

公 告 本

發 明 專 利 說 明 書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：92110161

※ 申請日期：92-04-30

※IPC 分類：H01S5/30

壹、發明名稱：(中文/英文)

半導體雷射裝置

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商新力股份有限公司

SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

安藤 國威

KUNITAKE ANDO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本

JAPAN

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1.長竹 剛

TSUYOSHI NAGATAKE

2.平田 照二

SHOJI HIRATA

住居所地址：(中文/英文)

1.日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU,
TOKYO, JAPAN

2.日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU,
TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1.日本 JAPAN

2.日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家(地區)申請專利：

1. 日本；2002 年 04 月 30 日；特願 2002-127882

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【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；2002 年 04 月 30 日；特願 2002-127882

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

3.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種半導體雷射裝置，具體而言，本發明係關於一種具有高輸出功率且能夠長期穩定運行之高可靠性半導體雷射裝置。

【先前技術】

在半導體雷射裝置之眾多最新應用中，裝置運行需具有較現有水準更高之功率輸出及更高之運行可靠性。阻礙達成此種高功率半導體雷射裝置之原因在於激變光學損傷(COD)，其由一發生在主動層雷射發射邊緣附近之光吸收所致。

通常懷疑COD係由帶隙降低所致，而帶隙降低則起因於雷射發射邊緣附近晶格應變之變弱或雷射發射邊緣中存在若干表面級能。

為了防範發生COD現象，已提出各種藉由下列方式抑制雷射發射邊緣附近光吸收之方法：擴大雷射發射邊緣附近的主動層區域之帶隙能量，從而使該主動層區域透明於雷射裝置之一振盪波長。

該種結構之半導體雷射裝置通常稱作視窗結構雷射或非吸收鏡面(NAM)結構雷射。此一結構已知適於用於產生高功率輸出之半導體雷射裝置。

目前，已提出多種製造該等視窗結構之方法。舉例而言，該些方法可包括：一種使雷射發射邊緣外延生長一透明於一發射波長之半導體材料之方法，或一種於雷射發射邊

緣附近之主動層中有意擴散Zn、Si等類似雜質以使其無序之方法。

然而，在使雷射發射邊緣外延生長一透明於一發射波長之半導體材料之方法中，在其上製成雷射結構之基材構型為所謂之條棒形，且透明於雷射光之半導體材料外延生長於該條棒形雷射結構之雷射發射邊緣上。此方法中之該等製程極具技術挑戰性。況且，需完成該些製程之後實施之一電極形成製程亦極為複雜，致使半導體雷射裝置之製造費用進一步提高。

此外，在雷射發射邊緣附近之主動層中有意擴散Zn、Si等類似雜質以使其無序之方法中，通常，雜質自外延生長所指向之一側開始朝基材擴散，因此，難以控制擴散深度和相對於一諧振器方向之橫向擴散，因而，亦難以達成理想之雜質擴散圖案。況且，該方法存在問題，因為雜質擴散區域內之電阻降低，而電阻降低引起無功電流，進而致使半導體雷射裝置之閾電流及/或驅動電流增大。

本發明係針對上述傳統技術之相關問題而達成。期望提供一種既能夠抑制雷射發射邊緣處之光吸收且亦具有更高輸出功率及更高可靠性之半導體雷射裝置。

本發明之發明者業已注意到由Valster等人發表之報告(IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 3, No. 2, April 1997, p180-187)，該報告論述一雷射發射邊緣表面附近之晶格位移。根據Valster等人發表之報告，在一主動層受到壓縮應變之系統中，半導體雷射裝置雷

射發射邊緣附近之晶格出現位移(如圖3所示)，此乃因半導體雷射裝置有源層之一晶格常數 a_{ac} 變得大於一基材之晶格常數 a_{sub} 。

具體而言，根據上述報告，主動層之晶格常數 a_{ac} 大於毗鄰於該主動層之一外延生長層之晶格常數(例如，光導層之晶格常數 $a_{adjacent}$)。因此，如圖3所示，因雷射發射邊緣附近之應變變弱，雷射發射邊緣附近之主動層之晶格常數變得大於雷射裝置內側上受到壓縮應變之主動層之晶格常數。結果，雷射發射邊緣之帶隙能量變大，換言之，雷射發射邊緣附近之帶隙變得小於雷射裝置內側上主動層之帶隙。

因此，雷射發射邊緣附近有源層之光吸收變大，從而構成引發COD之一原因。

【發明內容】

本發明之發明者設想藉由本發明抑制因雷射發射邊緣附近主動層中之應變變弱而引起之帶隙降低。在本發明中，選擇性形成一主動層、一基材層和一與主動層毗鄰排列之外延生長層，以使其晶格常數滿足條件 $a_{ac} < a_{sub} < a_{adjacent}$ ，從而使主動層受到拉伸應變(如圖4所示)。

根據本發明，儘管雷射裝置內側之主動層存在拉伸應變，但雷射發射邊緣附近主動層之拉伸應變受到張弛且主動層之晶格常數變小。此種效果與圖3所示雷射發射邊緣中晶格常數之變化相反。然而，儘管雷射裝置內側之外延生長層受到拉伸應變，在與主動層毗鄰之外延生長層中，應變受到張弛且在雷射發射邊緣附近其晶格常數變大。

因此，與雷射裝置內側主動層之帶隙能量相比，雷射發射邊緣附近主動層之帶隙能量變大，進而在雷射發射邊緣處形成對雷射光透明之視窗結構。

或者，藉由選擇基材、主動層及與主動層毗鄰之外延生長層之晶格常數來滿足條件 $a_{\text{sub}} < a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ 預期可產生一抑制效果，藉此，引起主動層晶格常數變大的力可受到抑制。在此種情況下，主動層及與主動層毗鄰之外延生長層皆在晶體內側受到壓縮應變。然而，由於條件 $a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ ，在雷射發射邊緣附近，施於與主動層毗鄰之外延生長層晶格上之壓縮應變受到張弛。換言之，引起雷射發射邊緣附近外延生長層晶格常數增大之力變強。因此，雷射發射邊緣附近主動層之帶隙能量變得大於雷射裝置內側上主動層之帶隙能量，由此可抑制主動層之光吸收。

本發明之發明者借助實驗證實依據上述新穎特點製成之視窗結構之有效性，進而構想出本發明。

本發明之一具體實施例係提供一種半導體雷射裝置，該半導體雷射裝置包括一基材和一多層結構，在該多層結構上，一整體半導體主動層或一量子阱結構主動層夾於包覆層之間，該等包覆層之折射率低於主動層，但帶隙能量高於主動層。而且，在該具體實施例中，與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數 a_{adjacent} 設定為大於晶格常數 a_{ac} ，即 $a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ 。

藉由選擇主動層和與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數來滿足條件 $a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ 可在主動層上施加拉伸應變。主

動層在雷射裝置內側受到拉伸應變。然而，在雷射發射邊緣附近，施於主動層之拉伸應變受到張弛且主動層之晶格常數變小。另一方面，與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數變大。

因此，雷射發射邊緣附近主動層之帶隙能量變得大於雷射裝置內側上主動層之帶隙能量，藉此，在雷射發射邊緣處形成對雷射光透明之視窗結構。

量子阱結構主動層可為一單量子阱結構主動層，或一多量子阱結構主動層。

在本發明之一較佳具體實施例中，主動層之晶格常數 a_{ac} 小於基材之晶格常數 a_{sub} ，且與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數 $a_{adjacent}$ 大於基材之晶格常數 a_{sub} ，即 $a_{ac} < a_{sub} < a_{adjacent}$ 。

因此，施於主動層上之拉伸應變現象變得更為顯著。

在本發明之另一較佳具體實施例中，主動層之晶格常數 a_{ac} 大於基材之晶格常數 a_{sub} ，且與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數 $a_{adjacent}$ 大於主動層之晶格常數 a_{ac} ，即 $a_{sub} < a_{ac} < a_{adjacent}$ 。

因此，引起主動層晶格常數增大之力可受到抑制。在此種情況下，主動層和與主動層毗鄰之外延生長層皆在晶體之內側上受到壓縮應變。然而，由於條件 $a_{ac} < a_{adjacent}$ ，施於與主動層毗鄰之外延生長層晶格上之壓縮應變在雷射發射邊緣附近受到張弛。因此，引起外延生長層晶格常數增大之力變強。根據此種構造，雷射發射邊緣附近主動層之帶

隙能量高於雷射裝置內側上主動層之帶隙能量，從而可抑制主動層之光吸收。

在本發明之另一較佳具體實施例中，與主動層毗鄰之半導體晶體層之厚度不大於基材晶格常數 a_{sub} 或主動層晶格常數 a_{ac} 之一臨界膜厚度。

與主動層毗鄰之半導體晶體層可為滿足下列條件之光導層：其折射率小於主動層但大於包覆層，且其帶隙大於主動層但小於包覆層。半導體晶體層亦可為其功能度不同於光導層之半導體層。

此外，在本發明之另一較佳具體實施例中，當距主動層之垂直距離(該垂直距離係半導體晶體層與主動層間垂直於基材平面之距離)增大時，與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數可連續或逐步增大或減小。

配合附圖，更易自下文本發明之一較佳具體實施例說明中瞭解本發明之上述及其它目的、特點及優點。

【實施方式】

下文將參照附圖及具體實例對本發明之具體實施例予以詳細說明。

具體實例1

該具體實例係依據本發明一具體實施例之半導體雷射裝置之實例。圖1係一剖面圖，其展示依據該具體實施例之半導體雷射裝置之結構。

該具體實例之半導體雷射裝置10係一種AlGaInAs半導體雷射裝置，其具有一n-GaAs基材12和一在基材上形成之多

層結構。該多層結構包括：一 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 緩衝層 14，一 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$ 包覆層 16，一主動層部分 18，一 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$ 包覆層 20，及一 $p\text{-GaAs}$ 頂層 22。

主動層部分 18 構造為一多層結構，該多層結構包括：一 $(\text{Al}_{0.37}\text{Ga}_{0.63})_{0.97}\text{In}_{0.03}\text{As}$ 光導層 18a，一 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 主動層 18b 及一 $(\text{Al}_{0.37}\text{Ga}_{0.63})_{0.97}\text{In}_{0.03}\text{As}$ 光導層 18c。

光導層 18a 及 18c 之膜厚度係等於或小於 $n\text{-GaAs}$ 基材 12 之晶格常數之一臨界膜厚度。

依據該具體實例之半導體雷射裝置 10 中，光導層 18a 及 18c 採用已加入 In 的 $(\text{Al}_{0.37}\text{Ga}_{0.63})_{0.97}\text{In}_{0.03}\text{As}$ 層。因此，由於滿足條件 $a_{\text{sub}} < a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ ，光導層 18a、18c 及 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 主動層 18b 受到壓縮應變。

然而，光導層 18a 及 18c 之晶格應變在雷射發射邊緣附近受到張弛，且引起其晶格常數增大之力變強，從而可抑制引起主動層 18b 晶格常數增大之力。

因此，由於雷射發射邊緣附近之主動層 18b 之晶格常數變得小於雷射裝置內側上主動層 18b 之晶格常數，雷射發射邊緣附近主動層 18b 之帶隙能量高於雷射裝置內側上主動層之帶隙能量，由此在雷射發射邊緣處形成視窗結構。

具體實例 2

該具體實例係依據本發明一具體實施例之半導體雷射裝置之另一實例。圖 2 係一剖面圖，其展示依據該具體實例之半導體雷射裝置之一結構。

該具體實施例之半導體雷射裝置 30 係一種 AlGaInP 半導

體雷射裝置，其具有一n-GaAs基材32和一在基材上形成之多層結構。該多層結構包括：一n-Ga_{0.52}In_{0.48}P緩衝層34，一n-(Al_{0.7}Ga_{0.3})InAs包覆層36，一主動層部分38，一p-(Al_{0.7}Ga_{0.3})InAs包覆層40及一p-GaAs頂層42。

主動層部分38構造為一多層結構，該多層結構包括：一(Al_{0.4}Ga_{0.6})_{0.45}In_{0.55}P光導層38a，一Ga_{0.65}In_{0.35}主動層38b及一(Al_{0.4}Ga_{0.6})_{0.45}In_{0.55}P光導層38c。

光導層38a及38c之膜厚度係等於或小於n-GaAs基材32之晶格常數之一臨界膜厚度。

該具體實例之半導體雷射裝置30中，主動層38b中In組成係0.35，且光導層38a及38c中In組成係0.55。因此，由於滿足條件 $a_{ac} < a_{sub} < a_{adjacent}$ ，主動層38b受到相對於GaAs基材32之拉伸應變，而光導層38a及38c則受到壓縮應變。

然而，光導層38a及38c之壓縮應變在雷射發射邊緣附近受到張弛，從而增大其晶格常數。同時，在雷射發射邊緣附近，主動層38b之拉伸應變亦受到張弛，從而減小主動層38b之晶格常數。

因此，雷射發射邊緣附近主動層38b之帶隙能量變得高於雷射裝置內側上主動層38b之帶隙能量，由此在雷射發射邊緣附近形成對雷射光透明之視窗結構。

在具體實例1和2中描述AlGaInAs系統和AlGaInP系統實例。然而，應注意，本發明並非僅局限於該些系統，而是亦可應用於能夠引入應變之任一其他系統，例如AlGaInN系統。

此外，各具體實例皆使用單量子阱結構(SQW)之主動層予以說明。然而，亦可使用多量子阱結構(MQW)之主動層或一整體主動層獲得與上述具體實例相似之效果。

本發明可藉由下列方式在雷射發射邊緣處形成視窗結構並抑制雷射發射邊緣處之光吸收：選擇性地形成主動層及半導體晶體層，使與主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數 a_{adjacent} 與主動層之晶格常數 a_{ac} 所需條件 $a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$ 得到滿足。

藉此，可以提供一種能以較高功率輸出長期運行之高可靠性半導體雷射裝置。

儘管上文已參照本發明之較佳具體實施例對本發明予以具體展示及說明，但是，熟習此項技藝者應瞭解，其具體實施例可實施任意組合或局部組合，及/或在形式及細節上對其實施修改，這並不背離本發明之範疇。

【圖式簡單說明】

圖1係一剖面圖，其展示依據具體實例1之半導體雷射裝置之結構；

圖2係一剖面圖，其展示依據具體實例2之半導體雷射裝置之結構；

圖3係一圖解，其展示在 $a_{\text{adjacent}} \leq a_{\text{sub}} < a_{\text{ac}}$ 條件下一雷射發射邊緣附近之晶格應變狀態；及

圖4係一例圖，其展示在 $a_{\text{ac}} < a_{\text{sub}} < a_{\text{adjacent}}$ 條件下一雷射發射邊緣附近之晶格應變狀態。

【圖式代表符號說明】

10,30	半導體雷射裝置
12,32	基材
14,34	緩衝層
16,20,36,40	包覆層
18,38	主動層部分
18a,18b,18c,38a,38b,38c	光導層
22,42	頂層

伍、中文發明摘要：

一種半導體雷射裝置，其係一種AlGaInAs半導體雷射裝置，並具有包含一n-GaAs基材之多層結構，在該n-GaAs基材上形成有：一n-Al_{0.3}Ga_{0.7}As緩衝層、一n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As包覆層、主動層部分、p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As包覆層及p-GaAs頂層。該主動層部分構造為一多層結構，該多層結構包括：(Al_{0.37}Ga_{0.63})_{0.97}In_{0.03}As光導層、Al_{0.1}Ga_{0.9}As主動層及(Al_{0.37}Ga_{0.63})_{0.97}In_{0.03}As光導層。因採用加入In之AlGaInAs層作為光導層，主動層受到壓縮應變。因此，雷射發射邊緣處主動層之晶格常數因一來自毗鄰光導層之力而變小。主動層之帶隙能量在靠近雷射發射邊緣處變得大於雷射裝置內側之帶隙能量，由此形成視窗結構。

陸、英文發明摘要：

A semiconductor laser device is one of AlGaInAs semiconductor laser devices, and has a multi-layer structure with a n-GaAs substrate on which a n-Al_{0.3}Ga_{0.7}As buffer layer, a n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As clad layer, active layer portion, p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As clad layer and p-GaAs cap layer are formed. The active layer portion is configured as a multi-layer structure including (Al_{0.37}Ga_{0.63})_{0.97}In_{0.03}As light guide layer, Al_{0.1}Ga_{0.9}As active layer and (Al_{0.37}Ga_{0.63})_{0.97}In_{0.03}As light guide layer. By using the AlGaInAs layer to which In is added is used as the light guide layers, the active layer is under compressive strain. Accordingly, the lattice constant of the active layer at the laser emitting edge becomes smaller due to a force from the adjacent light guide layers. The band gap energy of the active layer near the laser emitting edge becomes larger than the inside of laser device, thereby forming the window structure.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	半導體雷射裝置
12	基材
14	緩衝層
16,20	包覆層
18	主動層部分
18a,18b,18c	光導層
22	頂層

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍：

1. 一種半導體雷射裝置，其包括一基材和在該基材上形成之多層結構，該多層結構之構造為主動層夾於包覆層之間，該等包覆層之折射率低於主動層，但帶隙能量高於主動層，其中：

一與所述主動層毗鄰之半導體晶體層之晶格常數 a_{adjacent} 設定為大於所述主動層之晶格常數 a_{ac} ($a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$)。

2. 根據申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中：

所述主動層之晶格常數 a_{ac} 小於所述基材之一晶格常數 a_{sub} ，且

一與所述主動層毗鄰之半導體晶體層之所述晶格常數 a_{adjacent} 大於所述基材之晶格常數 a_{sub} ($a_{\text{ac}} < a_{\text{sub}} < a_{\text{adjacent}}$)。

3. 根據申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中：

所述有源層之晶格常數 a_{ac} 大於所述基材之一晶格常數 a_{sub} ，且

一與所述主動層毗鄰之半導體晶體層之所述晶格常數 a_{adjacent} 大於所述主動層之晶格常數 a_{ac} ($a_{\text{sub}} < a_{\text{ac}} < a_{\text{adjacent}}$)。

4. 根據申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中：

與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層之厚度等於或小於所述基材之晶格常數 a_{sub} 或所述主動層之晶格常數 a_{ac} 之一臨界膜厚度。

5. 根據申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中：

與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層系一光導層，其折射率低於所述主動層但高於所述包覆層，且其帶隙大

於所述主動層但小於所述包覆層。

6. 根據申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中：

當距所述主動層之一垂直距離(該垂直距離係所述半導體晶體層與所述主動層間垂直於一基材平面之一距離)增大時，與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層之晶格常數連續或逐步增大或減小。

7. 根據申請專利範圍第2項或第3項之半導體雷射裝置，其中：

與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層之厚度等於或小於所述基材之晶格常數 a_{sub} 或所述主動層之晶格常數 a_{ac} 之一臨界膜厚度。

8. 根據申請專利範圍第2項、第3項或第4項中任一項之半導體雷射裝置，其中：

與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層係一光導層，其折射率低於所述主動層但高於所述包覆層，且其帶隙大於所述有源層但小於所述包覆層。

9. 根據申請專利範圍第7項之半導體雷射裝置，其中：

與所述主動層毗鄰之所述半導體晶體層係一光導層，其折射率低於所述主動層但高於所述包覆層，且其帶隙大於所述主動層但小於所述包覆層。

拾壹、圖式：

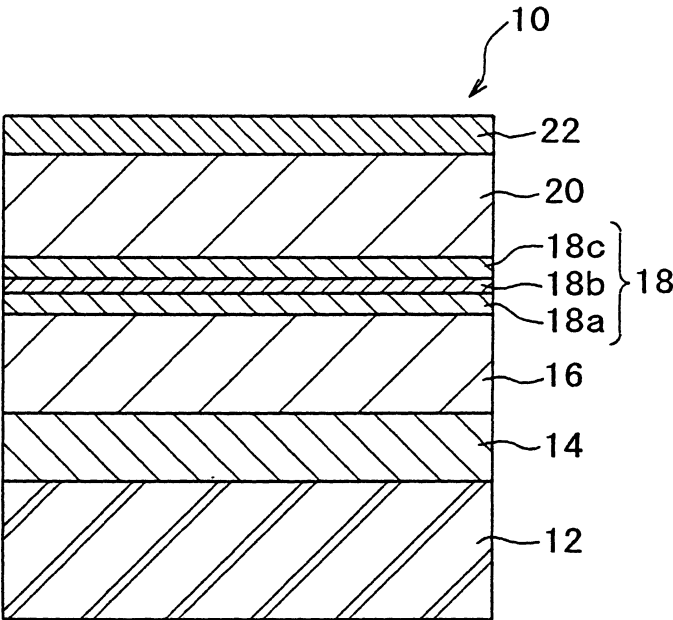


圖 1

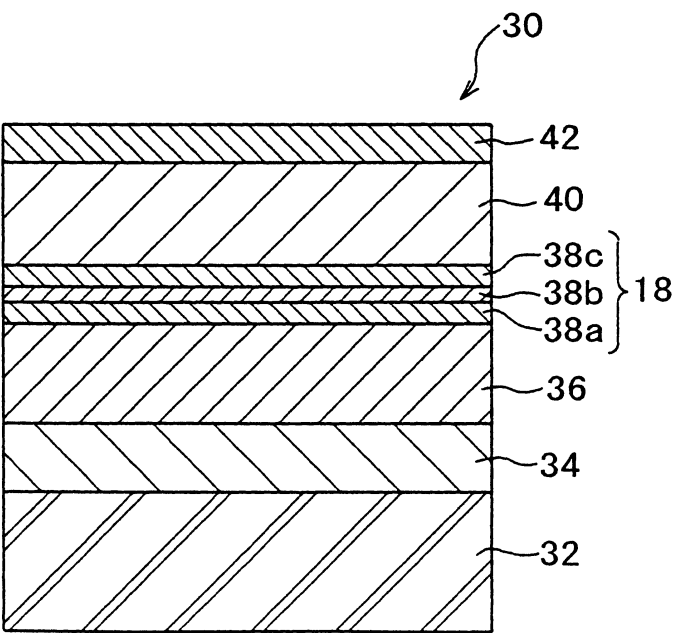


圖 2

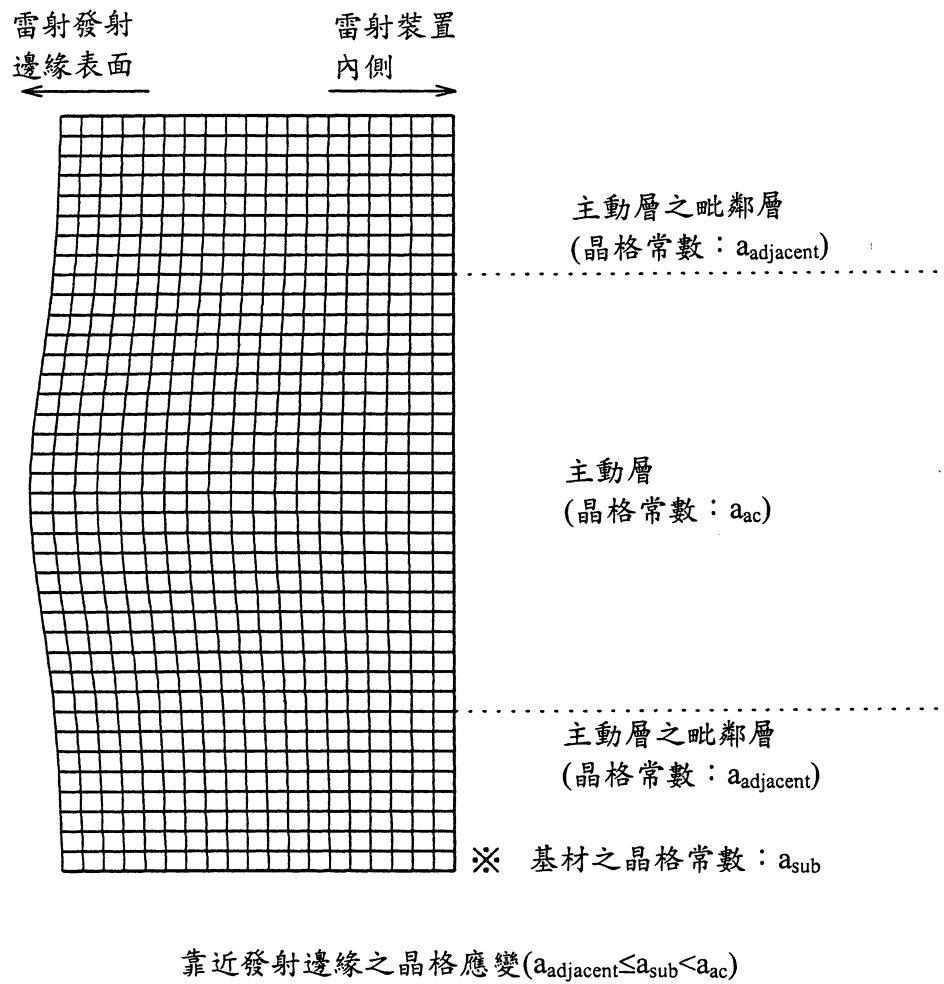


圖 3

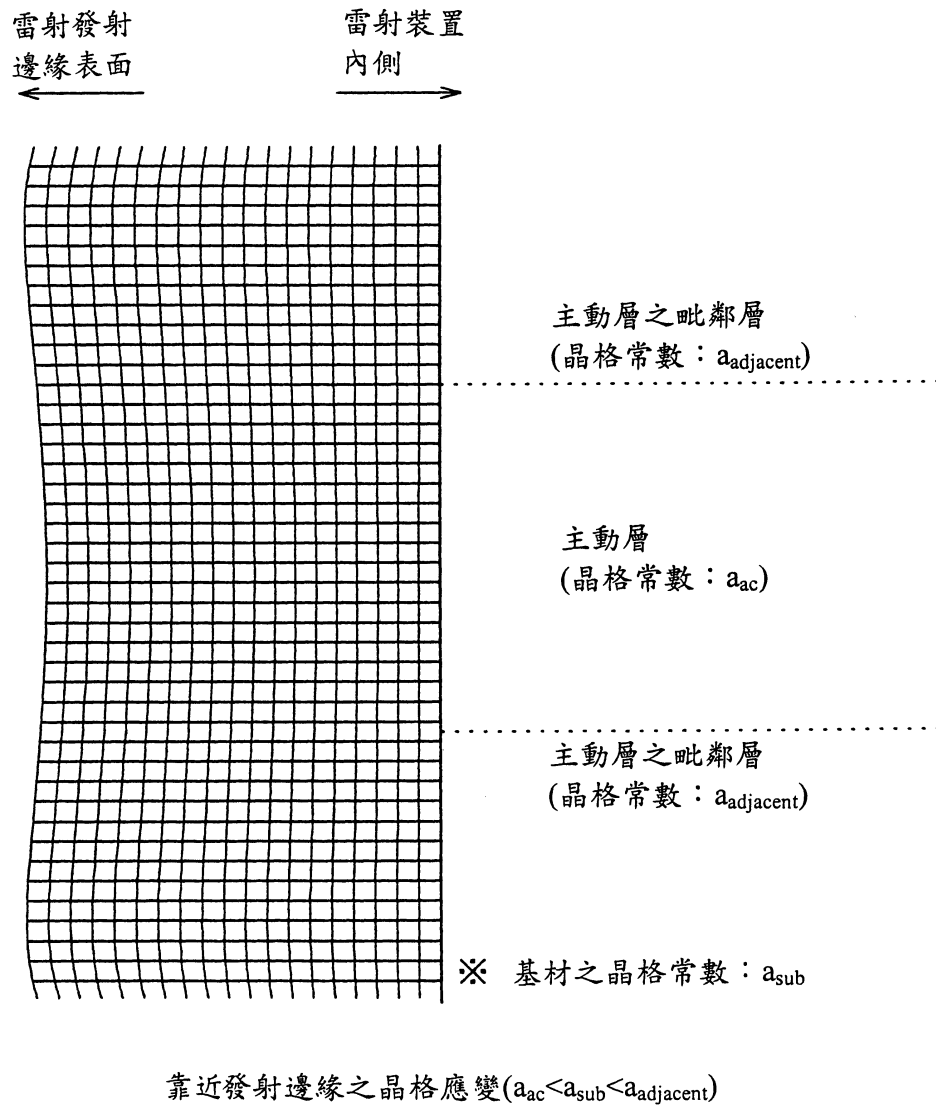


圖 4