

公告本

申請日期： 90-01-19 案號： 90101296

類別： H01S 3/18

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

497308

一、 發明名稱	中文	半導體發光裝置
	英文	SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 內田 史朗
	姓名 (英文)	1. SHIRO UCHIDA
	國籍	1. 日本
	住、居所	1. 日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日商新力股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. SONY CORPORATION
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
	代表人 姓名 (中文)	1. 田中 啟介
	代表人 姓名 (英文)	1. KEISUKE TANAKA



本案已向

國(地區)申請專利

日本 JP

申請日期

2000/01/24 特願2000-014289

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明背景

本發明關係一種半導體發光裝置及其製造方法，及特別關係一種半導體發光裝置用於半導體雷射或發光二極體使用一氮化物基化合物半導體容許紫色光發光及其一種製造方法。

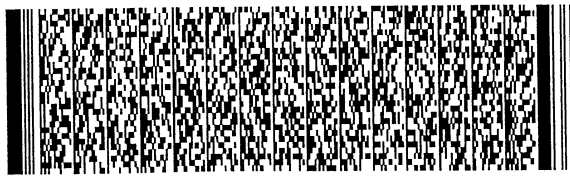
一種半導體雷射裝置容許紫色光發光作為光碟系統的光源已經變為注意的焦點。由於半導體發光裝置使用氮化物基化合物半導體容許紫色光發光，已知一氮化鎵基半導體雷射裝置揭露於日本專利公告號碼No. Hei 11-214788。在這種氮化鎵基半導體雷射裝置中，一活性層由氮化物半導體製成位於一基板上至少在數個由氮化物半導體製成的覆蓋層之間，其中一電流射入一帶狀區（稱為脊）具有比活性層的寬度狹窄的寬度。這種活性層的特徵為脊的寬度範圍定為0.2至1.8 μm 。

不過，上述相關技藝半導體雷射裝置的缺點在於因為脊的寬度範圍為0.2至1.8 μm ，電流的消耗高達100mA或更多。例如，一半導體發光裝置用於短波數位影視光碟錄影裝置需要的輸出約30mW，及要穩定操作半導體發光裝置需要減少電流消耗至100mA或更少及也要減少功率消耗。

發明概述

本發明的一目標為提供一種半導體發光裝置含約為30mW的輸出藉由設定一低限電流至100mA或較少及也設定一水平角至6°或更多而能穩定操作，及提供一種製造方法。

欲達到上述目標，提供一種半導體發光裝置包括：一覆



五、發明說明 (2)

蓋層具有一第一導電型，一活性層，及一半導體層包括至少一覆蓋層具有一第二導電型與第一導電型相反，該等數層係依順序重疊在一基板上；其中在半導體層上面部份的一部份上面形成一脊；各覆蓋層具有第一導電型，活性層，及半導體層具有第二導電型係由一氮化物基III-V類化合物半導體製成；及脊的寬度範圍為 1.9 至 $2.6\ \mu\text{m}$ 。

如本發明人實驗的結果發現，用於本發明的半導體發光裝置其中脊的寬度的範圍為 1.9 至 $2.6\ \mu\text{m}$ ，獲得 30mW 的輸出需要的功率消耗約為 0.6W 或更少及獲得 30mW 的輸出需要的電流消耗約為 100mA 或更少，及用於一種半導體發光裝置其中脊的寬度比 $1.9\ \mu\text{m}$ 狹窄或比 $2.6\ \mu\text{m}$ 寬，電流消耗超過 100mA 因而該裝置成為不能使用，及功率消耗也急速變得較大。

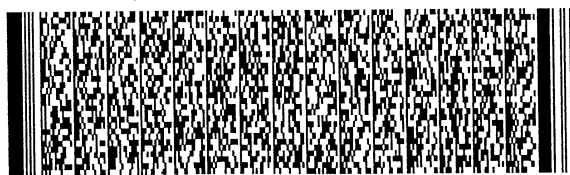
根據本發明的半導體發光裝置具有上述構造，因為脊寬的範圍為 1.9 至 $2.6\ \mu\text{m}$ ，便可能實現一半導體雷射裝置容許紫色光發光，以低限電流表示，為 100mA 或更少，同時也實現一半導體雷射裝置容許紫色光發光，其特徵為一水平角為 6.0° 或更大(水平方向遠場圖案值的一半)。

圖式之簡單說明

圖1為一斷面圖顯示本發明的一具體實施例的一半導體發光裝置的構造；

圖2為一曲線圖顯示一半導體層，脊兩邊，部份厚度的容許範圍及脊寬度的容許範圍；

圖3為一曲線圖顯示半導體發光裝置電流消耗與脊寬的



五、發明說明 (3)

關係；

圖4為一曲線圖顯示半導體發光裝置功率消耗與脊寬的關係；

圖5為一曲線圖顯示半導體發光裝置低限電流與脊寬的關係；及

圖6為一曲線圖顯示半導體發光裝置水平角與脊寬的關係。

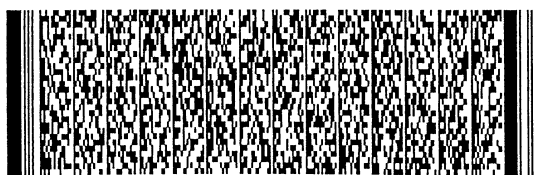
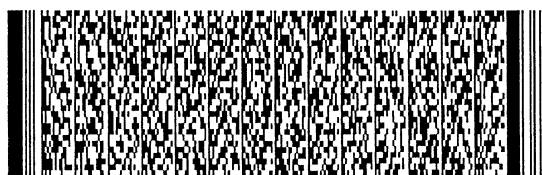
較佳具體實施例詳細說明

以下說明本發明的一較佳具體實施例並參考附圖。

圖1為一斷面圖顯示根據本發明的具體實施例的一半導體發光裝置的構造。如圖1所示，一緩衝層12及一接觸層13具有一第一導電型(以下稱n型)係按順序重疊在藍寶石製成的基板11上面。緩衝層12係由非摻染的氮化鎵(GaN)膜形成具有厚度30nm。n型接觸層13係由n型氮化鎵(n-GaN)膜摻染n型雜質形成，一般為矽，具有厚度為4.5 μm 。

一n型覆蓋層14，一n型引導層15，一活性層16，一p型罩層17，一p型引導層18，及一p型覆蓋層19係按此順序重置在n型接觸層13的特定區上面。這些層14，15，16，17，18及19形成一個特別的高台形狀。

n型覆蓋層14由一n型氮化鎵鋁(n-AlGaIn，其中鋁的成份：0.08)膜摻染一n型雜質形成，一般為濃度約 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 的矽，膜厚度為1.3 μm 。n型引導層15由一n型氮化鎵(n-GaN)膜摻染n型雜質形成，一般為濃度約 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 的



五、發明說明 (4)

矽，膜厚度為10nm。

活性層16具有一多量子井結構包括n型氮化銦鎵($n\text{-Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$)膜作為井層及非摻染氮化銦鎵($\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$)膜作為阻擋層。例如，井層的構造成為n型氮化銦鎵($n\text{-Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ ，其中 $x=0.14$)膜摻染矽，膜厚度為3.5nm，及阻擋層的構造成為非摻染氮化銦鎵($\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ，其中 $y=0.02$)膜，膜厚度為7.5nm。在此多量子井結構中，井數量一般設定至3。

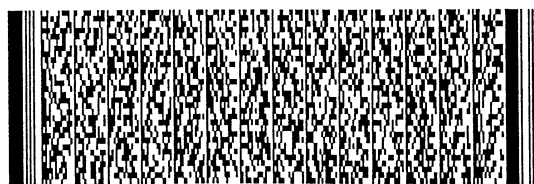
p型覆蓋層17由一p型氮化鎵鋁(p-AlGa_{0.2}N其中鋁的成分為0.2)膜摻染一p型雜質形成，一般為鎂，膜厚度為20nm。較理想，形成一帽層17，但非必要。

p型引導層18由一p型氮化鎵(p-GaN)膜摻染一p型雜質形成，一般為濃度約 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 的鎂，膜厚度為100nm。此時，載體的濃度一般變為約 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。

p型覆蓋層19由一p型氮化鎵鋁(p-AlGa_{0.2}N)膜摻染一p型雜質形成，一般為濃度約 $8 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 的鎂，膜厚度為1.0 μm 。此時，載體的濃度一般變為約 $8 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 。

p型覆蓋層19上部的一部份形成一脊條的形狀，以下稱為"脊21"。脊21的寬度範圍為1.9 μm 至2.6 μm ，較理想，為2.0 μm 至2.4 μm 。

在脊21的兩側及活性層16上面的p型半導體層20部份(本具體實施例包括p型帽層17，p型引導層18及p型覆蓋層19)的厚度"d"的範圍設定，從獲得一適當低限電流 I_{th} 的觀點，如圖2所示。例如，脊寬 $W=1.9 \mu\text{m}$ ，厚度"d"的範圍為



五、發明說明 (5)

0.03 μm 至 0.33 μm ，及脊寬 $W=2.6 \mu\text{m}$ ，厚度" d "的範圍為 0.03 μm 至 0.295 μm 。

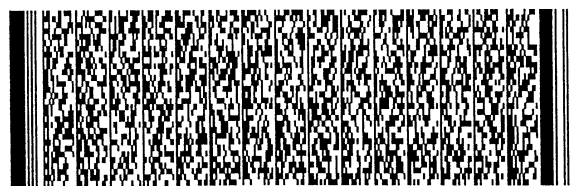
一 p 型接觸層 22 由氮化鎵 (p-GaN) 膜形成具有厚度 100 nm 位於脊 21 上面。在 p 型接觸層 22 的上部開放的情況下 p 型覆蓋層 19 上面形成一電流阻擋層 23。截流層 23 由一種能阻止從下面半導體層 20 (特別是 p 型覆蓋層 19) 流入的電流的材料製成並具有折射率 2.5 或較少。這種材料的特別例子包括二氧化矽 (SiO_2)，氧化鋅 (ZnO)，二氧化鋯 (ZrO_2)，氮氧化矽 (SiON)，二氧化鈦 (HfO_2)，三氧化二釷 (Sc_2O_3)，三氧化二釷 (Y_2O_3)，氧化鎂 (MgO)，三氧化二鋁 (Al_2O_3)，二氧化釷 (ThO_2)，三氧化二鉍 (Bi_2O_3)，氮化矽 (SiN)，氮化鋁 (AlN)，及氮化鎵鋁 ($\text{n-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ， $x \geq 0.02$)。

截流層 23 上面具有一 p 型電極 24 連接脊 21。p 型電極 24 由一鎳 (Ni) 膜 (厚度：10 nm)，一白金 (Pt) 膜 (厚度：100 nm)，及一金 (Au) 膜 (厚度：300 nm) 按此順序重疊在截流層 23 上面。一 n 型電極 25 位於 n 型接觸層 13 上面。n 型接觸電極 25 由一鈦 (Ti) 膜 (厚度：10 nm)，一鋁 (Al) 膜 (厚度：100 nm)，及一白金 (Pt) 膜 (厚度：100 nm)，及一金 (Au) 膜 (厚度：300 nm) 按此順序重疊在 n 型接觸層 13 上面。

如此，便獲得半導體發光裝置 1。

為何半導體發光裝置 1 的脊寬 W 受限制的理由以下說明並參考圖 3 至 5。

圖 3 顯示脊寬 W 及獲得輸出 30 mW 所需要的電流消耗之間的關係，其中垂直座標表示電流消耗及水平座標表示脊寬 W



五、發明說明 (6)

。圖中，黑色圓型記號顯示裝置1具有共鳴器長度 $L=600\text{ }\mu\text{m}$ 所獲得的資料而黑色三角型記號顯示裝置1具有共鳴器長度 $L=700\text{ }\mu\text{m}$ 所獲得的資料。

如圖3所示，如果脊寬 W 的範圍為 1.9 至 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ ，電流消耗為 100mA 或較少。特別，脊寬 W 的範圍，較理想，為 $2.1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $2.4\text{ }\mu\text{m}$ 。如果脊寬 W 小於 $1.9\text{ }\mu\text{m}$ 或大於 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ ，電流消耗將超過為 100mA ，及具體的說，如果脊寬 W 小於 $1.9\text{ }\mu\text{m}$ ，電流消耗會急速增高，導致因生熱而產生操作故障。

圖4顯示脊寬 W 及獲得輸出 30mW 所需要的功率消耗之間的關係，其中垂直座標表示功率消耗而水平座標表示脊寬 W 。圖中，黑色圓型記號顯示裝置1具有共鳴器長度 $L=600\text{ }\mu\text{m}$ 所獲得的資料而黑色三角型記號顯示裝置1具有共鳴器長度 $L=700\text{ }\mu\text{m}$ 所獲得的資料。

如圖4所示，如果脊寬 W 的範圍為 1.9 至 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ ，功率消耗為 0.6W 或較少。特別，如果脊寬 W 的範圍為 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 至 $2.4\text{ }\mu\text{m}$ ，功率消耗會小於 0.6W 。如果脊寬 W 小於 $1.9\text{ }\mu\text{m}$ 或大於 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ ，功率消耗將超過為 0.6W ，及具體的說，如果脊寬 W 小於 $1.9\text{ }\mu\text{m}$ ，功率消耗會急速增高，便無法達成減少功率消耗的目的。

圖5顯示脊寬 W 及半導體發光裝置具有共鳴器長度 $L=750\text{ }\mu\text{m}$ 的低限電流 I_{th} 之間的關係，其中垂直座標表示連續振盪的低限電流 I_{th} 而水平座標表示脊寬 W 。圖中，虛線顯示裝置1其中在脊兩側上面半導體層部份的厚度" d "為 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 所獲得的資料，而實線顯示裝置1其中厚度" d "為 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 所



五、發明說明 (7)

獲得的資料。

欲穩定操作半導體發光裝置，低限電流 I_{th} 的範圍必須設定為100mA或較少。如圖5所示，用於裝置1其中厚度" d "為 $0.3\ \mu\text{m}$ ，低限電流 I_{th} 設定為100mA或較少，脊寬 W 必須設定為 $2.3\ \mu\text{m}$ 或較少，及用於裝置1其中厚度" d "為 $0.1\ \mu\text{m}$ ，低限電流 I_{th} 設定為100mA或較少，脊寬 W 必須設定為 $3.5\ \mu\text{m}$ 或較少。

在脊21的兩側上面半導體層20部分的厚度" d "的說明如下。因為厚度" d "變厚，電流從脊21流向半導體層20的脊21之兩側部分，致使流入發光區的電流變小。結果，電流的效率變低及低限電流 I_{th} 變高。另一方面，厚度" d "變薄，電流從脊21流向半導體層20的脊21之兩側部分較少，因而電流有效地流入發光區。結果，流入發光區的電流量變大，致使電流效率變高及低限電流 I_{th} 變較低。

另外，因為厚度" d "變薄，差動折射率 $\Delta n = n_2 - n_1$ (n_2 為脊21下面部分的有效折射率及 n_1 為包括半導體層20，活性層16， n 型引導層15及 n 型覆蓋層14的有效折射率)變大。如果差動折射率 Δn 為，例如， 3×10^{-3} 或較多，橫向光的限制變為較強，致使有效產生激勵發光，結果低限電流 I_{th} 變為較低。

圖6顯示水平角 θ (或水平方向遠場圖案的半值)及脊寬 W 之間的關係，其中脊21兩側上半導體層20部分的厚度" d "為一參數，而垂直座標表示水平角 θ 及水平座標表示脊寬 W 。



五、發明說明 (8)

如圖6所示，脊寬 W 的範圍如上述為 1.9 至 $2.6\ \mu\text{m}$ ，如果厚度" d "的範圍為 0.03 至 $0.25\ \mu\text{m}$ ，水平角 θ 為 6.0° 或更大，及具體地說，如果厚度" d "的範圍為 0.03 至 $0.20\ \mu\text{m}$ ，平均水平角 θ 則為 8° 或更大受既使考慮變化也為 6° 或更大。另外，厚度" d "可以做成小於 $0.03\ \mu\text{m}$ ，不過，如果脊21的形成係由蝕刻p型覆蓋層19，則p型覆蓋層19必須具有厚度約為 $0.03\ \mu\text{m}$ 以避免在p型覆蓋層19蝕刻後，活性層16發生蝕刻損壞。因此，厚度" d "設定為 $0.03\ \mu\text{m}$ 或較多。如果脊21可以由蝕刻形成而不會發生任何蝕刻損壞，厚度" d "便可設定為小於 $0.03\ \mu\text{m}$ 。

如上述，脊寬 W 的範圍必須為至少 1.9 至 $2.6\ \mu\text{m}$ ，較理想，為 2.1 至 $2.4\ \mu\text{m}$ 。厚度" d "的範圍較理想為 0.03 至 $0.25\ \mu\text{m}$ 。

根據半導體發光裝置1，藉由截流層23便可在水平方向穩定維持橫型光強度分佈，阻擋層23由低折射率材料製成，具有折射率為 2.5 或較小，較理想，氧化矽或氮化矽具有折射率 1.7 或較小。

另外，已知氮化鎵基材料的折射率，即使添加鋁也不能變太多，不過，並不依賴脊寬 W 及脊21兩側上半導體層20部分的厚度" d "受水平方向折射率分佈很大影響。從這個觀點，根據半導體發光裝置1，藉由提供截流層23由低折射率材料製成及指定脊寬 W 及厚度" d "如上述穩定限制光在 X -方向(即是橫方向)，便能減少低限值(詳細地說，減少低限電流 I_{th} 至 100mA 或較少)及增加遠場圖案(詳細地說，



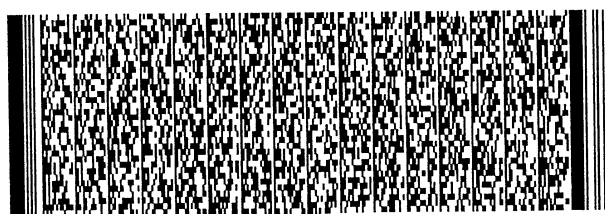
五、發明說明 (9)

增加水平方向遠場圖案的半值 θ 至 6.0° 或更大)。另外，藉由適當選擇脊寬 W 及半導體層的厚度 " d "，半值 θ 可以增加至 8° 或較大。在本方法中，本發明的半導體發光裝置可用於光碟裝置，例如數位多媒體光碟(DVD)裝置，特別，用於高密度光碟裝置。

必須說明，水平方向遠場圖案的半值 θ 係由可以獲得半導體發光裝置的發射光的水平強度分佈的尖峰光強度的 50% 或較多光強度的角度表示。

本發明上述的構造可以應用於氮化鎵基半導體發光裝置包括本具體實施例所述半導體發光裝置以外的所謂脊。

雖然，本發明的較佳具體實施例已經使用特定名詞說明，該名稱只用於解釋用途，同時必須明白，在不背離下列申請專利範圍的精神及範圍下，可以作修改及變化。



圖式簡單說明

四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體發光裝置)

一種半導體發光裝置，包括一覆蓋層具有一第一導電型，一活性層及一半導體層包括至少一覆蓋層且具有一第二導電型與第一導電型相反，各層係按順序重疊在一基板上；其中半導體層頂部的一部份上面形成一脊；該具有一第一導電型之覆蓋層，該活性層，及該具有第二導電型之半導體層均由氮化物基III-V類化合物半導體製成；及脊的寬度範圍為1.9至2.6 μm 。半導體發光裝置能穩定操作提供輸出約為30 mW，其係藉由設定一低限電流至100 mA或較少及且設定一水平角至6°或更多而達成。

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

A semiconductor light emitting device includes a cladding layer having a first conductive type, an active layer, and a semiconductor layer including at least a cladding layer and having a second conductive type reversed to the first conductive type, which layers are sequentially stacked on a substrate; wherein a ridge is formed on part of an upper portion of the semiconductor layer; each of the cladding layer having the first conductive type, the active layer, and the semiconductor



四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體發光裝置)

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

layer having the second conductive type is made from a nitride based group III-V compound semiconductor; and the width of the ridge is in a range of 1.9 to 2.6 μm . The semiconductor light emitting device is stably operable with an output of about 30 mW by setting a threshold current to 100 mA or less and also setting a horizontal angle to 6° or more.



六、申請專利範圍

1. 一種半導體發光裝置，包括：

一覆蓋層具有第一導電型，一活性層，及一半導體層包括至少一覆蓋層且具有第二導電型與第一導電型相反，該數層係按順序重疊在一基板上；

其中一脊在該半導體層上面部份的一部份上面形成；

該具有第一導電型之覆蓋層，該活性層，及該具有第二導電型之半導體層均由氮化物基III-V類化合物半導體製成；以及

該脊的寬度範圍為1.9至2.6 μm 。

2. 如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中該脊的一側面上的半導體層部份的厚度範圍為0.03至0.25 μm 。

3. 如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中用來阻擋從該半導體層流到該活性層方向的流動電流的一截流層至少在該脊的一側面上的該半導體層部份上面形成。

4. 如申請專利範圍第2項之半導體發光裝置，其中用來阻擋從該半導體層流到該活性層方向的流動電流的一截流層至少在該脊的一側面上的該半導體層部份上面形成。





圖式

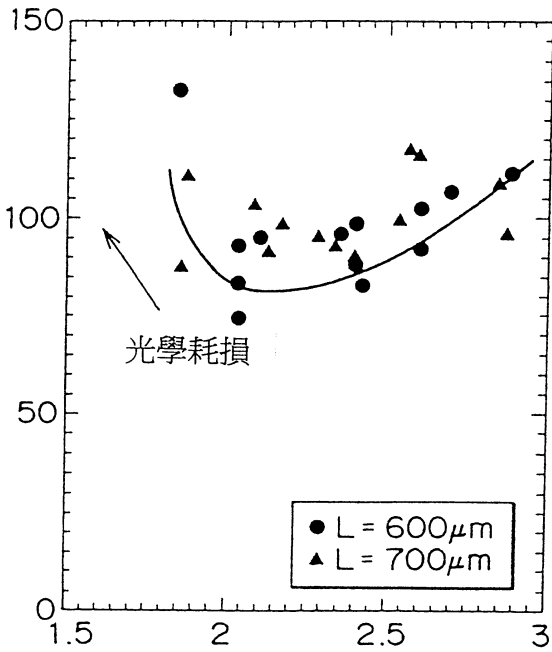


圖 3

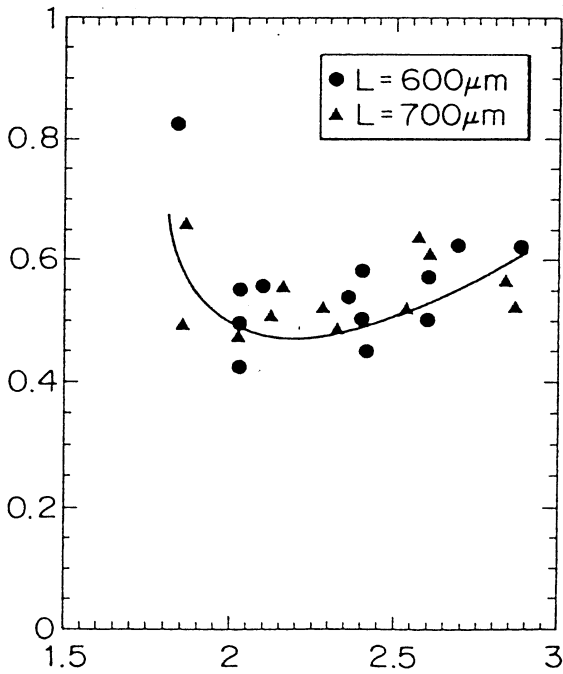


圖 4

圖式

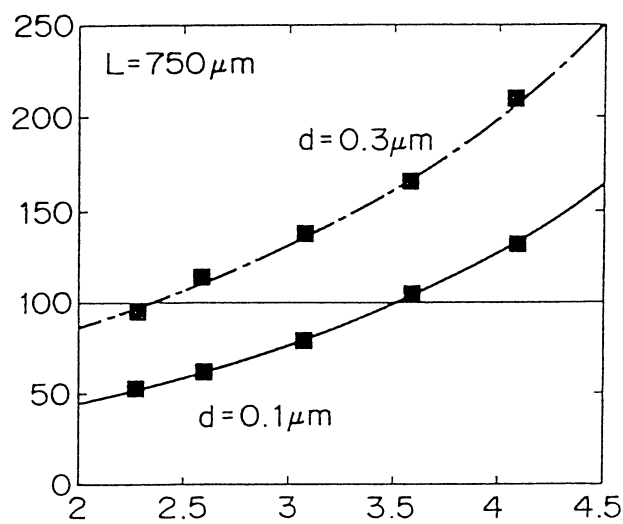


圖 5

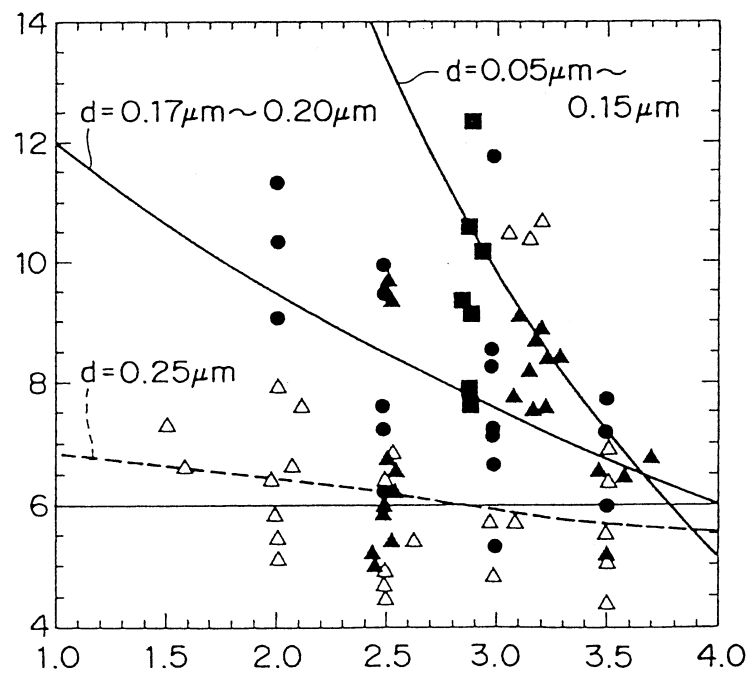


圖 6