

申請日期	November 23, 1998
案 號	87119375
類 別	H01S 3/025

A4

C4

472420

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	半 導 體 雷 射 裝 置
	英 文	SEMICONDUCTOR LASER DEVICE
二、發明 創作人	姓 名	1. 內 藤 由 美 2. 大 枝 靖 雄 3. 藤 本 毅
	國 籍	1. 日 本 2. 日 本 3. 日 本
	住、居所	1. 千 葉 縣 袖 ヶ 浦 市 長 浦 字 拓 二 號 580 番 32 三 井 化 學 株 式 會 社 內 2. - 3. 皆 同 上
三、申請人	姓 名 (名稱)	三 井 化 學 股 份 有 限 公 司 (三 井 化 學 株 式 會 社)
	國 籍	日 本
	住、居所 (事務所)	東 京 都 千 代 田 區 霞 が 關 三 丁 目 2 番 5 號
	代 表 人 姓 名	佐 藤 彰 夫

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

日本 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☒有 ☐無主張優先權

1997年11月26日特願平9-324768

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明()

本發明之背景

1. 本發明之領域

本發明係有關於能夠以高效率與高輸出功率操作之半導體雷射裝置，其最好被使用於通訊、印刷、雷射醫學處理、雷射束加工以及其相似者之領域。

2. 相關技術之說明

為了提昇半導體雷射輸出功率的目的，本發明之申請人係提出被提供以具有寬能帶間隙並具有微小厚度在主動層二側的載體區隔層之半導體雷射，因此被形成於載體阻隔層外之覆蓋層之能帶間隙的設計自由度將被增加(W093/16513)。

在該結構中，載體阻隔層具有有效地限制主動層所射出的載體之功能且載體阻隔層係被形成為薄片狀，所以主動層所產生的光線可穿過載體阻隔層並容易地外漏至被置於其外的光導引層。因此，其係得以避免基於雷射光在半導體雷射發射面上之局部化所引起之毀滅性的光學損傷，並提昇該小平面的崩潰水平，其結果是可以實現高輸出功率的操作。

為製造更高效率的半導體雷射裝置，減少損耗係為重要的，其中內損耗有相當大程度視自由載體之吸收而定。在該自由載體吸收中，P型層係較N型層影響為大。

例如，在使用GaAs的狀況中，自由載體吸收係數

α_{fc} [cm⁻¹] 係以如下所示之式(1)表示(詳閱 page 85, "Semiconductor Laserbasis and application-", edited

五、發明說明 (>)

by Ryoichi ITO and Michiharu NAKAMURA):

$$\alpha_{fc} = 3 \times 10^{-18} \cdot n + 7 \times 10^{-18} \cdot p \quad \dots (1)$$

其中 n 表示 n 型載體的濃度而 p 表示 p 型載體的濃度。由式 (1)，很明顯的自由載體吸收係數 α_{fc} 正比於載體濃度且 p 型層對自由載體吸收的影響為 n 型層的二倍或更多。

為製造更高效率與更高輸出功率之半導體雷射裝置，將裝置之電阻與熱阻值限制至低水平係為重要的。當電阻值高時，能量轉換效率將由於焦耳熱或相似者的產生而被減少。此外，因為裝置溫度上升，所以由於熱飽和，啓始電流將增加且輸出功率將減少。

本發明之概要

本發明之一目的係為藉由減少自由載體吸收以將內損耗限制於低水平，而提供高效率之半導體雷射裝置。

本發明之另一目的係為藉由減少裝置之電阻與熱阻值，而提供高效率與高輸出功率之半導體雷射裝置。

本發明將提供包含複數個依序形成層的半導體雷射裝置，其包括有：

- 一 第一層覆蓋層，
- 一 第一層光導引層，
- 一 第一層載體阻隔層，
- 一 主動層，
- 一 第二層載體阻隔層，

五、發明說明()

一 第二層光導引層，

一 第二層覆蓋層，

第一與第二光導引層之能帶間隙係較主動層為寬，

第一與第二覆蓋層之能帶間隙係較第一與第二光導引層為寬，

第一與第二載體阻隔層之能帶間隙係較第一與第二光導引層為寬，

第一與第二覆蓋層之一為 p 型，而另一個為 n 型，

其中 p 型覆蓋層的折射係數係較 n 型覆蓋層為低。

根據本發明，p 型覆蓋層係被製作以具有較 n 型覆蓋層為低的折射係數，因此，波導引模式將被推出至具有較高折射係數之 n 型覆蓋層邊緣。因此，其係得以減少光在對於自由載體吸收較 n 型層更有影響力之 p 型覆蓋層與相鄰之光導引層的散佈，藉此雷射裝置的效率係因內損耗的減少而提昇。

此外，在本發明中，p 型覆蓋層的厚度最好小於 n 型覆蓋層。

根據本發明，p 型覆蓋層係為微薄的，因此，p 型覆蓋層的電阻值本身將被減少。通常，p 型層的電阻值係較 n 型層為高，且覆蓋層可能為所有組成半導體雷射之諸層中最厚者，所以 p 型覆蓋層的電阻值佔總電阻值的最大部份。因此，其係得以藉由減少 p 型覆蓋層的電阻值而大幅地減少該總電阻值。再者，因為焦耳熱的產量亦被減少，所以整個裝置的溫度亦可避免上升，而能量

五、發明說明(4)

轉換效率將被改善。此外，為熱飽和所限制之最大輸出功率亦被增加。因此，一高效率與高輸出功率的半導體雷射將可被實施。

此外，因為 p 型覆蓋層係為微薄的，所以 p 型覆蓋層本身的熱阻值亦被減少。通常，在半導體雷射裝置中，各諸層係被形成於 n 型基板上，並通常以向下接合的方式黏著而提昇熱輻射效率，所以形成於 p 型層側之諸層係被黏著於托盤 (mount) 上。在 p 型層被黏著於托盤上的狀況中，主動層中所產生的熱將穿過具有低熱阻值的 p 型層而逸散至托盤，藉此熱將被順利地輻射，而整個裝置的溫度將不會提昇。

再者，p 型覆蓋層係被形成為薄片狀，因此，頂端與主動層間的距離將被縮短。因此，在藉由離子植入或相似者所嵌入之窗口或線條結構的案例中，離子植入的加速電壓係被降低，而對於雷射裝置的損傷將可被減少。結果，半導體雷射裝置的可靠度與輸出功率將可被提昇。

圖示之簡單說明

本發明之其他或進一步的目的、特徵以及優點將藉由下列細節說明並參考附圖而變得更清楚，其中：

第 1 圖係為圖示本發明之實施例的圖；

第 2 圖係為圖示本實施例與參考範例之波導引模式的圖：

第 3 圖係為圖示本實施例與參考範例之電阻值的圖：

第 4 圖係為圖示本實施例與參考範例之熱阻值的圖：

五、發明說明 (5)

本發明之細節說明

現將參考本發明之圖示、較佳實施例而說明如下。

第 1 圖係為圖示本發明之一實施例的圖。在該半導體雷射裝置中，一由 n-GaAs 所製的緩衝層 2 (厚度 $t=0.5\mu\text{m}$)、一由 n-AlGaAs 所製成的 n 型覆蓋層 3 (Al 組成比例 $x=0.38$ ，折射係數 $N_n=3.354$ ， $t=1.1\mu\text{m}$)、一由 n-AlGaAs 所製成的光導引層 4 ($x=0.2$ ， $t=0.5\mu\text{m}$)、一由 n-AlGaAs 所製成的載體阻隔層 5 ($x=0.5$ ， $t=0.02\mu\text{m}$)、一由未摻雜 InGaAs 井層 (In 組成比例 $y=0.2$ ， $t=0.008\mu\text{m}$) / 未摻雜 AlGaAs 阻障層 (Al 組成比例 $x=0.2$ ， $t=0.006\mu\text{m}$) 所組成的雙量子井主動層 6、一由 p-AlGaAs 所製成的載體阻隔層 7 ($x=0.5$ ， $t=0.02\mu\text{m}$)、一由 p-AlGaAs 所製成的光導引層 8 ($x=0.2$ ， $t=0.5\mu\text{m}$)、一由 p-AlGaAs 所製成的 p 型覆蓋層 9 ($x=0.7$ ，折射係數 $N_p=3.166$ ， $t=0.5\mu\text{m}$)、一由具有像線條的窗口之 n-GaAs 所製成的電流阻隔層 10 ($t=0.3\mu\text{m}$) 以及一由 p-GaAs 所製成之接觸層 11 ($t=1\mu\text{m}$) 係使用 MOCVD (有機金屬化學氣相沈積) 法或相似的技術而依序地形成於 n-GaAs 所製成的基板 1 上方。基板 1 之底端與接觸層 11 之頂端上係個別地被形成電極 12、13。

AlGaAs 型材料具有能帶間隙隨鋁組成增加而變寬的傾向。在本實施例中，光導引層 4、8 的能帶間隙係較主動層 6 為寬；覆蓋層 3、9 的能帶間隙係較光導引層 4、8 為寬；而載體阻隔層 5、7 的能帶間隙係較光導引層 4、8 為寬。

五、發明說明 (b)

其次，半導體雷射裝置的操作將被說明。當一正偏壓被施加於接觸層 11 的電極 12 以及一負偏壓被施加於基板 1 的電極 13 時，一電流將由接觸層 11 流至基板 1，並僅穿過電流區隔層 10 所未形成之區域，亦即穿過像線條狀的窗口，因此電流密度將被增加。

電流係被注入主動層 6 以作為載體，其次載體將再結合以發光。此外，由於電流注入數量增加，誘發發射開始，而最後雷射震盪將開始發生於組成光共振器的小平面間於第 1 圖之薄板上的垂直方向上。雷射光係散佈於光導引層 4, 8 與置於主動層 6 之二個表面上之覆蓋層 3, 9，並於後序被導引。另一方面，主動層 6 中的載體係基於載體阻隔層 5, 7 的存在而被限制於主動層中，而得到再結合效率的改良。

其次，一參考範例將作為比較的目的而被說明。該參考範例的半導體雷射裝置係根據第 1 圖之實施例而形成，而 n 型覆蓋層 3 的折射係數與厚度係與 p 型覆蓋層相同，其中該折射係數係為 3.354 而厚度 t 係為 $1.1\mu\text{m}$ 。

第 2 圖係為圖示實施例與參考範例之波導引模式的圖。橫軸代表在主動層 6 之層厚度方向上的位置 (單位： μm)，而縱軸代表光的強度 (任意單位，線性)。由該圖，在實施例中 (以實線表示)，該 p 型覆蓋層係被形成以具有較 n 型覆蓋層為低的折射係數係為明顯的，因此實施例的波導引模式與參考範例 (以虛線表示) 比較係被推出 n 型層邊緣 (負邊)。該結構將減少光導引模式在 p 型

五、發明說明(7)

導引層與 p 型覆蓋層的分佈量，而使其得以減少基於自由載體吸收所引起的內損耗。

此處之實施例係揭示 n 型覆蓋層 3 之折射係數與厚度二者皆與 p 型覆蓋層 9 不同的狀況。然而，即使當覆蓋層彼此間具有相同的厚度與不同的折射係數時，波導引模式將以第 2 圖之相同實線示之，而在 p 型導引層與 p 型覆蓋層之自由載體吸收可以相同方式減少。

第 3 圖係為圖示實施例與參考範例之電阻值的圖，其中縱軸標示電阻值 (Ω)，而如第 1 圖所示之諸層的順序將反轉之。由該圖中，在組成半導體雷射的各諸層中，p 型覆蓋層具有最高的電阻值係為明顯的。再者，在該實施例中，p 型覆蓋層係被製作以具有較 n 型覆蓋層為薄的厚度係為明顯的，因此，與參考範例做比較，p 型覆蓋層的電阻值係被減少大約 60%，且整體電阻值亦可被減少相當大的程度。

第 4 圖係為圖示實施例與參考範例之熱阻值的圖，其中縱軸標示熱阻值 (K/W)，而如第 1 圖所示之諸層的順序將反轉之。由該圖，在組成半導體雷射的各諸層中，p 型覆蓋層與 n 型覆蓋層具有相當高的熱阻值係為明顯的。再者，在該實施例中，p 型覆蓋層係被製作以具有較 n 型覆蓋層為薄的厚度係為明顯的，因此，與參考範例做比較，p 型覆蓋層的熱阻值係被減少大約 40%，且整體熱阻值亦可被減少相當大的程度。特別地是，在半導體雷射以向下接合而被鑲埋的狀況中，本實施例係為有

五、發明說明 (8)

利的，因為在主動層之 p 型層側上的熱阻值將被減少。

本發明可於不背離其精神或必要特徵下以其他特殊形式實施之。因此，本實施例在各方面係被視為舉例而非表示僅限於此，除了上述說明外之為所附申請專利範圍所揭示之發明範疇以及所有與申請專利範圍之意義和範圍相當的改變係意欲被包含於其中。

參考符號說明

- 1.....基板
- 2.....緩衝層
- 3.....n 型覆蓋層
- 4, 8.....光導引層
- 5, 7.....載體阻隔層
- 6.....雙量子井主動層
- 9.....p 型覆蓋層
- 10.....電流阻隔層
- 11.....接觸層
- 12, 13.....電極

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

)

半 導 體 雷 射 裝 置

光導引層係各別地被形成於主動層的二面，該光導引層具有較主動層為寬的能帶間隙，一 n 型覆蓋層與一 p 型覆蓋層係各別地被形成以將主動層與光導引層夾置於其中，該覆蓋層具有較光導引層為寬能帶間隙，而載體阻隔層係各別地形成於主動層與光導引層之間，該載體阻隔層具有較主動層與光導引層為寬的能帶間隙。p 型覆蓋層的折射係數係較 n 型覆蓋層為低。內損耗將藉由該結構而被限制於低水平，因為自由載體吸收將被減少，且半導體雷射裝置的電阻與熱阻值將被減少，其結果是該雷射裝置的效率與輸出功率將被增加。

英文發明摘要(發明之名稱： SEMICONDUCTOR LASER DEVICE)

)

Optical guide layers are formed on both faces of the active layer, respectively, which optical guide layers have a band gap wider than that of the active layer, an n-type cladding layer and a p-type cladding layer respectively formed so as to sandwich the active layer and the optical guide layers therebetween, which cladding layers have a band gap wider than those of the optical guide layers, and carrier blocking layers are respectively formed between the active layer and the optical guide layers, which carrier blocking layers have a band gap wider than those of the active layer and the optical guide layers. The refractive index of the p-type cladding layer is lower than that of the n-type cladding layer. With such constitution inner losses are limited to a low level, as free carrier absorption is reduced, and the electric and thermal resistances of a semiconductor laser device are reduced, with the result that the laser device is enhanced in efficiency and output power.

六、申請專利範圍

1. 一種半導體雷射裝置，其具有複數依序形成層，其包括：

括：

- 一第一層覆蓋層，
- 一第一層光導引層，
- 一第一層載體阻隔層，
- 一主動層，
- 一第二層載體阻隔層，
- 一第二層光導引層，
- 一第二層覆蓋層，

第一與第二光導引層之能帶間隙係較主動層為寬，
第一與第二覆蓋層之能帶間隙係較第一與第二光導引層為寬，

第一與第二載體阻隔層之能帶間隙係較第一與第二光導引層為寬，

第一與第二覆蓋層之一為 p 型，而另一個為 n 型，
其中 p 型覆蓋層的折射係數係較 n 型覆蓋層為低。

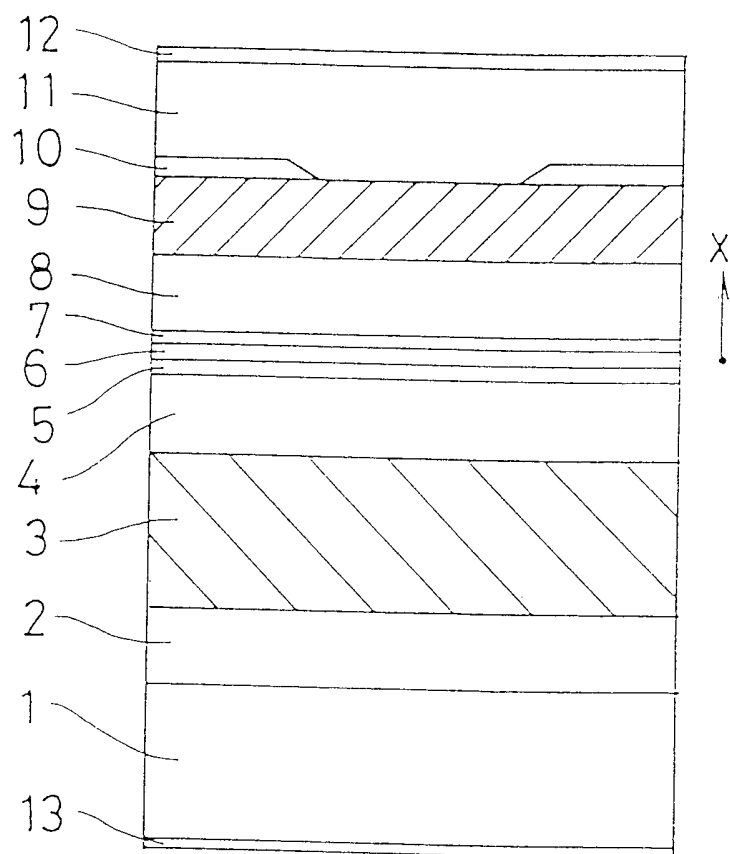
2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體雷射裝置，其中 p 型覆蓋層的厚度係小於 n 型覆蓋層。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

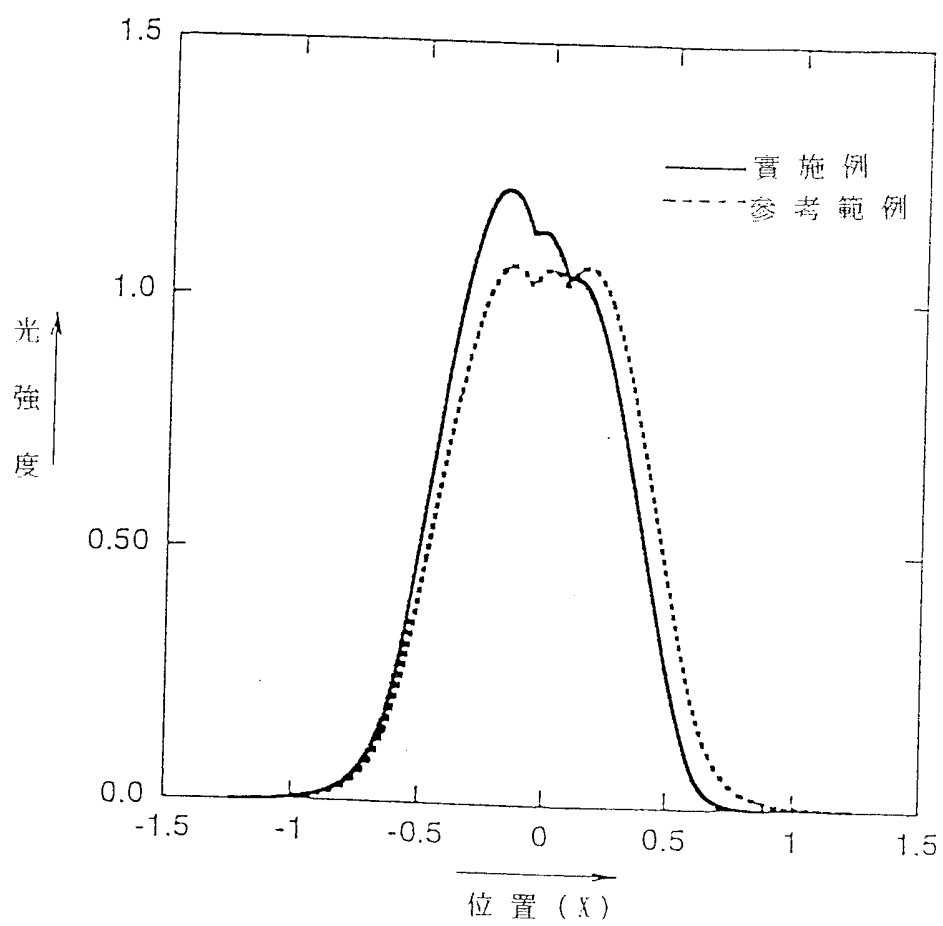
裝

訂

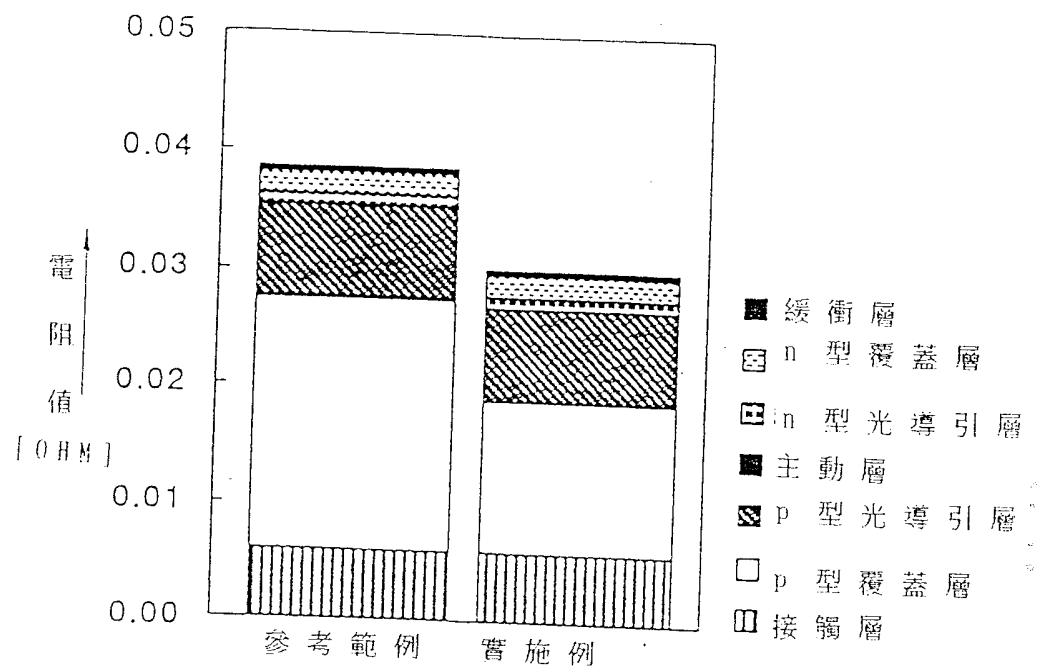
線



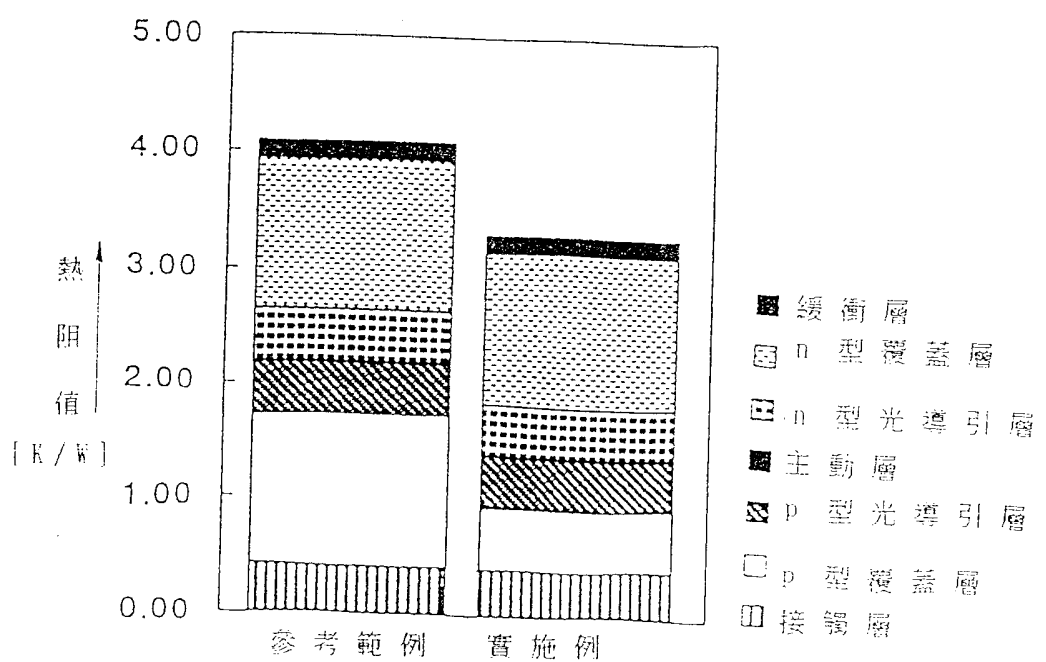
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖