積層結構體 110 之半導體裝置 100 的適當示例。如第 1 圖所示，本發明的積層結構體 110，具有基底基板 101 與上述任一結晶性氧化物膜 103。

【0060】 在基底基板 101 與結晶性氧化物膜 103 之間也可以隔著另外的層。所謂另外的層，是與基底基板 101 以及最表層的結晶性氧化物膜 103 的組成不同的層，也被稱為

緩衝層。緩衝層可以是結晶性氧化物膜、半導體膜、絕緣膜或金屬膜等的任一種，作為材料例如適於使用 Al_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 In_2O_3 、 Rh_2O_3 、 V_2O_3 、 Ti_2O_3 、或 Ir_2O_3 等，也可以使用該等的固熔體。作為緩衝層的厚度，較佳是 $0.1\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ 。

【0061】 (基底基板)

本發明的積層結構體110中的基底基板101，只要是適於上述的結晶性氧化物膜103的成長還能夠設為支撐體者即可，並無特別限定。要將對結晶性氧化物膜貼合基底基板來作成積層結構體時，材料並無特別限定，能夠使用習知的基板，可以是有機化合物，也可以是無機化合物。可列舉例如：聚砜、聚醚砜、聚苯硫醚、聚二醚酮、聚醯亞胺、聚醚醯亞胺、氟樹脂、鐵或鋁、不銹鋼、金等的金屬、石英、玻璃、碳酸鈣、氧化鎵、 ZnO (氧化鋅)等。除此之外，可列舉矽、藍寶石、鉍酸鋰、鋰酸鋰、 SiC (碳化矽)、 GaN (氮化鎵)、氧化鐵、氧化鉻等的單晶基板，並且在本發明的積層結構體110中，期望是如以上的單晶基板。藉此，能夠獲得品質更良好的結晶性氧化物膜103。特別是藍寶石基板、鉍酸鋰基板、鋰酸鋰基板較為便宜，在工業性上較為有利。

【0062】 之後會詳細地說明，但是要使結晶性氧化物膜成長於基底基板時，會選擇適於成長的基底基板。

【0063】 基底基板的厚度較佳是 $100 \sim 5000 \mu\text{m}$ 。只要在這樣的範圍內，操作容易且能夠抑制成膜時的熱阻，因此會變得容易獲得品質良好的膜。

【0064】 (半導體裝置的構成例)

第1圖所示的半導體裝置100的示例中，在基底基板101上形成有結晶性氧化物膜103。結晶性氧化物膜103構成為自基底基板101側起依序地積層有絕緣性薄膜103a與導電性薄膜103b。在導電性薄膜103b上形成有閘極絕緣膜105。在閘極絕緣膜105上形成有閘極107。此外，在導電性薄膜103b上以夾持閘極107的方式形成有源極及汲極109。根據這樣的構成，藉由對閘極107施加閘極電壓，變得能夠控制形成於導電性薄膜103b的空乏層，而變得能進行電晶體作用(FET(場效電晶體)裝置)。

【0065】 作為使用本發明的積層結構體所形成的半導體裝置，可列舉：MIS(Metal insulator semiconductor，金屬絕緣半導體)和HEMT(High electron mobility transistor，高電子移動率電晶體)、IGBT(Insulated gate bipolar transistor，絕緣閘極雙極性電晶體)等的電晶體和TFT(Thin-Film transistor，薄膜電晶體)、利用了半導體-金屬接合之肖特基能障二極體、與其他的P層組合而成之PN或PIN二極體、發光及受光元件。本發明的積層結構體有助於提升該等裝置的特性。

【0066】 如上述的積層結構體，能夠利用蒸鍍法、MBE法、濺鍍法、CVD法、霧化CVD法、液相磊晶成長法等之習知方法來形成。

【0067】 以下，以霧化CVD法為例，說明本發明的結晶性氧化物膜和積層結構體的製造方法。再者，在此處，本發明中所稱的霧，意指分散於氣體中的液體微粒的總稱，包含被稱為霧、液滴等者。

【0068】 (成膜裝置)

首先，針對適於製造本發明的積層結構體的用於霧化CVD法中的成膜裝置(霧化CVD裝置)進行說明。第2圖中顯示了用於霧化CVD法中的成膜裝置201的一例。成膜裝置201至少具有：霧化部220，其將原料溶液204a霧化而使霧產生；載體氣體供給部230，其將運送霧的載體氣體進行供給；供給管209，其連接霧化部220與成膜室207並可藉由載體氣體運送霧；成膜室207，其將與來自供給管209的載體氣體一併進行供給的霧進行熱處理，並在基底基板210上實行成膜。

【0069】 (霧化部)

霧化部220中，將原料溶液204a霧化而使霧產生。作為霧化手段，只要能夠將原料溶液204a霧化即可，並無特別限定，可以是習知的霧化手段，但是較佳是藉由超音波振動進行的霧化手段。原因在於能夠更穩定地進行霧化。

【0070】 第3圖顯示了如此的霧化部220的一例。霧化部220可包括：霧產生源204，其可容置原料溶液204a；容

器 205，其可容納能傳導超音波振動之媒介，例如水 205a；超音波振子 206，其被安裝於容器 205 的底面。詳言之，由容置有原料溶液 204a 之容器所構成的霧發生源 204，使用支撐體(未圖示)被收納於容置有水 205a 之容器 205 中。在容器 205 的底部處，可以安裝超音波振子 206，也可以連接超音波振子 206 與振盪器 216。並且能夠構成為：若使振盪器 206 啟動，超音波振子 206 會震動，超音波隔著水 205a 傳導至霧發生源 204 內，而原料溶液 204a 會進行霧化。

【0071】 (原料溶液)

原料溶液 204a 只要是含鎂且能夠霧化者即可，包含於溶液中的材料並無特別限定，可以是無機材料，也可以是有機材料。作為鎂以外所包含的材料，可適用金屬或金屬化合物，可使用例如包含選自鐵、鋼、鋁、鈮、鈦、鉻、銻、鎳及鈷中的 1 種或 2 種以上的金屬者。作為如以下的原料溶液，能夠適用使金屬以錯合物或鹽的形態溶解或分散於有機溶劑或水中者。作為鹽的形態，可列舉例如：如氯化金屬鹽、溴化金屬鹽、碘化金屬鹽這樣的鹵化鹽等。此外，將上述金屬溶解於如溴化氫、鹽酸、碘化氫這樣的鹵化氫等者也能夠作為鹽的溶液來使用。作為錯合物的形態，可列舉例如：乙醯丙酮錯合物、羰基錯合物、氨絡物、氫化物錯合物等。也能夠藉由將乙醯丙酮混合於前述的鹽的溶液中，來形成乙醯丙酮錯合物。原料溶液 204a 中的金

屬濃度並無特別限定，能夠設為0.005～1 莫耳/L等。混合、溶解時的溫度較佳是20℃以上。

【0072】 原料溶液中，可混合鹵化氫和氧化劑等的添加劑。作為鹵化氫，可列舉例如：溴化氫、鹽酸、碘化氫等，該等之中，較佳是溴化氫或碘化氫。作為氧化劑，可列舉例如：過氧化氫(H₂O₂)、過氧化鈉(Na₂O₂)、過氧化鋇(BaO₂)、過氧化苯甲醯(C₆H₅CO)₂O₂、次氯酸(HClO)、過氯酸、硝酸、臭氧水、過氧乙酸或硝基苯等的有機過氧化物等。

【0073】 原料溶液中，可含有摻雜物。摻雜物並無特別限定。可列舉例如：錫、鍺、矽、鈦、鋯、釩或鈮等的n型摻雜物；或，銅、銀、銻、銻或鎂等的p型摻雜物等。

【0074】 (載體氣體供給部)

如第2圖所示，載體氣體供給部230具有載體氣體源202a，其將載體氣體進行供給。此時，可具備流量調節閥203a，其用以調節自載體氣體源202a所輸送出的載體氣體的流量。此外，也能夠依據需要具備有：稀釋用載體氣體源202b，其將稀釋用的載體氣體進行供給；及，流量調節閥203b，其用以調節自稀釋用載體氣體源202b所輸送出的稀釋用載體氣體的流量。

【0075】 載體氣體的種類並無特別限定，能依據成膜物適當地選擇。可列舉例如：氧氣、臭氧、氮氣和氬氣等的惰性氣體；或，氫氣或合成氣體(forming gas)等的還原氣體等。此外，載體氣體的種類可以是1種，也可以是2種以

上。例如，作為第二載體氣體，能夠進一步使用稀釋氣體等，也能夠使用空氣，該稀釋氣體是將與第一載體氣體相同的氣體利用第一載體氣體以外的氣體稀釋（例如進行10倍稀釋）而成者。載體氣體的流量並無特別限定。例如，當成膜於直徑2吋（約50 mm）的基板上時，載體氣體的流量較佳是設為0.05～50 L/分鐘，更佳是設為5～20 L/分鐘。

【0076】 （供給管）

成膜裝置201具有供給管209，所述供給管209將霧化部220與成膜室207進行連接。此時，霧會自霧化部220的霧發生源204藉由載體氣體經由供給管209進行輸送，然後被供給至成膜室207內。供給管209例如能夠使用石英管和玻璃管、樹脂製的管線等。

【0077】 （成膜室）

在成膜室207內設置有基底基板210，並且能夠具備用以將該基底基板210加熱的加熱器208。加熱器208，可以如第2圖所示地設置於成膜室207的外部，也可以設置於成膜室207的內部。自供給管209所供給的霧通過成膜室207內的配管，與載體氣體一起自噴嘴朝向基底基板210噴出。此外，成膜室207中，可以在不會對向基底基板210的霧的供給造成影響的位置處，設置排出氣體的排氣口212。此外，可以將基底基板210設置於成膜室207的上表面然後使面朝下，也可以將基底基板210設置於成膜室207的底面然後使面朝上。

【0078】 （基底基板）

用於膜成長的基底基板，較佳是使用具下述特徵之基底基板：將CuK α 射線設為自X射線源產生的X射線，當如前述那樣掃描 φ 、 ω 、 2θ 時的最大反射強度(反射輸出)，會在某一 2θ 及 ω 的範圍時出現(具有極大點)。

【0079】 具體而言，當於基底基板使用藍寶石基板時，可使用最大反射強度出現於 $17.70^\circ < 2\theta < 41.40^\circ$ 及 $21.00^\circ < \omega < 32.90^\circ$ 時者。此時，較佳是 $41.60^\circ < \omega + \theta < 41.90^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0080】 此外，當於基底基板使用藍寶石基板時，可使用最大反射強度出現於 $28.60^\circ < 2\theta < 52.30^\circ$ 及 $26.50^\circ < \omega < 38.40^\circ$ 時者。此時，較佳是 $52.50^\circ < \omega + \theta < 52.80^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0081】 此外，當於基底基板使用藍寶石基板時，可使用最大反射強度出現於 $13.80^\circ < 2\theta < 37.50^\circ$ 及 $19.10^\circ < \omega < 31.00^\circ$ 時者。此時，較佳是 $37.70^\circ < \omega + \theta < 38.00^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，能夠製造一種結晶性氧化物

膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0082】 此外，當於基底基板使用藍寶石基板時，可使用最大反射強度出現於 $44.30^\circ < 2\theta < 68.00^\circ$ 及 $34.30^\circ < \omega < 46.20^\circ$ 時者。此時，較佳是 $68.20^\circ < \omega + \theta < 68.50^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0083】 此外，當於基底基板使用鋁酸鋰基板時，可使用最大反射強度出現於 $15.20^\circ < 2\theta < 38.90^\circ$ 及 $19.80^\circ < \omega < 31.70^\circ$ 時者。此時，較佳是 $39.10^\circ < \omega + \theta < 39.40^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，也能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【0084】 此外，當於基底基板使用鋁酸鋰基板時，可使用最大反射強度出現於 $24.50^\circ < 2\theta < 48.30^\circ$ 及 $24.40^\circ < \omega < 36.40^\circ$ 時者。此時，較佳是 $48.40^\circ < \omega + \theta < 48.80^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，也能夠製造一種結晶性氧化物

膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【0085】 此外，當於基底基板使用鋁酸鋰基板時，可使用最大反射強度出現於 $10.80^\circ < 2\theta < 34.50^\circ$ 及 $17.60^\circ < \omega < 29.50^\circ$ 時者。此時，較佳是 $34.70^\circ < \omega + \theta < 35.00^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，也能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【0086】 此外，當於基底基板使用鋁酸鋰基板時，可使用最大反射強度出現於 $38.40^\circ < 2\theta < 62.10^\circ$ 及 $31.40^\circ < \omega < 43.30^\circ$ 時者。此時，較佳是 $62.30^\circ < \omega + \theta < 62.60^\circ$ 。藉由使用這樣的基底基板，也能夠製造一種結晶性氧化物膜，其掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【0087】 藉由使用這樣的基底基板進行成膜，膜能夠接收基底基板的狀況地進行成長，而能夠獲得本發明的結晶性氧化物膜。如此的基底基板可藉由下述方式獲得，例如：

準備基底基板的成膜面的面向經細微地變化者，然後進行 X 射線繞射測定，來選出如上述的基底基板。

【0088】 (成膜方法)

繼而，參照第 2 圖，說明本發明的積層結構體的製造方法的一例。霧化 CVD 法示意性地由下述步驟構成：霧發生步驟，其是在霧化部中將含鎵之原料溶液霧化而使霧產生；載體氣體供給步驟，其將用以輸送前述霧之載體氣體供給至前述霧化部；輸送步驟，其隔著連接前述霧化部與成膜室之供給管，藉由前述載體氣體將前述霧自前述霧化部往前述成膜室輸送；及，成膜步驟，其將前述經輸送的霧進行熱處理並在基底基板上實行成膜。

【0089】 將藉由前述操作混合而成之原料溶液 204a 容置於霧發生源 204，將基底基板 210 載置於成膜室 207 內，然後使加熱器 208 啟動。繼而，打開流量調節閥 203a、203b，將載體氣體自載體氣體源 202a、稀釋用載體氣體源 202b 供給至成膜室 207 內，利用載體氣體將成膜室 207 的氣氛充分地置換之後，分別調節載體氣體的流量與稀釋用載體氣體的流量。

【0090】 繼而，作為霧發生步驟，使超音波振子 206 振動，並通過水 205a 將其振動傳導至原料溶液 204a，藉此將原料溶液 204a 霧化而使霧產生。

【0091】 繼而，作為載體氣體供給步驟，將用以輸送霧之載體氣體供給至霧化部 220。

【0092】 繼而，作為輸送步驟，隔著連接霧化部 220 與成膜室 207 之供給管 209，藉由載體氣體將霧自霧化部 220 往成膜室 207 輸送。

【0093】 繼而，作為成膜步驟，將被輸送至成膜室 207 的霧加熱使其產生熱反應，在基底基板 210 的部分或整個的表面上實行成膜。

【0094】 熱反應需要藉由加熱使霧中包含的鎂等的反應進行。因此，需要將反應時的基板表面的溫度設為至少 400℃ 以上。與其他的 CVD 法不同，霧化 CVD 法中需要使原料以霧狀的液體的狀態到達至基底基板表面。因此，基底基板表面的溫度會大幅地降低。從而，反應時的基底基板表面的溫度，與裝置設定的溫度不同。較佳是反應時也測定、控制基底基板表面的溫度，但是若難以進行時，也能夠以下述方式替代：僅導入載體氣體、或導入不含溶質的水霧等，模擬性地操作反應的狀態來測定溫度。

【0095】 進而，熱反應也會依存於基底基板周圍的環境溫度。從而，期望噴嘴和成膜室的內壁溫度高於室溫。其原因在於為了使上述熱反應穩定。例如，噴嘴溫度能夠設為 50 ~ 250℃。

【0096】 再者，熱反應能夠在真空下、非氧氣氛下、還原氣體氣氛下、空氣氣氛下及氧氣氣氛下中任一氣氛下實行，只要依據成膜物適當地設定即可。此外，反應壓力可以在大氣壓下、加壓下及減壓下中的任一條件下實行，但是只要是在大氣壓下，裝置構成即能簡化，因而較佳。

【0097】 (緩衝層的形成)

如同上述，可在基底基板與結晶性氧化物膜之間適當地設置緩衝層。緩衝層的形成方法並無特別限定，能夠藉由濺鍍法、蒸鍍法等之習知方法來成膜，但是當使用如上述的霧化CVD法時，僅適當變更原料溶液即能夠形成而簡便。具體而言，能夠適用使金屬以錯合物或鹽的形態溶解或分散於水中者作為原料水溶液，該金屬是選自鋁、鎵、鉻、鐵、銮、銻、釩、鈦及銱中的1種或2種以上。作為錯合物的形態，可列舉例如：乙醯丙酮錯合物、羰基錯合物、氨絡物、氫化物錯合物等。作為鹽的形態，可列舉例如：氯化金屬鹽、溴化金屬鹽、碘化金屬鹽等。此外，也能夠將上述金屬溶解於溴化氫、鹽酸、碘化氫等者也能作為鹽的溶液來使用。此時，溶質濃度較佳是0.005~1莫耳/L，溶解溫度較佳是設為20℃以上。針對其他條件，能夠藉由與上述相同的條件來形成緩衝層。將緩衝層成膜為規定的厚度後，藉由上述的方法實行成膜。

【0098】 作為緩衝層形成方法的特殊情況，是使用與結晶性氧化物膜相同的材料的情況。此時，可將緩衝層的成膜溫度設為高於結晶性氧化物膜的成膜溫度。例如，可以將緩衝層的成膜溫度設為450℃然後將結晶性氧化物膜的成膜溫度設為400℃，也可以將緩衝層設為500℃然後將結晶性氧化物膜設為450℃等。藉由如此操作，可更提升結晶性氧化物膜的晶性。

【0099】 (熱處理)

此外，本發明的積層結構體可以在 $200 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 中進行熱處理。藉此，可進一步去除結晶性氧化物膜中的未反應物種，而能夠獲得更高品質的積層結構體。熱處理可以在空氣中、氧氣氣氛中實行，也可以在氮氣和氬氣等惰性氣體氣氛下實行。熱處理時間能夠適當地決定，例如能夠設為 $5 \sim 240$ 分鐘。

【0100】 (剝離)

在本發明的積層結構體中，可以將結晶性氧化物膜自基底基板剝離。剝離手段並無特別限定，可以是習知的手段。作為剝離手段的方法，可列舉例如：賦予機械性衝擊來進行剝離的手段；施加熱而利用熱應力來進行剝離的手段；施加超音波等的振動來進行剝離的手段；蝕刻來進行剝離的手段等。藉由這樣的剝離，能夠將結晶性氧化物膜作成自立膜來獲得。

【0101】 (其他的製造方法)

以上，以霧化CVD法為例，說明了本發明的結晶性氧化物膜的製造方法，但是即便在霧化CVD法以外的方法時，仍能夠製造本發明的結晶性氧化物膜。如此，本發明的結晶性氧化物膜能夠藉由簡便的製程高產率地獲得。

[實施例]

【0102】 以下，使用實施例及比較例具體地說明本發明，但是本發明不限於該等示例。

【0103】 [實施例 1]

參照第2圖，說明用於本實施例的成膜裝置201。成膜裝置201具備有：載體氣體源202a，其將載體氣體進行供給；流量調節閥203a，其用以調節自載體氣體源202a所輸送出的載體氣體的流量；稀釋用載體氣體源202b，其將稀釋用的載體氣體進行供給；流量調節閥203b，其用以調節自稀釋用載體氣體源202b所輸送出的稀釋用載體氣體的流量；霧發生源204，其可容置原料液體204a；容器205，其容置有水205a；超音波振子206，其被安裝於容器205的底面；成膜室207，其具備加熱器208；石英製的供給管209，其將霧發生源204起至成膜室207連接在一起。

【0104】 (基底基板)

準備4吋(100 mm)的藍寶石基板作為基底基板210。對於該基板，使用X射線繞射裝置，實行 $\omega - 2\theta$ 測定，以獲得源自基底基板的峰的狀態下，掃描繞著與基底基板210的表面正交的 φ 軸的角度 φ ，然後固定於偵測強度為最大的 φ 後，分別獨立地掃描 2θ 、 ω 時，在 $\omega = 24.86^\circ$ 、 $2\theta = 33.72^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時的 $\omega + \theta$ 為 41.72° 。

【0105】 (n^+ 氧化鎵膜的成膜)

將該基底基板210載置於成膜室207內，將加熱器208設定為 450°C 進行升溫，放置30分鐘，使含噴嘴之成膜室內的溫度穩定化。

原料溶液 204 a 將超純水用來作為溶劑，並將溴化鎵作為溶質。原料溶液中的鎵濃度設為 0.1 莫耳/L，以錫相對於鎵的原子比成為 1 : 0.08 的方式混合溴化錫。將該原料溶液 204 a 容置於霧發生源 204 內。繼而，打開流量調節閥 203 a、203 b，將載體氣體自載體氣體源 202 a、稀釋用載體氣體源 202 b 供給至成膜室 207 內，利用載體氣體將成膜室 207 的氣氛充分地置換之後，分別將載體氣體的流量調節為 2 L/分鐘，並將稀釋用載體氣體的流量調節為 6 L/分鐘。作為載體氣體、稀釋用載體氣體使用了氮氣。

繼而，以 2.4 MHz 的條件使超音波振子 206 振動，並通過水 205 a 使其振動傳導至原料溶液 204 a，藉此將原料溶液 204 a 霧化而產生霧。藉由載體氣體，將該霧經由供給管 209 導入至成膜室 207 內，然後在基底基板 210 上使霧進行熱反應，在基底基板 210 上形成氧化鎵的薄膜。成膜時間設為 180 分鐘。

【0106】 (評價)

針對形成於基底基板 210 上的薄膜，藉由 X 射線繞射，確認形成 α -Ga₂O₃ 的情況。此外，利用光干涉型的膜厚計測定膜厚時，膜厚為 7.8 μ m。

【0107】 (n⁻氧化鎵膜的成膜)

接續實行 n⁻氧化鎵膜的成膜。將已自作為基底基板 210 的藍寶石基板剝離的 n⁺型半導體膜載置於成膜室 207 內，將加熱器 208 設定為 450 °C 進行升溫，放置 30 分鐘，使含噴嘴之成膜室內的溫度穩定化。

原料溶液 204 a 將超純水用來作為溶劑，並將溴化鎵作為溶質。原料溶液中的鎵濃度設為 0.1 莫耳/L。將該原料溶液 204 a 容置於霧發生源 204 內。繼而，打開流量調節閥 203 a、203 b，將載體氣體自載體氣體源 202 a、稀釋用載體氣體源 202 b 供給至成膜室 207 內，利用載體氣體將成膜室 207 的氣氛充分地置換之後，分別將載體氣體的流量調節為 2 L/分鐘，並將稀釋用載體氣體的流量調節為 6 L/分鐘。作為載體氣體、稀釋用載體氣體使用了氮氣。

繼而，以 2.4 MHz 的條件使超音波振子 206 振動，並通過水 205 a 使其振動傳導至原料溶液 204 a，藉此將原料溶液 204 a 霧化而產生霧。藉由載體氣體，將該霧經由供給管 209 導入至成膜室 207 內，然後在基底基板 210 上使霧進行熱反應，在基底基板 210 上形成氧化鎵的薄膜。成膜時間設為 120 分鐘。

【0108】 (評價)

針對所獲得的薄膜，藉由 X 射線繞射，確認形成 α -Ga₂O₃ 的情況。進一步，實行 $\omega - 2\theta$ 測定，以獲得源自基板的峰的狀態下，掃描繞著與薄膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，然後固定於偵測強度成為了最大的 φ 後，分別獨立地掃描 2θ 、 ω 時，在 $\omega = 24.14^\circ$ 、 $2\theta = 32.28^\circ$ 時偵測輸出(反射輸出)成為了最大(極大點)。此時的 $\omega + \theta$ 為 40.28° 。

【0109】 (第一金屬層(肖特基電極)的形成)

在 n^- 型半導體層上，分別以電子束蒸鍍積層 Pt (鉑) 層、Ti (鈦) 層及 Au (金) 層。再者，Pt 層的厚度為 10 nm，Ti 層的厚度為 4 nm，Au 層的厚度為 175 nm。

【0110】 (第二金屬層(歐姆電極)的形成)

在 n^+ 型半導體層上，分別以電子束蒸鍍積層 Ti 層及 Au 層。再者，Ti 層的厚度為 35 nm，Au 層的厚度為 175 nm。

【0111】 (評價)

對於所獲得的 SBD 實施 IV 測定。當以耐壓為 600 V 以上視為合格來調查產率時，88% 為合格。

【0112】 [實施例 2]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 21.06^\circ$ 、 $2\theta = 41.32^\circ$ ($\omega + \theta = 41.72^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^- 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 20.34^\circ$ 、 $2\theta = 39.88^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 40.28° 。調查耐壓產率時，82% 為合格。

【0113】 [實施例 3]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 32.86^\circ$ 、 $2\theta = 17.72^\circ$ ($\omega + \theta = 41.72^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^- 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 32.14^\circ$ 、 $2\theta = 16.28^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 40.28° 。調查耐壓產率時，80% 為合格。

【0114】 [實施例 4]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 40.18^\circ$ 、 $2\theta = 56.36^\circ$ ($\omega + \theta = 68.36^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^+ 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 38.41^\circ$ 、 $2\theta = 52.82^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 64.82° 。調查耐壓產率時，90% 為合格。

【0115】 [實施例 5]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 20.93^\circ$ 、 $2\theta = 33.85^\circ$ ($\omega + \theta = 37.86^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^+ 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 20.03^\circ$ 、 $2\theta = 32.05^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 36.06° 。調查耐壓產率時，83% 為合格。

【0116】 [實施例 6]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 34.32^\circ$ 、 $2\theta = 36.64^\circ$ ($\omega + \theta = 52.64^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^+ 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 33.14^\circ$ 、 $2\theta = 34.27^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 50.28° 。調查耐壓產率時，85% 為合格。

【0117】 [比較例]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 20.86^\circ$ 、 $2\theta = 41.72^\circ$ ($\omega + \theta = 41.72^\circ$) 時偵測輸出為最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝

置製作、評價。有關所獲得的 n^{\sim} 層，藉由X射線繞射在 $\omega = 20.14^{\circ}$ 、 $2\theta = 40.28^{\circ}$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 40.28° 。調查耐壓產率時，32%為合格。

【0118】 [實施例7]

除了使用藉由X射線繞射在 $\omega = 23.61^{\circ}$ 、 $2\theta = 31.22^{\circ}$ ($\omega + \theta = 39.22^{\circ}$)時偵測輸出成為了最大的鉬酸鋰基板作為基底基板210以外，利用與實施例1相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{\sim} 層，藉由X射線繞射在 $\omega = 24.14^{\circ}$ 、 $2\theta = 32.28^{\circ}$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 40.28° 。調查耐壓產率時，82%為合格。

【0119】 [實施例8]

除了使用藉由X射線繞射在 $\omega = 34.40^{\circ}$ 、 $2\theta = 67.92^{\circ}$ ($\omega + \theta = 68.36^{\circ}$)時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板210以外，利用與實施例1相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{\sim} 層，藉由X射線繞射在 $\omega = 32.63^{\circ}$ 、 $2\theta = 64.38^{\circ}$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 64.82° 。調查耐壓產率時，83%為合格。

【0120】 [實施例9]

除了使用藉由X射線繞射在 $\omega = 46.13^{\circ}$ 、 $2\theta = 44.46^{\circ}$ ($\omega + \theta = 68.36^{\circ}$)時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板210以外，利用與實施例1相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{\sim} 層，藉由X射線繞射在 $\omega = 44.36^{\circ}$ 、 $2\theta = 40.92^{\circ}$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 64.82° 。調查耐壓產率時，87%為合格。

【0121】 [實施例 10]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 19.22^\circ$ 、 $2\theta = 37.26^\circ$ ($\omega + \theta = 37.85^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{th} 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 18.32^\circ$ 、 $2\theta = 35.46^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 36.05° 。調查耐壓產率時，80% 為合格。

【0122】 [實施例 11]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 30.91^\circ$ 、 $2\theta = 13.88^\circ$ ($\omega + \theta = 37.85^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{th} 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 30.01^\circ$ 、 $2\theta = 12.08^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 36.05° 。調查耐壓產率時，87% 為合格。

【0123】 [實施例 12]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 26.59^\circ$ 、 $2\theta = 52.10^\circ$ ($\omega + \theta = 52.64^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^{th} 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 25.41^\circ$ 、 $2\theta = 49.73^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 50.27° 。調查耐壓產率時，89% 為合格。

【0124】 [實施例 13]

除了使用藉由 X 射線繞射在 $\omega = 38.28^\circ$ 、 $2\theta = 28.72^\circ$ ($\omega + \theta = 52.64^\circ$) 時偵測輸出成為了最大的藍寶石基板作

為基底基板 210 以外，利用與實施例 1 相同的程序實行成膜、裝置製作、評價。有關所獲得的 n^+ 層，藉由 X 射線繞射在 $\omega = 37.10^\circ$ 、 $2\theta = 26.35^\circ$ 時偵測輸出成為了最大。此時， $\omega + \theta$ 為 50.27° 。調查耐壓產率時，82% 為合格。

【0125】 如以上所述，比起比較例，實施例皆在耐壓的合格產率有明顯地提升。由此可知，本發明的結晶性氧化物膜在耐壓性方面優異。

【0126】 再者，本發明並未限定於上述實施形態。上述實施形態為例示，具有與本發明的申請專利範圍所記載的技術思想實質地相同的構成而能發揮相同的作用效果者，全部都包含在本發明的技術範圍內。

【符號說明】

【0127】

100: 半導體裝置

101: 基底基板

103: 結晶性氧化物膜

103a: 絕緣性薄膜

103b: 導電性薄膜

105: 閘極絕緣膜

107: 閘極

109: 汲極

105: 閘極絕緣膜

- 107: 閘極
- 109: 源極及汲極
- 201: 成膜裝置
- 202a: 載體氣體源
- 202b: 流量調節閥
- 203a: 稀釋用載體氣體源
- 203b: 流量調節閥
- 204: 霧產生源
- 204a: 原料溶液
- 205: 容器
- 205a: 水
- 206: 超音波振子
- 207: 成膜室
- 208: 加熱器
- 209: 供給管
- 210: 基底基板
- 212: 排氣口
- 216: 振盪器
- 220: 霧化部
- 230: 載體氣體供給部
- 401: 試料
- 402: X射線源
- 403: 入射光學系元件
- 404: 受光光學系元件

405: 偵測器

411: φ 軸

φ : 角度

2θ : 角度

【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

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $16.20^\circ < 2\theta < 39.90^\circ$ 及 $20.30^\circ < \omega < 32.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $40.10^\circ < \omega + \theta < 40.40^\circ$ 。

【請求項2】 一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $26.20^\circ < 2\theta < 49.90^\circ$ 及 $25.30^\circ < \omega < 37.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $50.10^\circ < \omega + \theta < 50.40^\circ$ 。

【請求項3】 一種結晶性氧化物膜，其包含鎵作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使 $\text{CuK}\alpha$ 射線入射而 X 射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $12.00^\circ < 2\theta < 35.70^\circ$ 及 $18.20^\circ < \omega < 30.10^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿

足下述條件： $35.90^\circ < \omega + \theta < 36.20^\circ$ 。

【請求項4】 一種結晶性氧化物膜，其包含銻作為主成分，該結晶性氧化物膜的特徵在於，在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，繞著與前述結晶性氧化物膜表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $40.80^\circ < 2\theta < 64.50^\circ$ 及 $32.60^\circ < \omega < 44.50^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $64.70^\circ < \omega + \theta < 65.00^\circ$ 。

【請求項5】 如請求項1~4中任一項所述之結晶性氧化物膜，其中，前述結晶性氧化物膜的表面的面積為 100 mm^2 以上或直徑為 50 mm 以上。

【請求項6】 一種積層結構體，其特徵在於至少包含基底基板與請求項1~4中任一項所述之結晶性氧化物膜。

【請求項7】 一種半導體裝置，其特徵在於包含請求項1~4中任一項所述之結晶性氧化物膜。

【請求項8】 一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含銻作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使CuK α 射線入射而X射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $17.70^\circ < 2\theta < 41.40^\circ$ 及 $21.00^\circ < \omega < 32.90^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極

大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $41.60^\circ < \omega + \theta < 41.90^\circ$ 。

【請求項9】一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 CuK α 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述基底基板的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $28.60^\circ < 2\theta < 52.30^\circ$ 及 $26.50^\circ < \omega < 38.40^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $52.50^\circ < \omega + \theta < 52.80^\circ$ 。

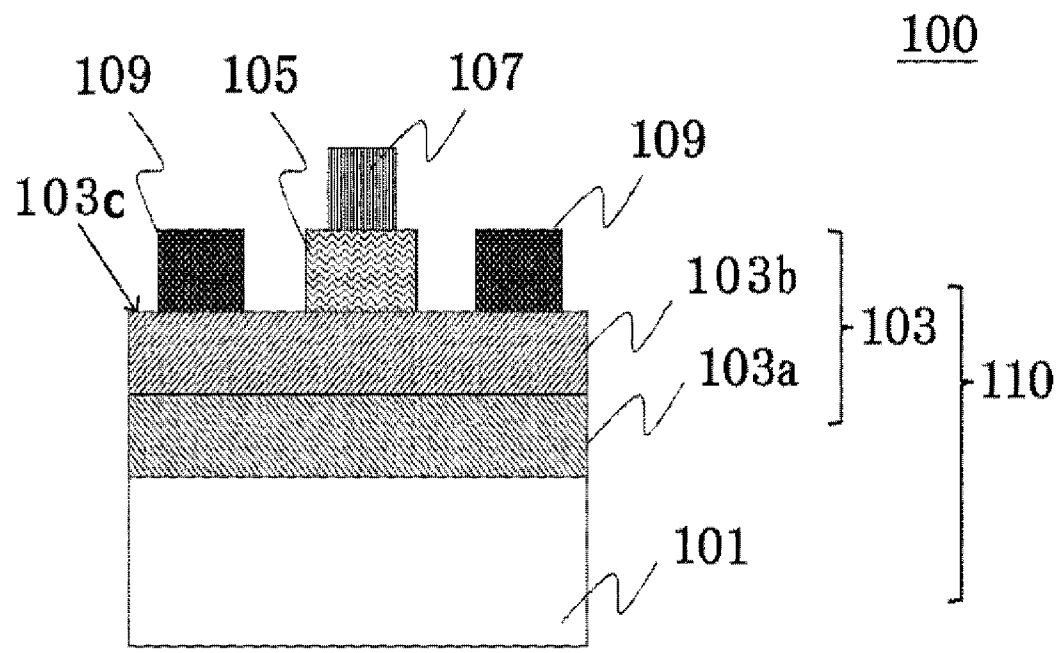
【請求項10】一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 CuK α 射線入射而 X 射線繞射時，在繞著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $13.80^\circ < 2\theta < 37.50^\circ$ 及 $19.10^\circ < \omega < 31.00^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $37.70^\circ < \omega + \theta < 38.00^\circ$ 。

【請求項11】一種結晶性氧化物膜的製造方法，該結晶性氧化物膜包含鎵作為主成分，該製造方法的特徵在於，將前述結晶性氧化物膜成膜於設為基底基板的藍寶石基板，該藍寶石基板在使 CuK α 射線入射而 X 射線繞射時，在繞

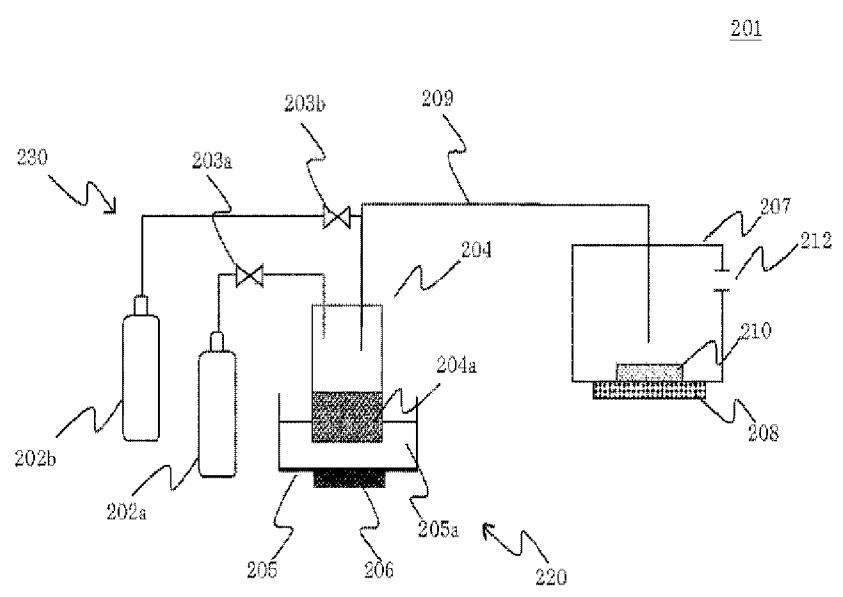
著與其表面正交的 φ 軸的角度 φ ，在藉由 $\omega - 2\theta$ 測定產生的源自前述結晶性氧化物膜的峰成為最大的 φ 的情況下，掃描 ω 、 2θ 時的反射輸出在 $44.30^\circ < 2\theta < 68.00^\circ$ 及 $34.30^\circ < \omega < 46.20^\circ$ 時具有極大點，並且，有關前述反射輸出成為極大的 ω 、 θ ，滿足下述條件： $68.20^\circ < \omega + \theta < 68.50^\circ$ 。

【發明圖式】

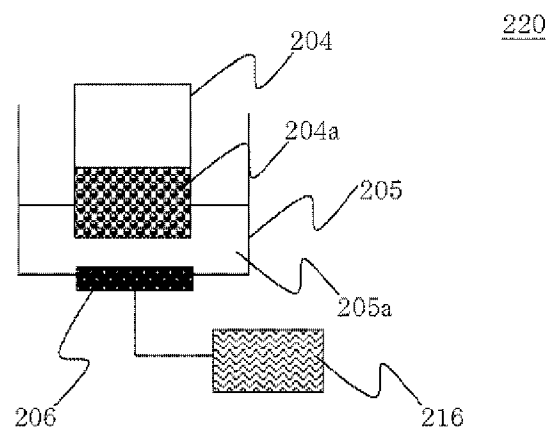
第1圖



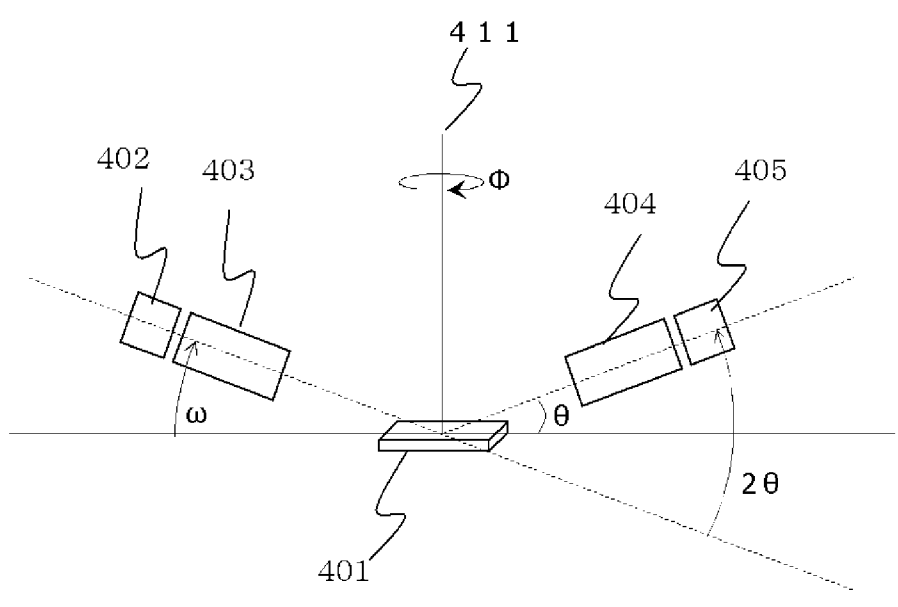
第2圖



第3圖

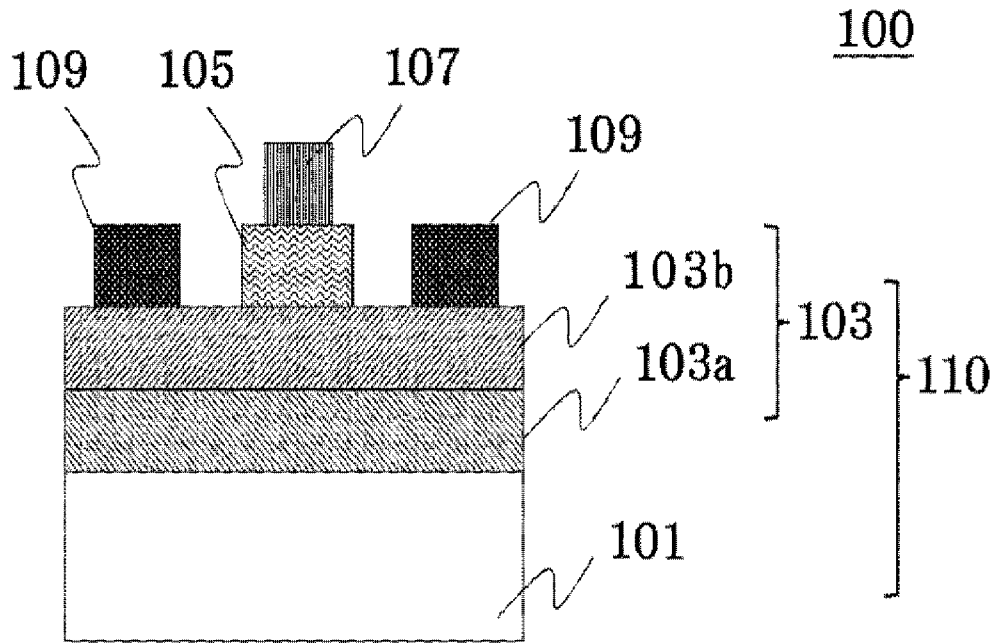


第4圖

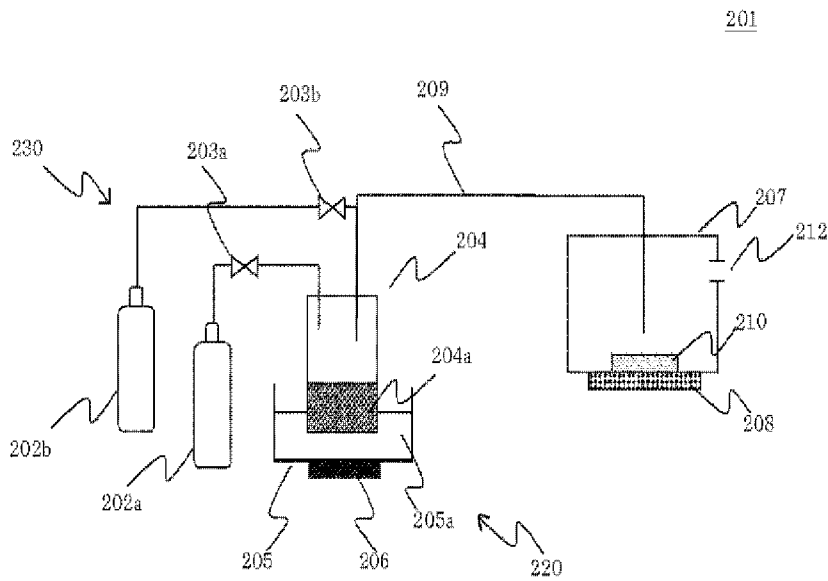


【發明圖式】

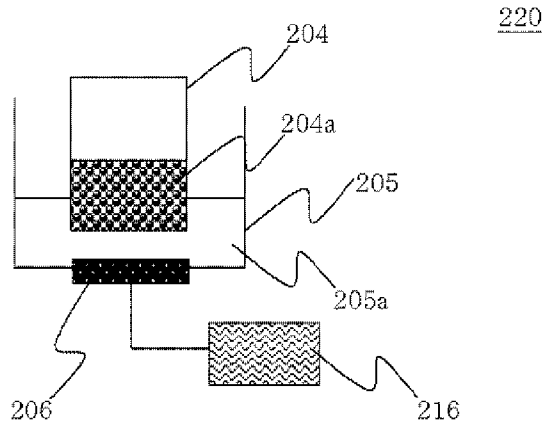
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖

