



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201030849 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：098103464

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 04 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/318 (2006.01)**

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李威儀 LEE, WEI I (TW)；陳振芳 CHEN, JENN FANG (TW)；江振豪 CHIANG, CHEN HAO (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：9 共 27 頁

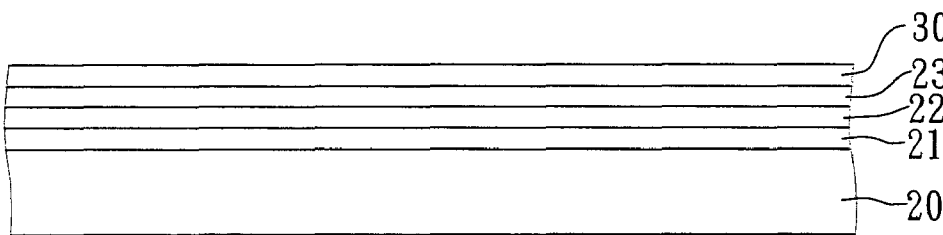
(54)名稱

具有非極性三族-氮化物層的多層結構及其製法

MANUFACTURE METHOD OF A MULTILAYER STRUCTURE HAVING NON-POLAR A-PLANE {11-20} III-NITRIDE LAYER

(57)摘要

一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構及其製法，包括在基板上形成複數成核層；以及於該成核層上形成非極性三族-氮化物層，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物： $A_xB_{1-x}N$ (I) 式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、IN 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。該複數成核層可有效減緩應力、減少晶格位差、阻擋差排延伸並降低差排密度，故可形成表面平坦且結晶品質佳之三族-氮化物層。



- 20：基板
- 21：第一成核層
- 22：第二成核層
- 23：第三成核層
- 30：非極性 a 面
{11-20}三族-氮化物層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 98103464 (2006.01)
 ※ 申請日： 98.02.04 ※IPC 分類： H01L 21/318

一、發明名稱：(中文/英文)

具有非極性三族-氮化物層的多層結構及其製法
 MANUFACTURE METHOD OF A MULTILAYER STRUCTURE HAVING
 NON-POLAR A-PLANE {11-20} III-NITRIDE LAYER

二、中文發明摘要：

一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構及其製法，包括在基板上形成複數成核層；以及

於該成核層上形成非極性三族-氮化物層，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、IN 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。該複數成核層可有效減緩應力、減少晶格位差、阻擋差排延伸並降低差排密度，故可形成表面平坦且結晶品質佳之三族-氮化物層。

三、英文發明摘要：

A Manufacture method of a multilayer structure having non-polar a-plane {11-20} III-nitride layer comprises forming a nucleation layer on a r-plane substrate, wherein the nucleation layer is composed of multiple nitride layers; and forming a non-polar a-plane {11-20} III-nitride layer on the nucleation layer. The nucleation layer of the present invention can reduce stress efficiently, reduce phase difference of lattice, blocking elongation of dislocation and reduce density of dislocation. Thus, non-polar a-plane {11-20} III-nitride layer with flat surface can be formed.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2D) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 20 基板
- 21 第一成核層
- 22 第二成核層
- 23 第三成核層
- 30 非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種具有三族-氮化物層的多層結構及其製法，尤指一種表面平坦且結晶品質佳之具有非極性三族-氮化物層的多層結構及其製法。

【先前技術】

發光二極體 (LED) 之發展到現在已有數十多年歷史，紅光、綠光及黃光發光二極體均逐漸開發成功，並成為商業產品。近年來，世界各國之研究單位也積極致力於發展超高亮度藍綠色發光二極體及雷射二極體。III族氮化物半導體發光材料由於具備直接能隙、強勁之化學鍵結與良好之熱傳導性的優點，因此，在眾多綠色-紫外光波段半導體發光材料中脫穎而出。例如氮化鋁 (AlN)、氮化鎵 (GaN)、氮化銦 (InN) 等可用以發光之氮化物，其發光光譜幾乎可涵蓋所有可見光範圍，並延伸至紫外光區域，因此，近年來已被應用在藍/綠光至紫外光之發光元件、高功率和高溫電子元件、大型全彩色電子看板、交通號誌、液晶顯示幕背光源、特殊照射燈源、以及數位影音光碟 (DVD) 之半導體雷射讀取頭等各項高科技產品。

雖然現今商業化之藍綠光發光二極體元件主要由三五族氮化物為主，但受限於材料之成長方向與結構所構成的極性特質，致使電光轉換效率仍然不足。一般極性 c 面三族氮化物在沿著載子流動的方向上會因為原子電荷的不對稱而產生內建電場，進而引發史坦克效應 (Quantum

Confined Stark Effect, 簡稱 QCSE) , 史坦克效應會使得量子井能帶結構產生歪斜, 進而使得電子與電洞波函數的重疊機率降低, 造成發光效率減弱, 光譜也會有紅移現象; 而非極性三五族氮化物材料除了將有助於電光轉換效率之提高以增加元件之發光效率之外, 非極性材料放射之光源亦具有偏振光之特性, 將有利於光電元件之應用, 一般較常見的是在藍寶石(Al_2O_3 , sapphire)基板上形成非極性氮化鎵(GaN), 然後再製造成發光二極體(LED)或雷射二極體(laser diode)。

請參閱第 1A 至 1B 圖所示, 係為一種習知之非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵之製法示意圖; 如第 1A 圖所示, 把一 r 面 {1-102} 藍寶石基板 10 放入金屬有機物化學氣相沉積 (metal organic chemical vapor deposition, 簡稱 MOCVD) 設備中, 高溫退火 (anneal) 該藍寶石基板 10, 接著, 在 400°C 至 900°C 的溫度下形成低溫氮化鋁銦 (AlInN) 層 11; 如第 1B 圖所示, 經由 MOCVD 程序以於該氮化鋁銦層 11 上形成非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵 12, 其中, 鎵來源 (Gallium source) 的五三比 (V/III ratio) 約為 770 至 2310, 氮來源 (nitrogen source) 的長晶壓力約 0.5 atm (或更高) 且溫度 1100°C 。

然而, 由於各層之間的晶格常數有所差異而產生晶格位差 (lattice mismatch), 於各層形成時會產生差排 (dislocation), 因此習知之非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵之製法仍無法有效降低差排密度 (dislocation density), 這

些差排容易造成氮化鎵表面形成坑洞，進而使得氮化鎵表面的粗糙或破裂等問題。

因此，鑒於上述之問題，如何有效降低於藍寶石基板上形成氮化鎵時所產生的差排密度，進而形成表面平坦且結晶品質佳之氮化鎵，實已成為目前亟欲解決之課題。

【發明內容】

鑒此本發明提供一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，係包括：提供基板；於該基板上形成複數成核層（nucleation layer）；以及於該成核層上形成非極性三族-氮化物層，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、IN 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。

依上述之多層結構之製法，該基板係可為 r 面基板，且該三族-氮化物層係可為非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層。於一具體實施例中，該基板材質的實例包括藍寶石、氮化鎵、氧化鋅、或碳化矽材質。

於一具體實施例中，該形成複數成核層的步驟包括：於該基板上依序以 1000 至 1200°C 形成第一成核層和以 700 至 900°C 形成第二成核層，且該第一成核層和第二成核層之材質為氮化鋁。於又一具體實施例中，可復包括於形成第二層成核層之後，以 1000 至 1200°C 形成形成第三成核層，且該第三成核層之材質為氮化鋁。

於另一具體實施例中，可復包括於形成複數成核層之後，形成氮化鋁鎵層，使該氮化鋁鎵層夾置於該成核層與該非極性三族-氮化物層之間，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成



式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。

又依上述之製法，復可包括於形成該成核層前退火該 r 面基板。

依上述之多層結構之製法，該成核層係可為高溫氮化物層或低溫氮化物層，該高溫氮化物層之形成溫度可為 1000 至 1200°C，且該低溫氮化物層之形成溫度可為 700 至 900°C。

又依上述之多層結構之製法，形成於該基板上之成核層係可依序為係為高溫氮化物層/低溫氮化物層/高溫氮化物層，該成核層與該非極性三族-氮化物層之間復可形成有氮化鋁鎵層，該氮化鋁鎵層在形成過程中係可隨厚度增加而逐漸增加鎵的比例並逐漸減少鋁的比例。

依上述之製法，該成核層之形成壓力可為 50 至 150 torr，該成核層之長晶五三比可為 1000 至 1800。

又依上述之製法，該非極性三族-氮化物層係可為非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵。

依上述之多層結構之製法，該非極性三族-氮化物層之形成溫度可為 1000 至 1200°C，該非極性三族-氮化物層之形成壓力可為 50 至 150 torr，該非極性三族-氮化物層之

長晶五三比可為 700 至 1600。

又依上述之多層結構之製法，形成該成核層之方法係可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積，且形成該非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層之方法係可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積。

本發明復提供一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構，係包括：基板；複數成核層，形成於該基板上；以及非極性三族-氮化物層，係形成於該成核層上，使該複數成核層夾置於該基板和該非極性三族-氮化物層之間，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、In 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。

依上述之結構，該複數成核層包括於該基板上依序以 1000 至 1200°C 形成之第一成核層和以 700 至 900°C 形成之第二成核層，且該第一成核層和第二成核層之材質為氮化鋁。又於一具體實施例，該非極性具有三族-氮化物層的多層結構可復包括以 1000 至 1200°C 形成之第三成核層，使該第二成核層夾置於該第一成核層和第三成核層之間，且該第三成核層之材質為氮化鋁，是以，該成核層係可為高溫氮化物層，亦即形成溫度為 1000 至 1200°C；或低溫氮化物層，亦即形成溫度為 700 至 900°C，該成核層係可為高溫氮化物層/低溫氮化物層/高溫氮化物層。

此外，該非極性具有三族-氮化物層的多層結構可復

包括氮化鋁鎵層，使該氮化鋁鎵層夾置於該成核層與該非極性三族-氮化物層之間，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成



式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。該氮化鋁鎵層在形成過程中係可隨厚度增加而逐漸增加鎵的比例並逐漸減少鋁的比例。

本發明之具有三族-氮化物層的多層結構之製法係先形成由複數高溫或低溫氮化物層所構成的成核層，再形成三族-氮化物層，該成核層可有效減緩應力、減少晶格位差、阻擋差排延伸並降低差排密度，進而容易形成表面平坦且結晶品質佳之三族-氮化物層，且該三族-氮化物層不需太厚，可節省製程時間與成本，又該成核層可搭配高溫、低壓、與低五三比的成長條件，形成高品質的三族-氮化物層。此外，本發明製法之步驟亦較為簡易。

【實施方式】

以下藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟悉此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他優點及功效。

第一實施例

請參閱第 2A 至 2D 圖，係為本發明之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法之第一實施例之示意圖。

如第 2A 圖所示，提供 r 面基板 20，可先退火該 r 面基板 20，再形成複數成核層，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、IN 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。

於本實施例中則係先以高溫，例如 1000 至 1200°C 於基板上形成第一成核層 21，該基板 20 可為 r 面藍寶石、氮化鎵、氧化鋅 (ZnO)、或碳化矽 (silicon carbide) 基板，該第一成核層 21 可為氮化鋁 (AlN)，形成該第一氮化物層 21 之方法可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積，例如以 50 至 150 torr，較佳為 100 torr 的壓力，調整長晶五三比 (V/III ratio) 為低五三比，例如 1000 至 1800 以形成第一成核層 21。

如第 2B 圖所示，於該高溫成核層 21 上則可以低溫，例如 700 至 900°C 形成第二成核層 22，該第二成核層 22 可為氮化鋁 (AlN)，形成該第二成核層 22 之方法可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積，類似地，形成該第二成核層 22 之壓力可為例如 50 至 150 torr 的低壓，較佳則為 100 torr，並調整長晶五三比 (V/III ratio) 為低五三比，例如 1000 至 1800 以形成第二成核層。

如第 2C 圖所示，於該低溫氮化物層 22 上以例如 1000 至 1200°C 的高溫形成第三成核層 23，該第三成核層 23 可為氮化鋁 (AlN)、氮化鎵、或氮化鋁鎵 (AlGaN)，形成該第三成核層 23 之方法可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積，類似地，形成該第三成核層 23 之壓力可為例如 50 torr 至 150 torr 的低壓，較佳則為 100 torr，並調整

長晶五三比 (V/III ratio) 為低五三比，例如 1000 至 1800 以形成第三成核層，又該第一成核層 21、第二成核層 22 和第三層 23 之總厚度約為 100 至 120 奈米 (nm)。

即便可於第二成核層上即形成非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物 (III A-nitride) 層 30，但於本實施例中，如第 2D 圖所示，係於該第三成核層 23 上形成非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30，使各該複數或核層夾置於該基板 20 和非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30 之間。該非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30 可為非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵層，形成該非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30 之方法亦可為有機金屬氣相磊晶或氮化物氣相沉積，以例如 50 至 150 torr 的壓力，較佳為 100 torr 於 1000 至 1200°C 的高溫，調整長晶五三比為低五三比，例如 700 至 1600 以形成非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30，較佳為 729 至 1216，於一具體實施例中，係以 912 的長晶五三比得到極佳表面平整性和無孔洞之非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層。

第二實施例

如第 3 圖所示，可利用如第一實施例的方式，於 r 面基板 20 上依序形成第一成核層 21、第二成核層 22、及非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30。

第三實施例

如第 4 圖所示，可利用如第一實施例的方式，於 r 面基板 20 上依序形成第一成核層 21、第二成核層 22、第三成核層 23、以如 700 至 900°C 形成之第四成核層 24、及非

極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30。

第四實施例

如第 5 圖所示，可利用如第一實施例的方式，於 r 面基板 20 上依序形成第一成核層 21、第二成核層 22、第三成核層 23、以如 700 至 900°C 形成之第四成核層 24、以如 1000 至 1200°C 形成之第五成核層 25、及非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30。

第五實施例

如第 6 圖所示，可利用如第一實施例的方式，於 r 面基板 20 上依序形成第一成核層 21、第二成核層 22、第三成核層 23、氮化鋁鎵層 26、及非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30，其中，該氮化鋁鎵層 26 可具有不同鋁和鎵的比例，具體而言，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成



式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。而形成氮化鋁鎵層 26 的過程中，可隨厚度增加而逐漸增加鎵的比例並逐漸減少鋁的比例，例如 $Al_xGa_{1-x}N$ ，X 由 0.9 變化至 0.1，由於該氮化鋁鎵層 26 的形成復可降低上下層之間的晶格位差。然而，咸了解第 6 圖僅係用以說明形成氮化鋁鎵層 26 的一實施例，同樣地，亦可於具有兩層、四層或五層之成核層的態樣中，形成該氮化鋁鎵層於成核層與非極性三族-氮化物層之間。

如第 7A、7B 圖所示，其為具有非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層的多層結構之穿透式電子顯微鏡 (Transmission Electron Microscopes, 簡稱 TEM) 剖示圖，

比較如第 7A 圖所示之第一實施例之具有三層氮化鋁的多層結構與第 7B 圖所示之具有單層氮化鋁的多層結構，可發現如第 7A 圖之標記 A 所示之本發明多層結構之最上層氮化鋁之差排產生彎曲之現象，因而減少表面之差排密度，而實際上，經計算後發現習知結構之單位面積上的差排（孔隙）數目約為 $4.76 \times 10^{10}/\text{cm}^2$ ，而本發明約為 $1.6 \times 10^9/\text{cm}^2$ ，大幅減少一個數量級。

如第 8A 至 8C 圖所示，其為本發明之第一實施例之具有非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層的多層結構表面之掃描式電子顯微鏡圖，其中，第 8A 圖係調整最上層氮化鋁的五三比 1216，第 8B 圖則為 912，第 8C 圖則為 729，其中，以五三比為 912（第 8B 圖）的表面最為平坦，但一般而言，900 至 1300 亦有相當良好的平坦度。

如第 9 圖所示，其為本發明之第一實施例之具有非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層的多層結構之 XRD（X 光繞射儀）圖，可發現本發明之具有三層氮化鋁的多層結構可有效幫助提升 a 面 {11-20} 氮化鋁的結晶品質（朝 c 方向的 XRD 半高寬（Full Width at Half Maximum，簡稱 FWHM）為 738，朝 m 方向的 XRD 半高寬為 1138）。由於通常，半高寬會隨著磊晶厚度增加而下降，則表示磊晶品質越好，且就一般習知技術而言，往往必須藉由增加厚度來提升磊晶品質，例如，一般需磊晶達到 20 至 30 μm ，方可達到接近前述朝 c 方向的 XRD 半高寬為 738，朝 m 方向的 XRD 半高寬為 1138 的程度，然而，本發明中非極性 a 面 {11-20}

三族-氮化物層的厚度可為 2 至 10 μm ，且在第一實施例中，當以 2 μm 的非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層為例，即發現具有良好的磊晶品質，不僅節省成本更縮減了製程時間。

是以，於一具體實施例中，本發明之一具有三族-氮化物層的多層結構，係包括：基板，該基板係可為 r 面基板；複數成核層，係形成於該基板上，該複數成核層包括於該基板上依序以 1000 至 1200 $^{\circ}\text{C}$ 形成之第一成核層和以 700 至 900 $^{\circ}\text{C}$ 形成之第二成核層，且該第一成核層和第二成核層之材質為氮化鋁；以 1000 至 1200 $^{\circ}\text{C}$ 形成之第三成核層，使該第二成核層夾置於該第一成核層和第三成核層之間，且該第三成核層之材質為氮化鋁；以及氮化鋁鎵層，使該氮化鋁鎵層夾置於該成核層與該非極性三族-氮化物層之間，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成



式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。且於一具體實施例中 x 為 0.5，且該三族-氮化物層係可為非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層 30。

又如本發明之製法，該成核層 (21、22、23、24、25、26) 之形成壓力可為如 50 至 150 torr 的低壓，而長晶五三比可為 1000 至 1800。

同樣地，該非極性三族-氮化物層係可為非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵，該三族-氮化物層之形成溫度可為 1000 至 1200 $^{\circ}\text{C}$ 的高溫，該非極性三族-氮化物層之形成壓力可為

50 至 150 torr，而長晶五三比可為 700 至 1600。

又依上述之多層結構，該基板之材質的實例包括藍寶石、氮化鎵、氧化鋅、或碳化矽材質。

綜上所述，本發明之具有三族-氮化物層的多層結構之製法係先形成由複數成核層（並以高低溫相間隔的方式為佳），再形成非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層，該成核層可有效減緩應力、減少晶格位差、阻擋差排延伸並降低差排密度，進而容易形成表面平坦且結晶品質佳之非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層，且該非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層不需太厚，可節省製程時間與成本；又該成核層搭配高溫、低壓、與低五三比的成長條件，可促進磊晶成長，並形成高品質的 a 面 {11-20} 三族-氮化物層相較於習知技術，本發明製法之步驟亦較為簡易。

上述實施例係用以例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修改。因此本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

第 1A 至 1B 圖係為習知之非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵之製法示意圖；

第 2A 至 2D 圖係為本發明第一實施例之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法示意圖；

第 3 圖係為本發明第二實施例之具有非極性三族-氮

化物層的多層結構之剖示圖；

第 4 圖係為本發明第三實施例之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之剖示圖；

第 5 圖係為本發明第四實施例之具有非極性三族-氮化物層之剖示圖；

第 6 圖係為本發明第五實施例之具有非極性三族-氮化物層之剖示圖；

第 7A 圖係為本發明第一實施例之具有非極性三族-氮化物層的多層結構剖面之穿透式電子顯微鏡圖；

第 7B 圖係為習知非極性三族-氮化物層結構剖面之穿透式電子顯微鏡圖；

第 8A 至 8C 圖係為本發明之非極性三族-氮化物層表面之掃描式電子顯微鏡圖；以及

第 9 圖係為本發明第一實施例之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之 XRD 圖。

【主要元件符號說明】

- 10 r 面 {1-102} 藍寶石基板
- 11 氮化鋁鈦層
- 12 非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵
- 20 基板
- 21 第一成核層
- 22 第二成核層
- 23 第三成核層
- 24 第四成核層

201030849

- 25 第五成核層
- 26 氮化鋁鎵層
- 30 非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層
- A 標記

七、申請專利範圍：

1. 一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，係包括：

提供基板；

於該基板上形成複數成核層；以及

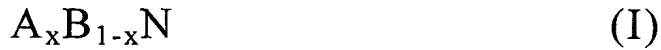
於該成核層上形成非極性三族-氮化物層，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、IN 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。

2. 如申請專利範圍第 1 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，形成該複數成核層的步驟包括：於該基板上依序以 1000 至 1200°C 形成第一成核層和以 700 至 900°C 形成第二成核層，且該第一成核層和第二成核層之材質為氮化鋁。
3. 如申請專利範圍第 2 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，復包括於形成第二層成核層之後，以 1000 至 1200°C 形成第三成核層，且該第三成核層之材質為氮化鋁。
4. 如申請專利範圍第 1 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該基板係為 r 面基板，且該非極性三族-氮化物層係為非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層。
5. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之具有非極性三族-氮化物

層的多層結構之製法，復包括於形成複數成核層之後，形成氮化鋁鎵層，使該氮化鋁鎵層夾置於該成核層與該非極性三族-氮化物層之間，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成



式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該成核層之形成壓力為 50 torr 至 150 torr。
7. 如申請專利範圍第 6 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該成核層之長晶五三比為 1000 至 1800。
8. 如申請專利範圍第 1 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該非極性三族-氮化物層係為非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵。
9. 如申請專利範圍第 1 或 8 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，係以 1000°C 至 1200°C 的溫度形成該非極性三族-氮化物層。
10. 如申請專利範圍第 9 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，係以 50 torr 至 150 torr 的壓力形成該非極性三族-氮化物層。
11. 如申請專利範圍第 10 項之具有非極性三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該非極性三族-氮化物層之長晶五三比為 700 至 1600。

12. 如申請專利範圍第 1 項之具有三族-氮化物層的多層結構之製法，其中，該基板係為藍寶石、氮化鎵、氧化鋅、或碳化矽材質。
13. 一種具有非極性三族-氮化物層的多層結構，係包括：
 基板；
 複數成核層，形成於該基板上；以及
 非極性三族-氮化物層，形成於該成核層上，使該複數成核層夾置於該基板和該非極性三族-氮化物層之間，其中，各該複數成核層係獨立選自下式(I)之氮化物：



式中，A 和 B 係選自 B、Al、Ga、In 或 Tl 之不相同的元素，且 $0 \leq x \leq 1$ 。

14. 如申請專利範圍第 13 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，其中，該複數成核層包括於該基板上依序以 1000 至 1200°C 形成之第一成核層和以 700 至 900°C 形成之第二成核層，且該第一成核層和第二成核層之材質為氮化鋁。
15. 如申請專利範圍第 14 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，復包括以 1000 至 1200°C 形成之第三成核層，使該第二成核層夾置於該第一成核層和第三成核層之間，且該第三成核層之材質為氮化鋁。
16. 如申請專利範圍第 13 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，其中，該基板係為 r 面基板，且該三族-

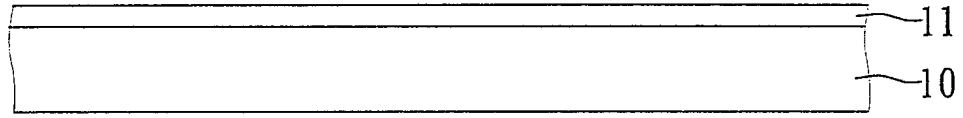
氮化物層係為非極性 a 面 {11-20} 三族-氮化物層。

17. 如申請專利範圍第 14 或 15 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，復包括氮化鋁鎵層，使該氮化鋁鎵層夾置於該成核層與該非極性三族-氮化物層之間，該氮化鋁鎵層具有式(I)之組成

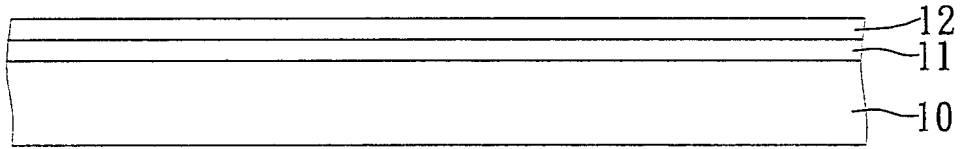


式中，A 為 Al；B 為 Ga，且 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 。

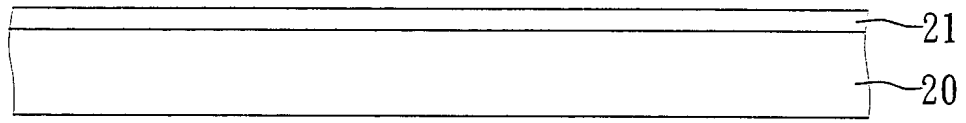
18. 如申請專利範圍第 13 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，其中，該非極性三族-氮化物層係為非極性 a 面 {11-20} 氮化鎵。
19. 如申請專利範圍第 13 項之非極性具有三族-氮化物層的多層結構，其中，該基板係為藍寶石、氮化鎵、氧化鋅、或碳化矽材質。



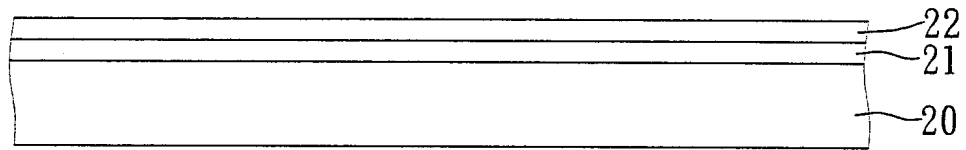
第 1A 圖



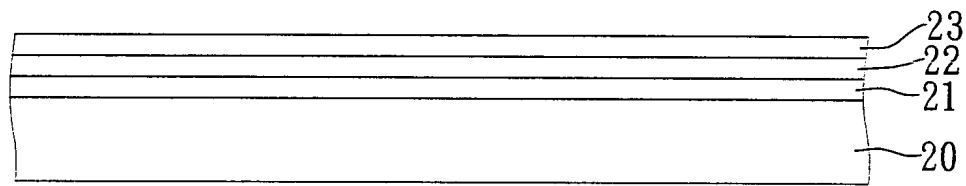
第 1B 圖



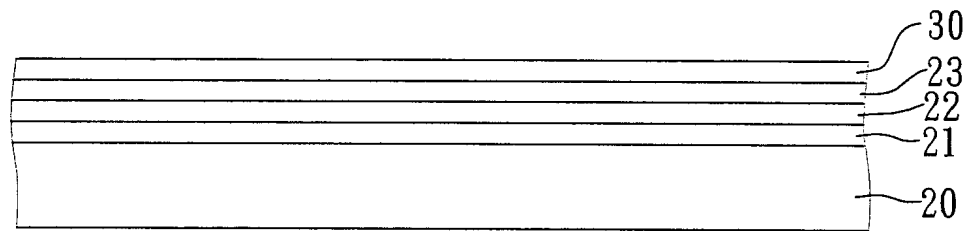
第 2A 圖



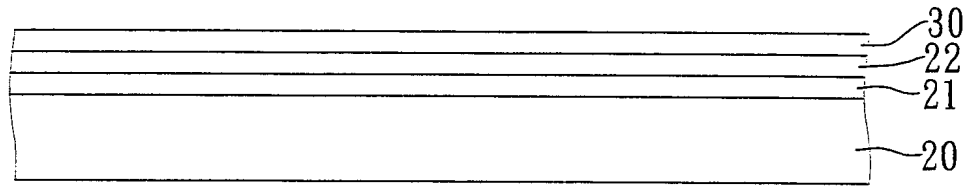
第 2B 圖



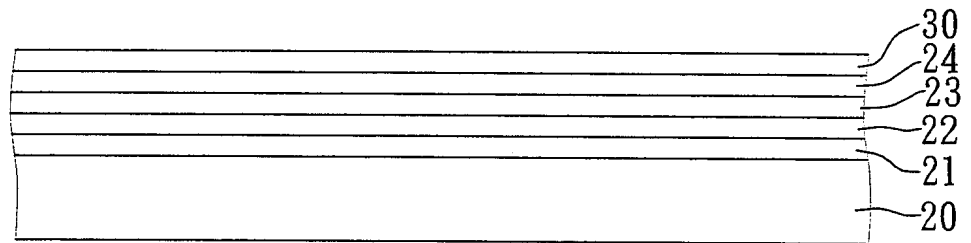
第 2C 圖



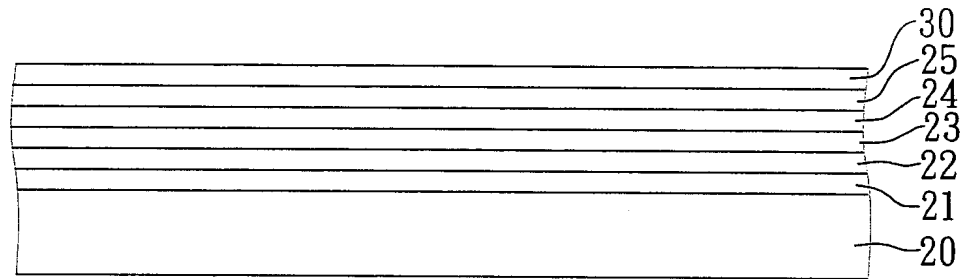
第 2D 圖



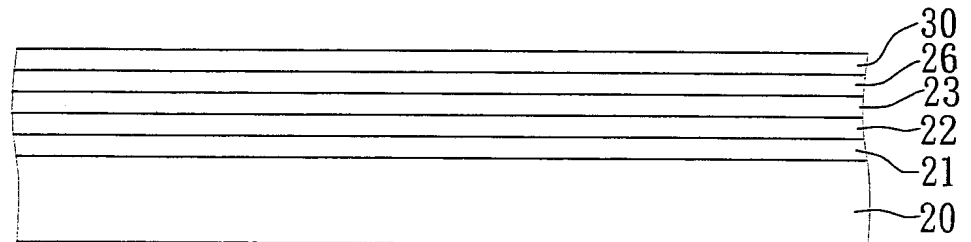
第 3 圖



第 4 圖

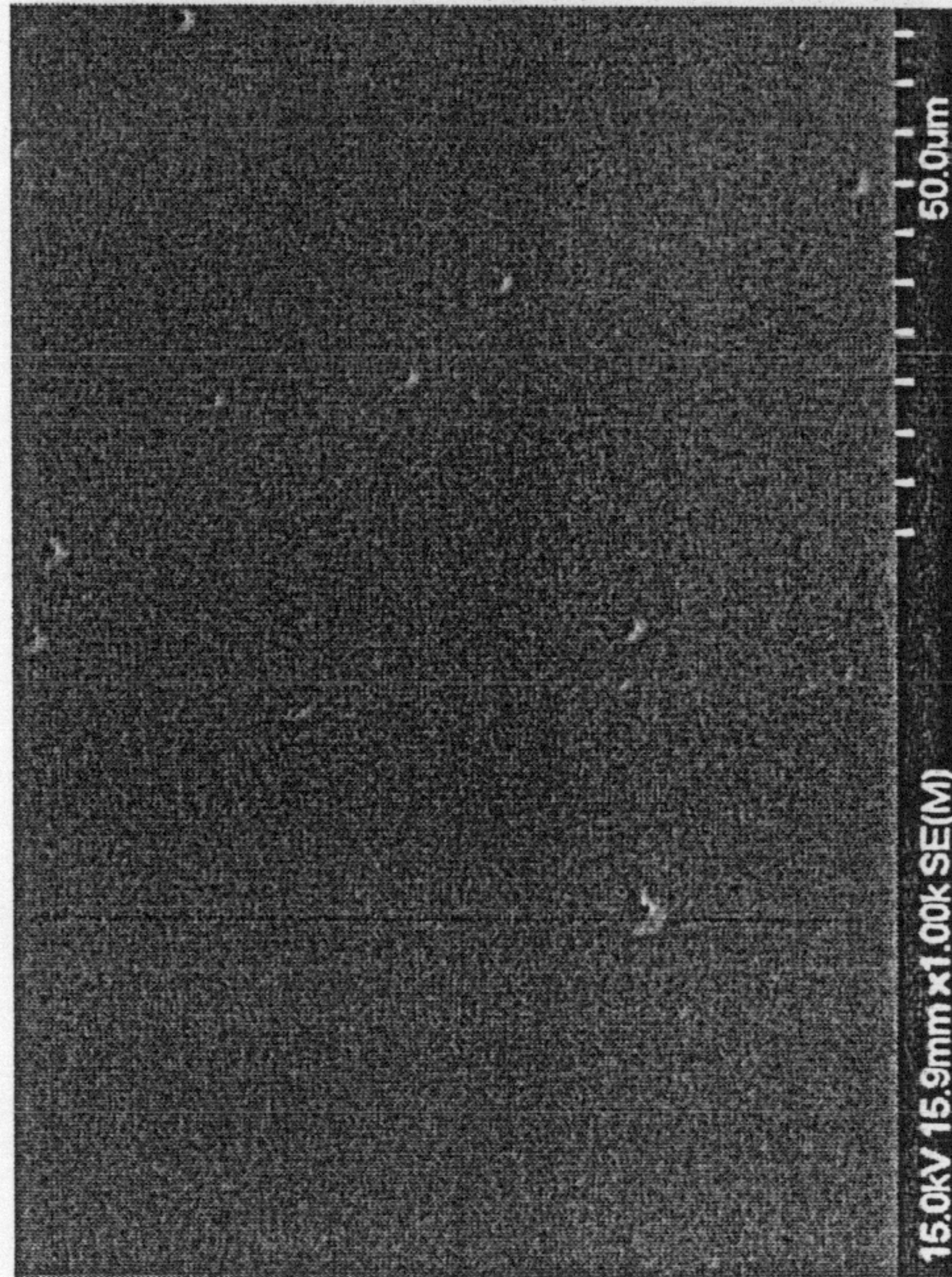


第 5 圖

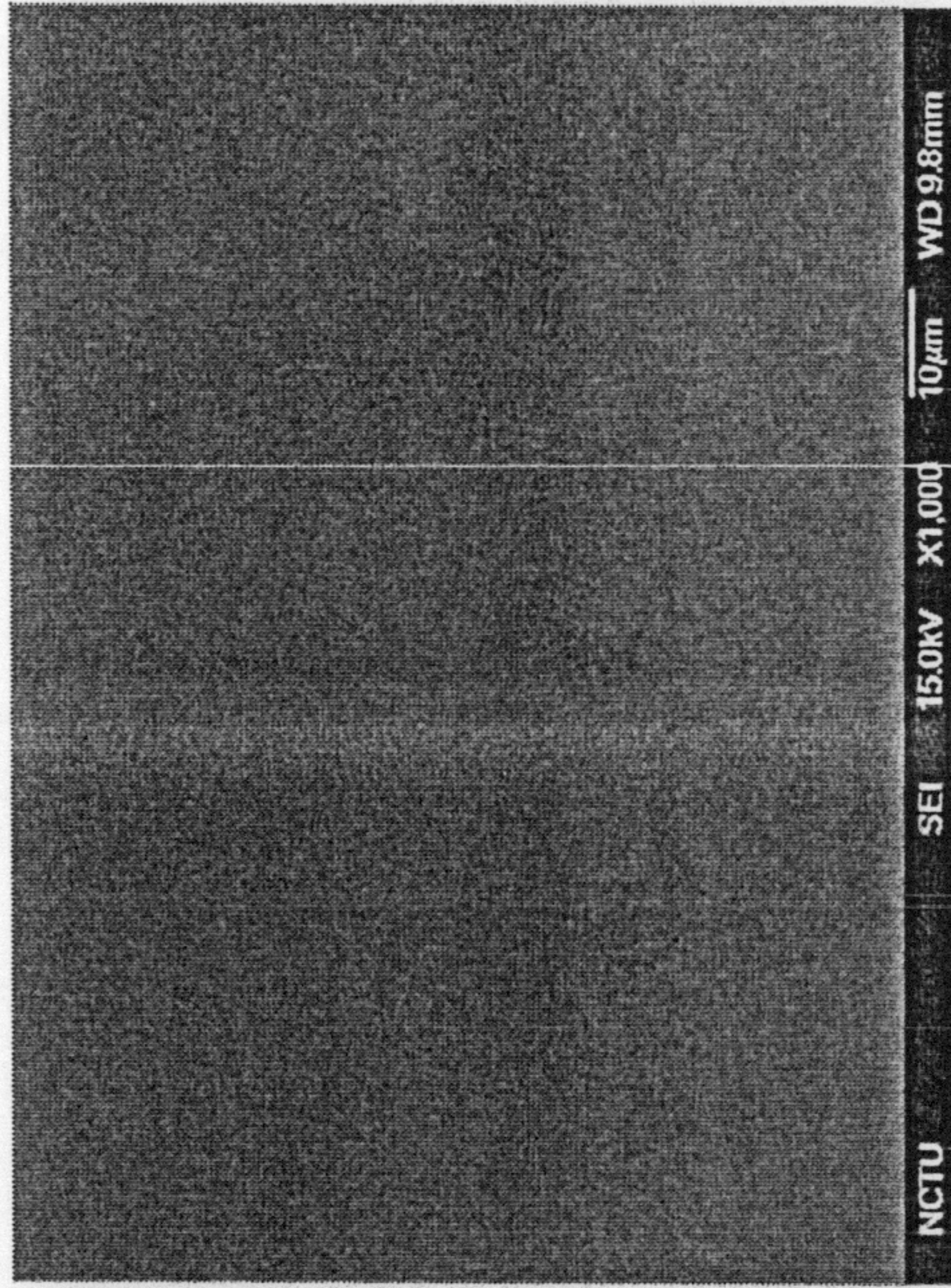


第 6 圖

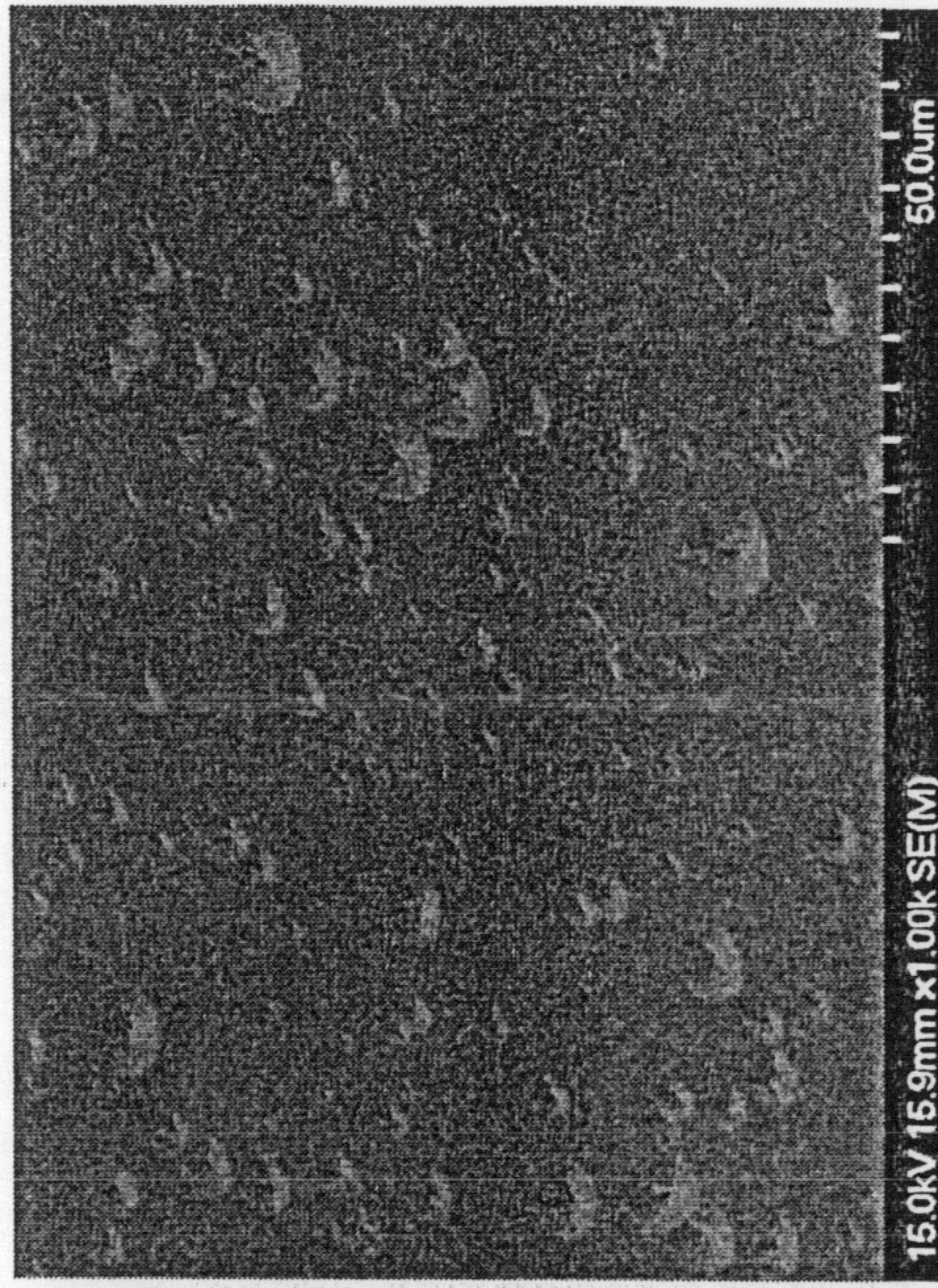




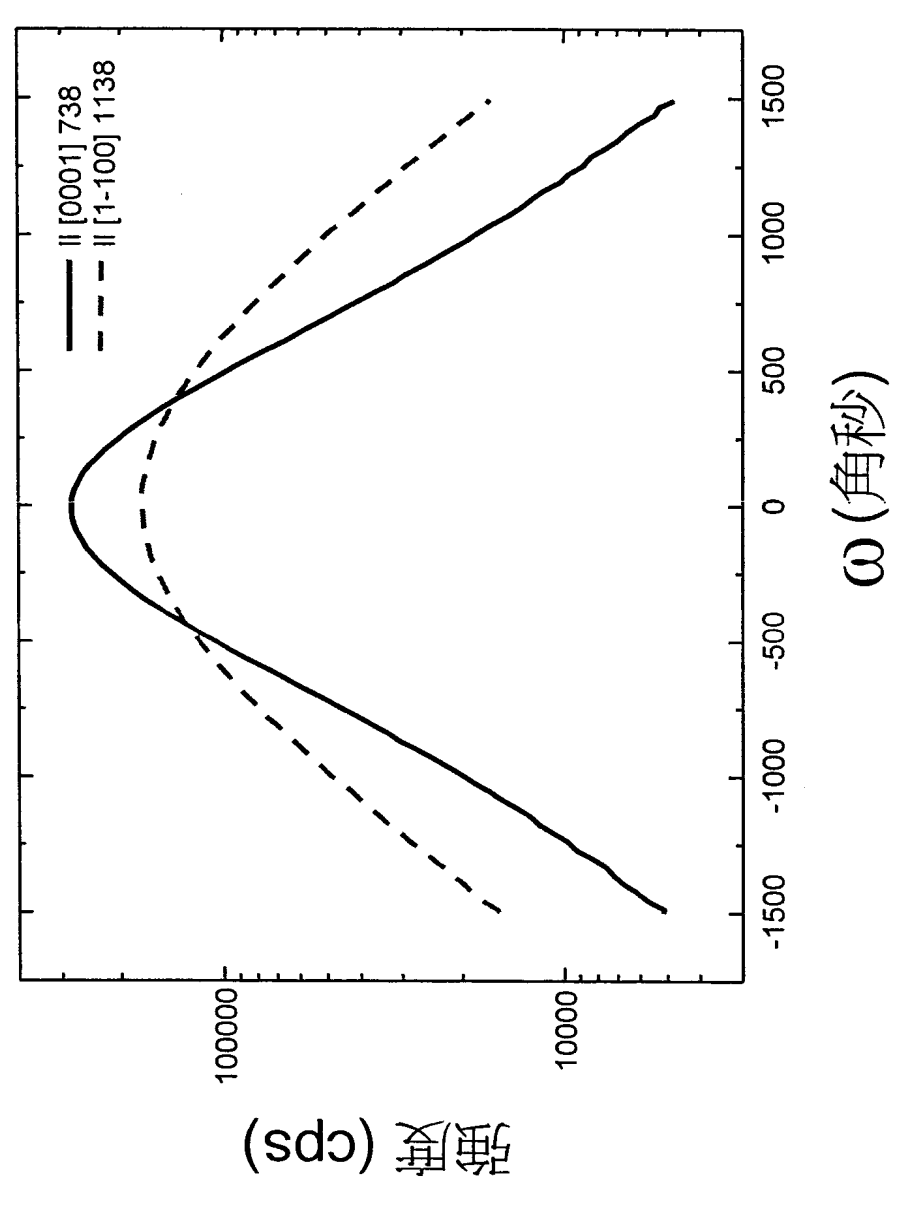
第 8A 圖



第 8B 圖



第 8C 圖



第 9 圖