200534385

756368

（此處由本局於收文時黏貼條碼）

發明專利說明書 200534385

（本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：94107007

※申請日期：94 年 03 月 08 日　　※IPC 分類：H01L 21/205

一、發明名稱：

(中) 化合物半導體基板

(英)

二、申請人：(共 1 人)

1.姓　名：(中) 日鑛材料股份有限公司
(英) NIKKO MATERIALS CO., LTD.
代表人：(中) 1.岡田昌德
(英) 1.OKADA, MASANORI
地　址：(中) 日本國東京都港區虎之門二丁目一〇番一號
(英)
國籍：(中英) 日本　　JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1.姓　名：(中) 鈴木健二
(英) SUZUKI, KENJI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2.姓　名：(中) 平野立一
(英) HIRANO, RYUICHI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3.姓　名：(中) 中村正志
(英) NAKAMURA, MASASHI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利□主張國際優先權：

200534385

756368

（此處由本局於收文時黏貼條碼）

發明專利說明書 200534385

（本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：94107007

※申請日期：94 年 03 月 08 日　　※IPC 分類：H01L 21/205

一、發明名稱：

(中) 化合物半導體基板

(英)

二、申請人：(共 1 人)

1.姓　名：(中) 日鑛材料股份有限公司
(英) NIKKO MATERIALS CO., LTD.
代表人：(中) 1.岡田昌德
(英) 1.OKADA, MASANORI
地　址：(中) 日本國東京都港區虎之門二丁目一〇番一號
(英)
國籍：(中英) 日本　　JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1.姓　名：(中) 鈴木健二
(英) SUZUKI, KENJI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2.姓　名：(中) 平野立一
(英) HIRANO, RYUICHI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3.姓　名：(中) 中村正志
(英) NAKAMURA, MASASHI
國　籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利□主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數　順序註記】

1.日本　　；2004/03/19；2004-079504 ☑有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於使化合物半導體層氣相成長用之成長用基板，特別是關於使表面形態良好，而且表面之微觀粗糙度爲預定值以下之化合物半導體層成長之技術。

【先前技術】

習知上，於發光元件或受光元件等之半導體元件用途上，於 InP 基板上使 InP 等之 III-V 族系化合物半導體層磊晶成長之半導體晶圓被廣泛使用。此化合物半導體之磊晶層例如係藉由有機金屬氣相成長法（以下，稱爲 MOCVD 法）所形成。

於藉由此 MOCVD 法而使前述之 III-V 族系化合物半導體層磊晶成長的情形，存在有於磊晶層的表面會發生被稱爲突出體之微小的凸狀缺陷，或被稱爲橙皮之皺紋狀缺陷，磊晶層之表面形態劣化之問題。因此，改善磊晶層之表面形態之種種的技術被提出。

例如，於日本專利第 1975143 號公報中，作爲藉由 MOCVD 法之磊晶成長用基板係使用面方位由＜100＞方向傾斜角度 0.1～0.2°之晶圓，而且，以基板溫度爲 600℃以上 700℃以下之條件下使之磊晶成長之方法被提出，於使於磊晶層之表面的突出體（於日本專利第 1975143 號公報中，稱爲淚狀缺陷）顯著降低上獲得成功。

進而，於日本專利第 2750331 號公報中，基板的面方

位之傾斜角（以下，稱爲偏角）變大的情形，爲了防止橙皮發生，藉由成長速度和基板溫度之函數來規定基板的偏角範圍之磊晶成長方法被提出。藉此，可使磊晶層表面所產生的突出體大幅降低，而且，於防止橙皮之發生上也獲得成功。

另外，於日本專利第 3129112 號公報中，也考慮到基板的缺陷密度（錯位密度），而規定基板的偏角之方法被提出。具體爲：於 InP 基板上使化合物半導體之薄膜氣相成長時，使用自＜100＞之偏角 θ（°）爲滿足 $\theta \geqq 1\times 10^{-3}D^{1/2}$（D($cm^{-2}$)：基板的缺陷密度）之基板。例如，基板的缺陷係度 D 爲 $1000cm^{-2}$ 之情形，使用偏角 $\theta \geqq 0.03$ 之基板，於 $10000cm^{-2}$ 之情形，使用偏角 $\theta \geqq 0.10$ 之基板。

【發明內容】

如前述般，習知上，使用規定了偏角和錯位密度之半導體基板，進而，藉由以預定之成長條件來進行氣相成長，可以使表面形態良好且實用之磊晶層成長。

另一方面，伴隨半導體裝置的高集成化、高功能化之要求，磊晶層的表面狀態之品質益被重視，所以表面狀態之更爲詳細且正確的評估成爲必要。例如，前述之淚狀缺陷等之表面形態雖係以諾曼斯基（Nomarski）顯微鏡等所觀察者，但是，在此種方法中，期望能夠也含無法觀察之表面狀態而評估磊晶層。即實際之磊晶層表面即使都沒有以前述之諾曼斯基顯微鏡可觀察之缺陷，表面並非完全平

滑，至少微尺度等級之起伏（以下，稱爲微觀粗糙度）存在，因此，期望也考慮此微觀粗糙度而評估磊晶層之表面狀態。

因此，本發明係著眼於習知上未被特別重視之磊晶層表面的微觀粗糙度，目的在於提供能以微觀粗糙度等級來改善磊晶層之表面狀態的技術。

以往以來，於半導體晶圓之製造步驟中，有進行檢查附著在晶圓面上之異物等之缺陷的作業。一般，於晶圓表面之缺陷檢查上，係使用對晶圓表面照射雷射光，且藉由光檢測器將散射光予以檢測出之表面異物檢查裝置，例如，代表性爲 KLA-Tencor 公司製造之 Surfscan6220。

第 1 圖係顯示 Surfscan6220 之原理圖。在 Surfscan6220 中，由光源 L 對配置於預定位置之晶圓照射雷射光，依據基板的表面狀態，光由入射點散射，因此，收集此散射光而以低雜訊光電倍增管（PMT：Photo-Multiplier Tube）加以放大，依據被以 PMT 所放大之散射訊號而分析晶圓的表面狀態。另外，以一定速度在晶圓搬運軸方向 Y 進行搬運，而且，一面使預定光源於雷射掃描軸方向 X 往復移動，一面藉由照射雷射光束，可以取樣基板全體。

第 2 圖係顯示使光源 L 於雷射掃描軸方向 X 掃描時，來自晶圓表面之散射訊號。如第 2 圖所示般，於獲得設定之臨界值以上的散射訊號時，將該部份當成異物而加以檢測出。如此，於 SurfScan6220 中，以散射訊號的強度可以

檢測異物外，也可以測量以將散射訊號的背景高度（散射光強度）以入射光強度除之值（散射光強度／入射光強度（ppm））所定義之霧度，藉由此霧度，可以評估晶圓表面的微觀粗糙度。例如，霧度一變大，則晶圓表面的微觀粗糙度變大，表面狀態變差。

此處，如針對磊晶層表面來思考時，於磊晶層表面產生淚狀缺陷等之異常的情形，當然表面的起伏變大，所以可以想像磊晶層表面之霧度變大。另外，即使於磊晶層表面沒有觀察到淚狀缺陷等之異常表面形態的情形，也有可能存在對半導體裝置的性能帶來不好影響程度之微觀粗糙度。於此種情形，可藉由測量磊晶層表面的霧度而以微觀粗糙度等級來評估表面。

因此，本發明人等由於伴隨半導體裝置的高集成化、高功能化，磊晶層之表面狀態的品質提升更被要求，所以著眼於磊晶層表面的微觀粗糙度，具體爲：以磊晶層表面的霧度定爲 2ppm 以下爲目標。此係如果霧度在 2ppm 以下，則微觀粗糙度被認爲極小，當然，可以視爲表面缺陷沒有發生。

具體爲：首先，認爲磊晶成長用之基板表面之微觀粗糙度對於成長於該基板上之磊晶層的表面狀態（特別是微觀粗糙度）可能給予不少的影響，調查磊晶成長前之基板表面的霧度和使之成長於該基板上之磊晶層表面的霧度之關係。此處，霧度係藉由前述 Surfscan6220 而測量，以將散射光強度以入射光強度除之百萬分率表示。其結果爲，

知道磊晶層表面之霧度比所使用之基板表面的霧度一定相等或比較大。根據此，爲了抑制磊晶層表面的微觀粗糙度，知道必須使用表面之霧度極小的基板。

另外，使用霧度爲 2ppm 以下 之基板，而於該基板上使磊晶層成長，了解到磊晶層表面之霧度有 2ppm 程度的情形，也有大爲劣化之情形。因此，進而重複實驗，查明磊晶層表面之霧度不單是和基板表面的霧度有關，也和基板的偏角有關。具體爲：在使用霧度爲 2ppm 以下，且偏角爲 0.05～0.10°之範圍的基板的情形，可使於該基板上成長之磊晶層表面的霧度成爲 2ppm 以下。特別是，於使用霧度爲 0.5～0.8ppm，偏角爲 0.06～0.10°之範圍的基板之情形，可使磊晶層表面之霧度成爲 1ppm 以下。

本發明係基於前述實際知識而所完成者，爲了以微觀粗糙度等級來改善磊晶層之表面狀態，而來規定磊晶成長所使用基板的表面之霧度及偏角。

即本發明係一種化合物半導體，其特徵爲：將向基板表面入射來自特定之光源的光線時所獲得的散射光之強度，以來自前述光源之入射光強度除得之值定義爲霧度時，則霧度在整個基板的有效利用領域爲 2ppm 以下，偏角爲 0.05～0.10°。較好爲藉由設基板表面的霧度爲 1ppm 以下，可以使成長於該基板上之磊晶層表面的霧度更小。此處，上述霧度例如係使用 KLA-Tencor 公司製造之 Surfscan6220 而橫跨基板的有效利用領域（除了面倒角部份等之基板周緣部）所測量之值。

特別是，前述化合物半導體基板爲 InP 基板時，爲有效。另外，藉由將錯位密度設爲 1000／cm^2 以下，較好爲 500／cm^2 以下，則可以有效地抑制磊晶成長後之表面缺陷的發生，而且，可使霧度成爲 2ppm 以下。

藉由使用關於本發明之基板而進行磊晶成長，則所成長之磊晶層表面的霧度成爲 2ppm 以下。即可使成長微觀粗糙度非常小、極爲良好之表面狀態的磊晶層。因此，於關於本發明之基板上使半導體層做磊晶成長之半導體元件，可以適用於要求高集成化、高功能化之半導體裝置的用途。

【實施方式】

以下，依據圖面來說明本發明之合適的實施形態。

實施例 1

作爲實施例 1，係針對於基板上藉由有機金屬氣相成長法（MOCVD 法）而使成長磊晶層之情形做說明。

首先，藉由液體密封柴可拉斯基法（Liquid Encapsulated Czochralski：LEC）而製作錯位密度微 1000／cm^2 以下之（100）InP 單結晶，由該 InP 單結晶進行切片，而製作磊晶成長用基板。而且，藉由平常之方法將此 InP 單結晶基板的表面做鏡面加工，準備自＜100＞方向之偏角爲 0.05～0.10°之基板。

關於前述基板，藉由 Surfscan6220 來測量表面霧度，

選擇可以測量領域（有效利用領域）之霧度爲 0.5～0.8ppm 者。另外，Surfscan6220 之光源係 30mW 氬離子雷射，波長爲 488nm。

而且，於這些基板上藉由有機金屬氣相成長法依序使之成長：n-InP 層（膜厚 1.0μm）、n-InGaAs 層（膜厚 4.0μm）、n-InP 層（膜厚 2.0μm）、及 n-InGaAs 層（膜厚 0.1μm）。此時，磊晶層的成長速度設爲 1μm／小時，成長溫度設爲 620℃。

如前述般，關於磊晶成長之最上層的 n-InGaAs 層，雖以諾曼斯基顯微鏡觀察表面狀態，但是，無法見到表面缺陷，得以確認係極爲良好之表面狀態。

進而，藉由 Surfscan6220 而測量 n-InGaAs 層之霧度。第 3 圖係顯示基板之偏角和 n-InGaAs 層表面之霧度的關係。關於本實施形態之測量結果係第 3 圖之 O 標記。如第 3 圖所示般，於使用偏角爲 0.05～0.10°之基板的情形，任何一者之 n-InGaAs 層表面的霧度都在 2ppm 以下，可以確認係微觀粗糙度極小之良好的表面狀態之磊晶層。特別是，於偏角微 0.06～0.10°之基板中，基板表面之霧度和 n-InGaAs 層之霧度爲相同程度，可以有效地抑制微觀粗糙度之劣化。

另一方面，爲了比較用，評估使用偏角和前述實施例 1 不同之基板的情形之磊晶層的表面狀態。具體爲：藉由 LEC 法來製作錯位密度爲 1000 個／cm^2 以下之 InP 基板，藉由平常之方法將表面做鏡面加工，準備自＜100＞方向

之偏角爲比 0.05°小之基板（0.01～0.025°）以及比 0.10°大之基板（0.14～0.20°）。接著，針對這些基板，藉由 Surfscan6220 來測量表面霧度，選擇可以測量領域之霧度爲 0.5～0.8ppm 者，於該基板上使成長和前述實施形態相同構造的磊晶層。

而且，關於磊晶成長之最上層的 n-InGaAs 層，以諾曼斯基顯微鏡觀察後，於偏角爲 0.20°之基板上所成長的 n-InGaAs 層中，確認到表面形態之劣化。

進而，藉由 Surfscan6220 而測量 n-InGaAs 層表面之霧度。第 3 圖係顯示基板之偏角和 n-InGaAs 層表面之霧度的關係。使用偏角比 0.05°小之基板時的測量結果以□標記表示，使用偏角比 0.10°到之基板時的測量結果以△標記表示。

如第 3 圖所示般，於使用偏角比 0.05°小之基板時，任何一者之 n-InGaAs 層表面的霧度都在 2ppm 以上，確認到微觀粗糙度之劣化。同樣地，於使用偏角比 0.10°大之基板時，n-InGaAs 層表面之霧度都在 3ppm 以上，和使用偏角比 0.05°小之基板的情形相比，確認到微觀粗糙度顯著劣化。

如前述般，作爲磊晶成長前之基板，藉由使用表面霧度爲 1ppm 以下，偏角爲 0.05～0.10°之基板，則成長於該基板上之磊晶層，其表面霧度可在 2ppm 以下，能夠實現極爲良好之表面狀態。另外，不用說也不會發生淚狀缺陷等之表面缺陷。

另外，於前述實施形態中，雖使用霧度爲0.5~0.8ppm，即1ppm以下之基板而進行磊晶成長，基於和基板的偏角之關係，即使使用霧度爲2ppm以下之基板，也可以使該基板上所成長之磊晶層表面之霧度成爲2ppm以下。即於偏角爲0.06~0.10°之基板中，基板表面之霧度和磊晶層表面的霧度係相同程度，沒有見到微觀粗糙度之劣化，因此，藉由使用霧度爲2ppm以下之基板，認爲可以使磊晶層表面之霧度成爲所期望值。

實施例2

作爲實施例2，係針對於基板上藉由分子束磊晶法（MBE法）使磊晶層成長之情形做說明。

首先，藉由液體密封柴可拉斯基法（Liquid Encapsulated Czochralski：LEC）而製作錯位密度微1000／cm^2以下之（100）InP單結晶，由該InP單結晶進行切片，而製作磊晶成長用基板。而且，藉由平常之方法將此InP單結晶基板的表面做鏡面加工，準備自＜100＞方向之偏角爲0.02～2.00°之基板。

關於前述基板，藉由Surfscan6220來測量表面霧度，選擇可以測量領域（有效利用領域）之霧度爲2ppm以下者。另外，Surfscan6220之光源係30mW氬離子雷射，波長爲488nm。

而且，於前述InP基板上藉由分子束磊晶法（MBE法）而照射In、Al、As或者In、Ga、As之分子束，使由

厚度 250nm 之 InAlAs/InGaAs 所行程之 HEMT 構造的磊晶層成長。此時，磊晶層的成長速度設爲約 1μm／小時，成長溫度設爲 420℃。

關於如前述般所磊晶成長之最上層的 InGaAs 層，以諾曼斯基顯微鏡觀察表面狀態後，見不到表面缺陷，確認到爲極爲良好之表面狀態。

進而，藉由 Surfscan6220 而測量 InGaAs 層表面之霧度。第 4 圖係顯示使用之 InP 基板的偏角和 n-InGaAs 層表面之霧度的關係。如第 4 圖所示般，於使用偏角爲 0.05～0.20°之 InP 基板的情形，任何一者之磊晶層表面的霧度都在 3ppm 以下。此處，由於 InP 表面之霧度在 2ppm 以下，所以磊晶層表面之霧度比基板表面之霧度稍微高些，可以達成所被要求之藉由 MBE 法所使之成長之磊晶層表面狀態之 10ppm 以下之霧度。

另外，作爲 HEMT 特性之指標，於測量磊晶層的片電阻後，可以獲得第 5 圖所示之結果，磊晶層表面之霧度一變大，則片電阻有變高之傾向，可以確認到磊晶層的表面狀態（霧度）和片電阻之間有相關。

由實施例 1、2 之結果，於 MOCVD 法和 MBE 法之兩方所共通的範圍中，使用偏角爲 0.05～0.10°、霧度爲 2ppm 以下之基板，可說於使表面狀態優異之磊晶層成長上，係屬有效。

如此，於關於本發明之基板上使半導體層磊晶成長之半導體元件，於微觀粗糙度等級下，表面狀態可說是良

好，因此，可以應用於對於要求高集成化、高功能化之半導體裝置的用途。

以上，雖依據實施形態而具體地說明由本發明人所完成之發明，但是，本發明並不限定於前述實施形態，在不脫離其要旨之範圍內，可以有種種變更。

例如，於前述實施形態中，雖就於 InP 基板上使 InGaAs 層磊晶成長之例子做說明，但是，於 InP 基板上使 InGaAs 層以外之 III-V 族系化合物半導體層磊晶成長之情形，也同樣可以使用本發明。另外，不限於 III-V 族系化合物半導體之磊晶成長，也可考慮使用於磊晶成長全部。

另外，於前述實施形態中，雖使用錯位密度爲 1000/cm^2 以下之基板，但是，錯位密度小者被認爲可以抑制表面缺陷之發生，所以，較好爲設爲 500/cm^2 以下。另外，於本實施形態中，雖設基板的面方位爲（100），但是，也可以使用於其它面方位之基板，如設自基板的面方位之偏角爲 0.05～0.10°，則可以獲得同樣的效果。

產業上之利用可能性

於本申請案中，雖根據以 KLA-Tencor 公司製造之 Surfscan6220 而測量之霧度（散射光強度／入射光強度之百萬分率）而記載，但是，以其它公司製造之霧度測量裝置（例如，日立電子工程公司製造之 LS5000）所測量之霧度，也可以同樣地規定。例如，藉由調查以 Surfscan6220 所測量之霧度和以其它之霧度測量裝置所測

量之霧度的相關關係，可以容易地將本發明之霧度以其它之霧度測量裝置所測量之霧度加以規定。在此情形，也設基板的偏角爲 0.05～0.10°。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係 KLA-Tencor 公司製造之 Surfscan6220 之原理圖。

第 2 圖係使光源 L 掃描於雷射掃描軸方向時之來自晶圓表面的散射訊號之一例。

第 3 圖係顯示基板的偏角和於該基板上磊晶成長之 n-InGaAs 層表面之霧度的關係曲線圖。

第 4 圖係顯示基板的偏角和於該基板上磊晶成長之 InGaAs 層表面之霧度的關係曲線圖。

第 5 圖係顯示 InGaAs 層表面之霧度和片電阻之關係曲線圖。

【主要元件符號說明】

L：光源，X：雷射掃描軸，Y：晶圓搬運軸，W：晶圓，PMT：低雜訊光電倍增管

五、中文發明摘要

發明之名稱：化合物半導體基板

提供能以微觀粗糙度等級來改善磊晶層之表面狀態的磊晶成長用基板。於磊晶成長用基板中，將向基板表面入射來自特定之光源的光線時所獲得的散射光之強度，以來自前述光源之入射光強度除得之值定義爲霧度時，則設霧度在整個基板的有效利用領域爲 2ppm 以下，自面方位之偏角爲 0.05～0.10°。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

十、申請專利範圍

1.一種化合物半導體基板，是磊晶成長用之化合物半導體基板，其特徵爲：

將向基板表面入射來自特定之光源的光線時所獲得的散射光之強度，以來自前述光源之入射光強度除得之值定義爲霧度時，

霧度在整個基板的有效利用領域爲 2ppm 以下，自面方位之偏角爲 0.05～0.10°。

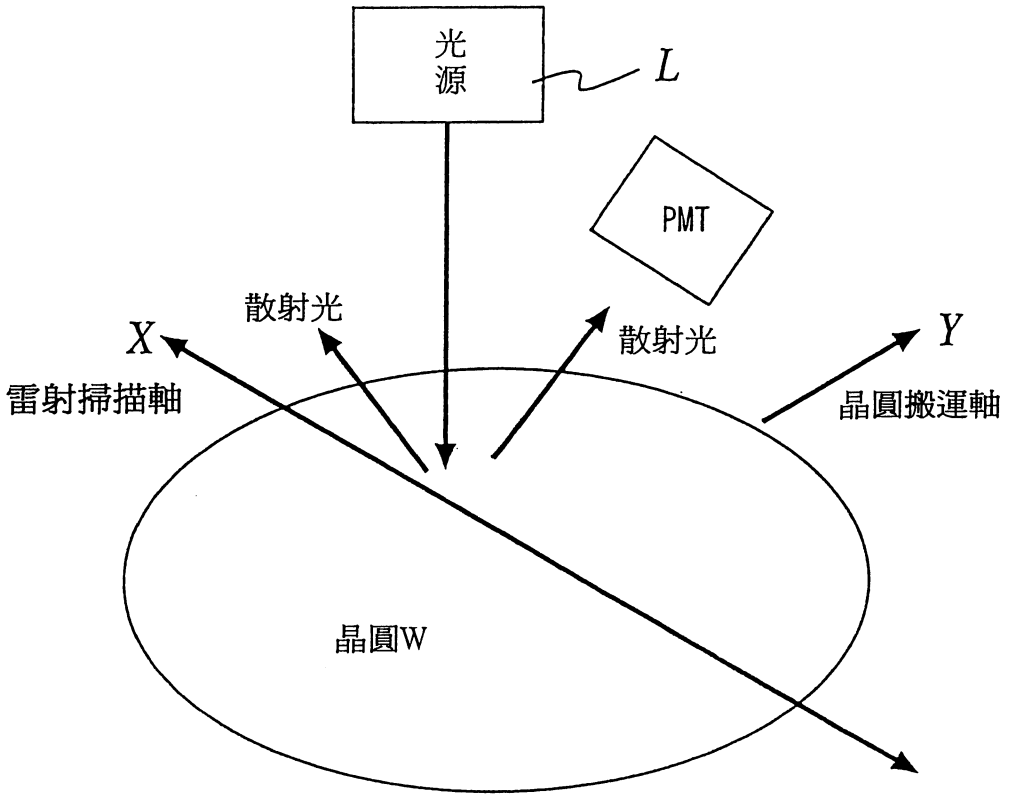
2.如申請專利範圍第 1 項所記載之化合物半導體基板，其中，前述霧度在整個基板的有效利用領域爲 1ppm 以下。

3.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之化合物半導體基板，其中，前述化合物半導體基板係 InP（磷化銦）基板。

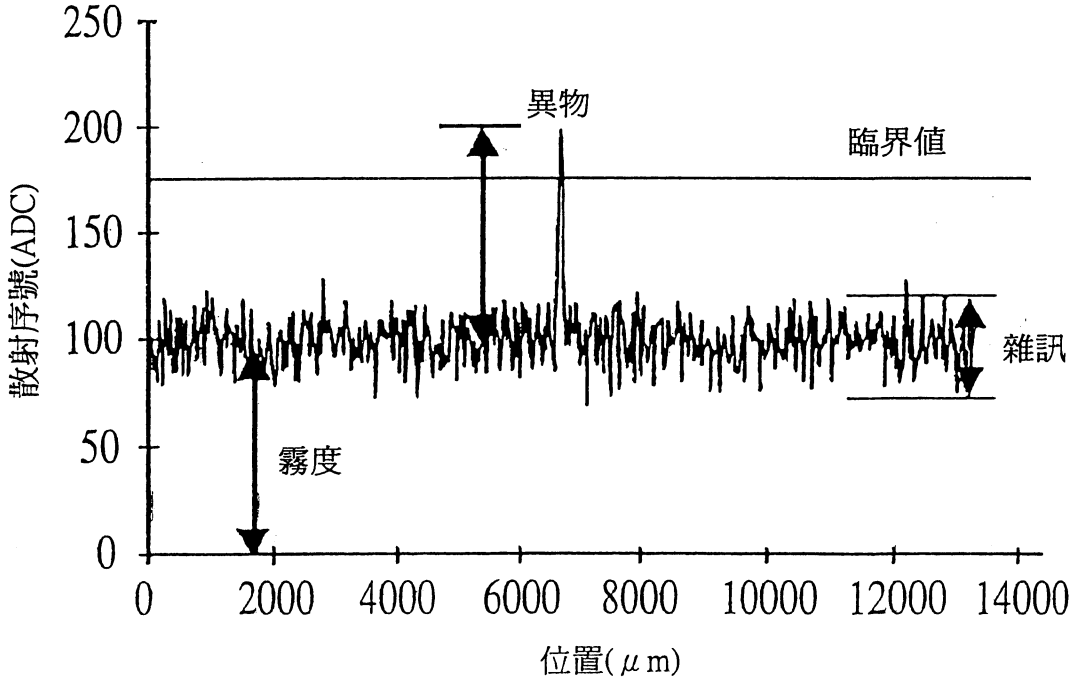
4.如申請專利範圍第 3 項所記載之化合物半導體基板，其中，錯位密度爲 1000/cm^2 以下。

5.如申請專利範圍第 4 項所記載之化合物半導體基板，其中，錯位密度爲 500／cm^2 以下。

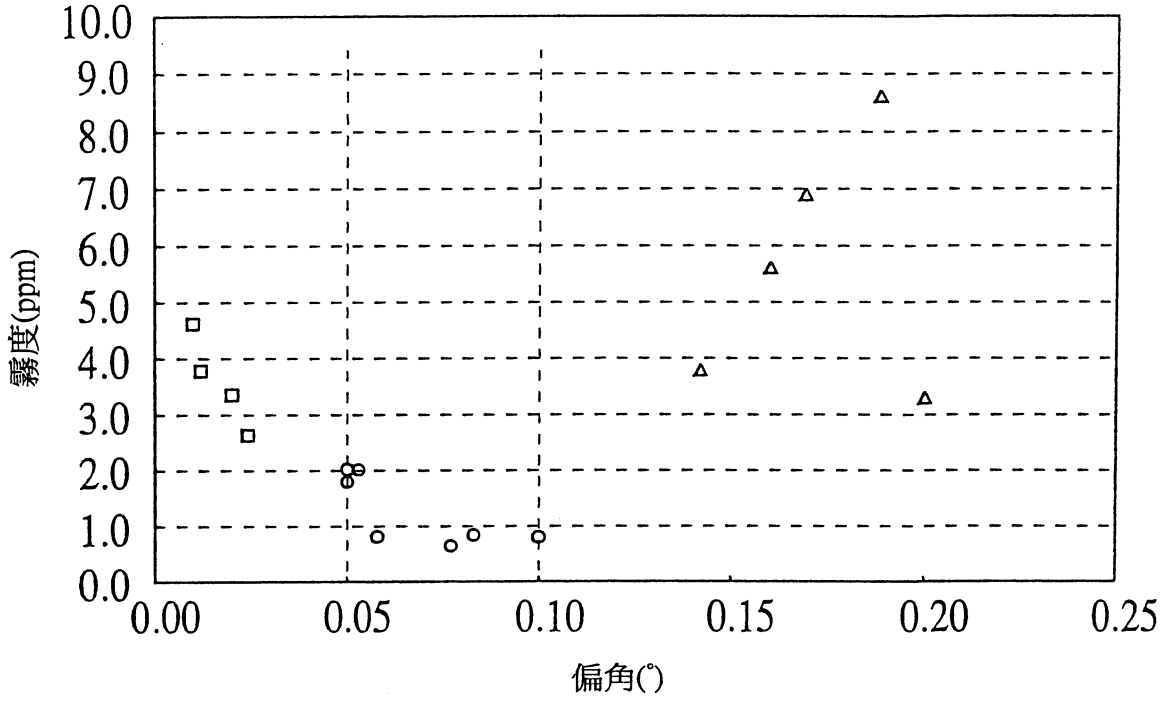
第1圖


光源
L
PMT
散射光
散射光
X
Y
雷射掃描軸
晶圓搬運軸
晶圓W

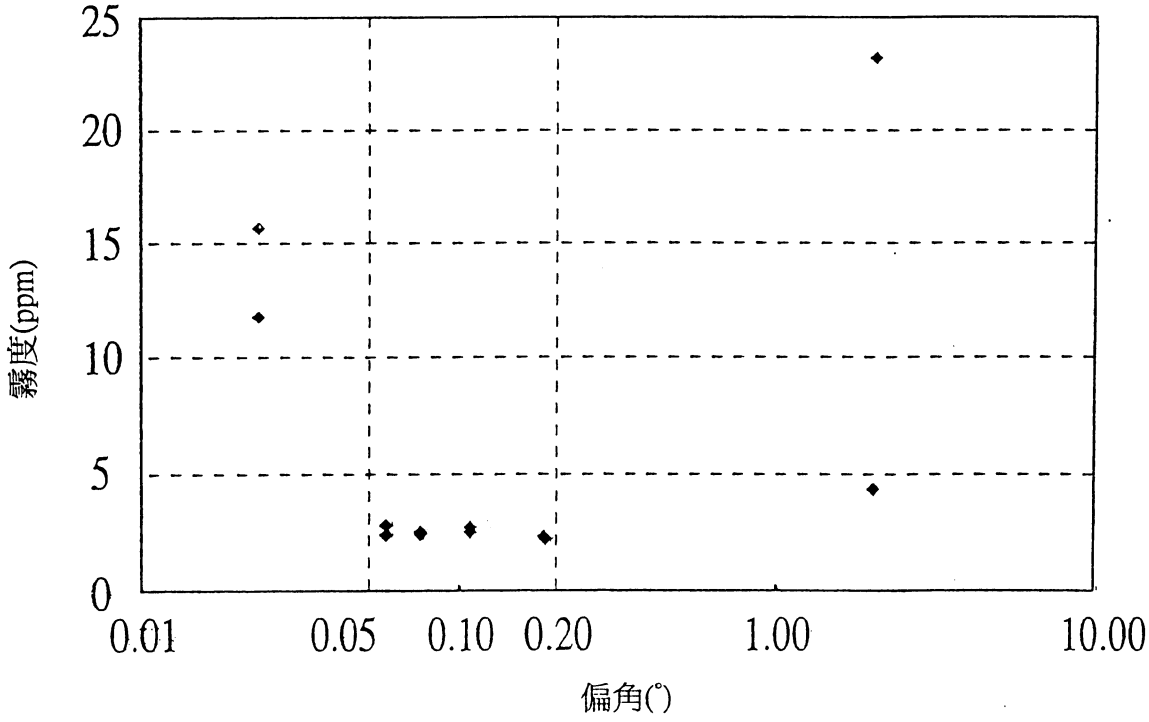
第2圖


250
200
150
100
50
0
散射序號(ADC)
異物
臨界值
雜訊
霧度
0
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
位置(μm)

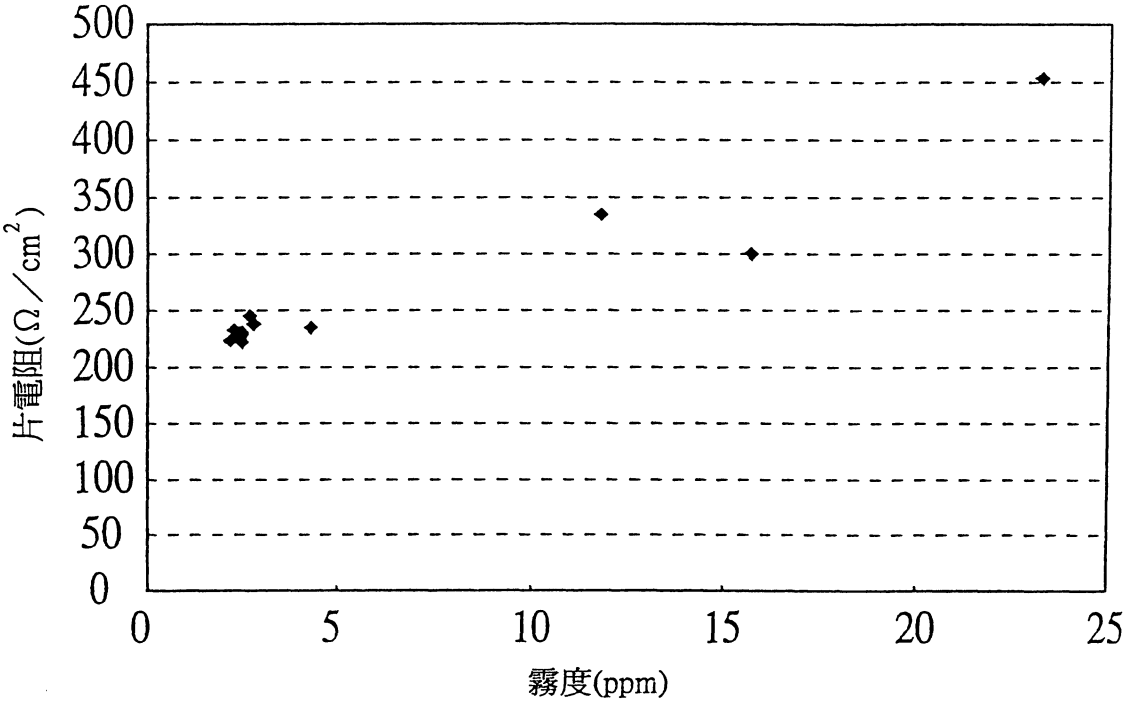
第3圖


10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
霧度(ppm)
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
0.25
偏角(°)

第4圖


25
20
15
10
5
0
霧度(ppm)
0.01
0.05
0.10
0.20
1.00
10.00
偏角(°)

第5圖


500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
片電阻(Ω／cm²)
0
5
10
15
20
25
霧度(ppm)

七、指定代表圖：

（一）、本案指定代表圖為：第（ 3 ）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：