



(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 201230566 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 16 日

(21)申請案號：100100315

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 05 日

(51)Int. Cl.：

H01S5/026 (2006.01)

H01S5/40 (2006.01)

(71)申請人：通用奈米光學有限公司 (賽普勒斯) GENERAL NANO OPTICS LIMITED (CY)
賽普勒斯

(72)發明人：詩菲金 凡西里 伊凡諾菲其 SHVEYKIN, VASILIIY IVANOVICH (RU)；傑洛凡
尼 菲克特 愛其洛菲其 GELOVANI, VIKTOR ARCHILOVICH (RU)；宋克 艾
利克西 尼克拉菲其 SONK, ALEKSEY NIKOLAEVICH (RU)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 40 頁

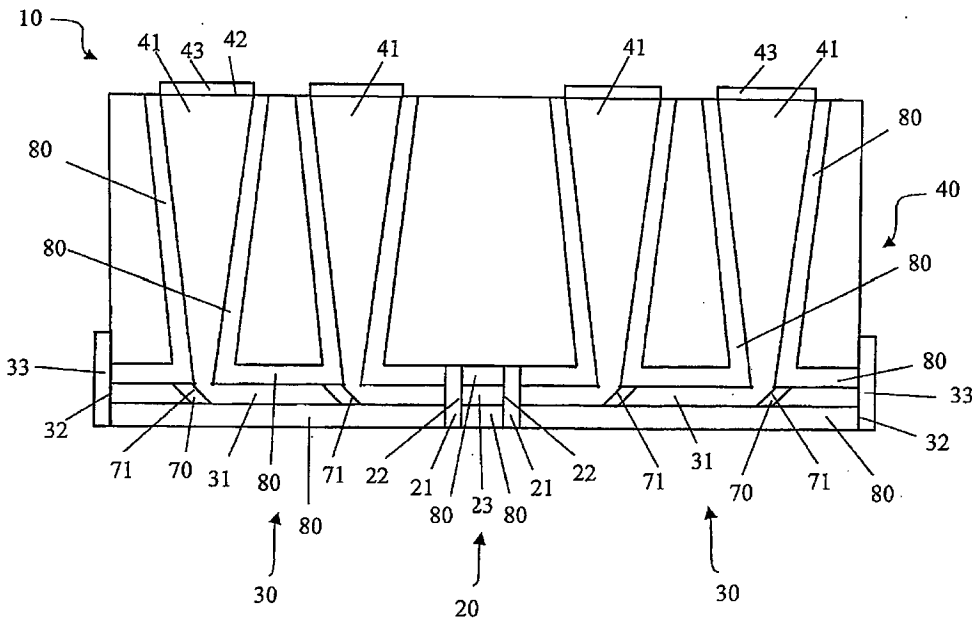
(54)名稱

多束同調雷射發射的二極體源

DIODE SOURCE OF MULTIBEAM COHERENT LASER EMISSION

(57)摘要

所提議的雷射同調發射之半導體源用於精確雷射材料處理(雷射切割、焊接、鑽孔、表面熔解、各種零件之尺寸處理、雷射標記及雕刻)中，用於外科手術及動力治療之雷射裝置中，用於雷射測距儀、雷射目標指示器中，用於實現二倍頻雷射且用於實現泵浦纖維及固態雷射及光學放大器。該所提議的具有水平發射輸出及垂直發射輸出的多束同調雷射發射的二極體源(DSMCLE)(特定狀況為 DSMCLE-VE)之主要特徵在於：單一模式(及單頻)主二極體雷射與二極體光學放大器的原始的且不明顯之兩級整合式組合。在第一級，實現該主雷射與該線性放大器之整體連接，在此狀況下，該主雷射與該線性放大器之發射的傳播之光軸的方向重合。在該線性放大器與該垂直放大器之整體連接的第二級，該等放大器之發射的傳播之光軸的方向相互垂直。在該第一級，實現發射自該主二極體雷射至該線性放大器的實際上全部流動，在該第二級，藉由使用置放於該等垂直放大器之主動區至該等線性放大器之主動區之橫向側的連接處的原始旋轉元件，實現雷射發射之一指定部分自該線性放大器至該等垂直放大器的流動。對於具有水平發射輸出之該 DSMCLE，兩倍放大之雷射發射的同調射束之輸出係經由該等垂直放大器之抗反射光學小面而進行。對於具有垂直發射輸出之該 DSMCLE(DSMCLE-VE)，在垂直方向上(相對於異質結構層之平面)品質增加之同調射束的輸出係藉由引入之原始輸出元件而進行。此提議形成以下兩者的基礎：所主張之技術成果之達成；及在一寬波長範圍中的單一模式及單頻雷射發射的該兩種類型之特大功率、高效率、高速度且可靠之源的開發，其中雷射發射具有超高品質且該等源之製造技術得到顯著簡化且生產成本得到削減。



- 10：所提議之多束同調雷射發射的二極體源 (DSMCLE)
- 20：主二極體雷射
- 21：光學諧振器之不透光反射器/不透光光學反射器
- 22：光學諧振器之光學小面
- 23：條帶主動雷射放光區
- 30：線性放大器
- 31：條帶主動放大區
- 32：外部光學小面
- 33：抗反射塗層
- 40：垂直放大器
- 41：可加寬主動放大區
- 42：輸出光學小面
- 43：抗反射塗層
- 70：旋轉元件
- 71：光學反射平面
- 80：主雷射、線性放大器及垂直放大器之橫向約束區

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於光電子工程之重要組件，亦即，係關於一寬波長範圍之多束同調發射（具有水平及垂直發射輸出）的緊湊、高功率、高效率雷射二極體源，該源係為主二極體雷射與二極體光學放大器之兩級組合所製造。

【先前技術】

具有增加之輸出功率及改良之雷射束品質的二極體雷射自以下發明而得知：[美國專利 4063189，Xerox Corp.，（US），1977，H01S 3/19, 331/94.5 H]、[俄羅斯專利 2197048，V.I. Shveikin、VA. Gelovani，18.02.2002，H01 S 5/32]。

自技術本質及所獲得之技術成果之觀點而言，例示性原型注入式（在下文被稱作二極體）雷射提議於[俄羅斯專利 2278455，V.I. Shveikin，17.11.2004，H01S 5/32]中。該二極體雷射包括基於半導體化合物之異質結構、光學小面、反射器、歐姆接觸、光學諧振器。該異質結構之特徵在於：該異質結構之有效折射率 n_{eff} 對導入層（lead-in layer）之折射率 n_{IN} 的比率（亦即， n_{eff} 對 n_{IN} 之比率）係由自加上一德耳塔(delta)至減去一德耳塔之範圍來確定，其中德耳塔係藉由遠小於一之數值來確定。該異質結構含有至少一個主動層、至少兩個反射層（該主動層之每一側上至少一個反射層），該等反射層至少由一子層形成且具有小於該異質

結構之有效折射率 n_{eff} 的折射率。該異質結構亦含有雷射發射導入區，該雷射發射導入區對於發射而言透光。該導入區為至少一個且位於該主動層與一對應反射層（至少在該主動層之一側上）之間。該導入區包括：雷射發射導入層，該雷射發射導入層具有一折射率 n_{IN} 且至少由一子層組成；至少一個約束層（confining layer），該至少一個約束層至少由一子層組成；主要調整層，該主要調整層至少由一子層組成，該主要調整層之該等子層中之一者至少具有不小於該導入層之折射率 n_{IN} 的折射率，且該主要調整層之一表面鄰近於該主動層。在該主要調整層之相對側上，該導入區之約束層鄰近於該主要調整層之另一表面。該約束層具有小於該主要調整層之折射率的折射率。該等光學諧振器反射器之反射係數以及異質結構層之組成物及厚度經選擇，以使得對於操作中之二極體雷射而言，主動層中之發射的所得放大足以貫穿操作電流範圍而維持一雷射放光臨限值。吾人已將二極體雷射之此構造稱為基於具有導入區之異質結構的二極體雷射，該異質結構之特徵在於：在雷射放光臨限電流之領域中的 n_{eff} 對 n_{IN} 之特定比率。對於給定異質結構，在雷射放光臨限電流之領域中的 n_{eff} 對 n_{IN} 比率係由自加上一伽瑪 (gamma) 至減去一伽瑪之值範圍來確定，其中伽瑪之值係藉由小於量差之數值來確定。

原型二極體雷射之主要優點為：雷射輸出功率之增大、垂直平面中發射區域之大小的增加，以及發射之角發散的對應減少。同時，該原型二極體雷射限制輸出功率之

進一步增加以及同時發生的高品質之雷射發射，亦即，該原型二極體雷射並未將多束同調發射之高功率單頻二極體源（具有接近一之完整性因數 M^2 ）實現為：在水平平面與垂直平面兩者中具有放大雷射發射之輸出的主二極體雷射與二極體光學放大器之兩級整合式組合。

【發明內容】

在一寬波長範圍中具有水平發射輸出與垂直發射輸出兩者之多束同調放大雷射發射的所提議之二極體源的技術成果為：針對穩定單頻及單一模式雷射類型之振盪的該二極體源之放大雷射發射之輸出功率的多倍（一至三倍及更大之數量級）增加；效率、可靠性、使用期限及調變速度之增加；以及源製造技術之顯著簡化及生產成本的削減。

本發明之一態樣為一種多束同調雷射發射之二極體源（在下文被稱作 DSMCLE），該二極體源含有：至少一個、至少單一模式單頻主二極體雷射，在下文被稱作主雷射；至少一個二極體光學放大器，在下文被稱作線性放大器，該至少一個二極體光學放大器與該主雷射整體地且以光學方式連接；至少兩個二極體光學放大器，在下文被稱作垂直放大器，該至少兩個二極體光學放大器與該線性放大器整體地且以光學方式連接。

該主雷射及該線性放大器與該等垂直放大器係形成於一基於半導體化合物之共同異質結構中。該異質結構含有至少一個主動層、至少兩個約束層及一使得對於雷射發射

而言透光之雷射發射導入區。該導入區置放於該主動層與一對應約束層之間且含有至少一個導入層。該異質結構之特徵在於：該異質結構之有效折射率 n_{eff} 對該導入層之折射率 n_{IN} 的比率（亦即， n_{eff} 對 n_{IN} 之比率）係在自一至減去一伽瑪之範圍內，其中伽瑪係藉由遠小於一之數值來確定。

該主雷射包括：主動條帶雷射放光區，該主動雷射放光區具有連接之金屬化層；發射約束區，該發射約束區具有連接之絕緣層，該約束區位於該主雷射之該主動雷射放光區之每一橫向側上；以及歐姆接觸、光學小面、反射器、光學諧振器。沈積於該光學諧振器之末端上的該光學諧振器之該等反射器具有接近一之反射係數且位於該主動層之位置的指定附近區域中。

包括具有連接之金屬化層的至少一個主動放大區的每一線性放大器經定位，以使得該主雷射之發射的傳播之光軸與該線性放大器之光軸重合。該主雷射與該等線性放大器之該整體連接係經由該導入層而實現。

包括具有連接之金屬化層的至少一個主動放大區及具有光學抗反射塗層之一光學輸出面的每一垂直放大器經定位，以使得該垂直放大器之光軸相對於該線性放大器之該光軸成一直角（模數）而定位。

在該線性放大器之該光軸與每一垂直放大器之該光軸相交的附近區域中，存在使雷射發射之一指定部分自該線性放大器流動至該垂直放大器的整體元件，該整體元件任意地被稱為旋轉元件。該旋轉元件由垂直於該等異質結構

層之平面的至少一個光學反射平面組成，在該導入層之厚度的 20%至 80%內橫跨該主動層及該異質結構導入區之部分，且使相對於該線性放大器之該光軸及該垂直放大器之該光軸的傾斜角為約 45° (模數)。(本段中提及之約束層在專利第 2278455 號中的原型裝置中被稱為反射層。)

基於原始異質結構而製成的所提議之新 DSMCLE 的實質區別在於：主二極體雷射（在下文被稱作主雷射）與整合式線性二極體光學放大器（在下文被稱作線性放大器）連接的有效兩級整合式組合，該線性放大器又與整合式垂直二極體光學放大器（在下文被稱作垂直放大器）連接。該所提議之 DSMCLE 的新穎性在於：該主雷射與該等放大器之該整體連接係在無聚焦光學器件之情況下進行的。在第一級，實現該主雷射與該線性放大器之該整體連接，在此狀況下，該主雷射與該線性放大器之發射的傳播之光軸的方向重合。在該線性放大器與該垂直放大器之整體連接的第二級，該等放大器之光學發射的傳播之方向（亦即，該等放大器之光軸之方向）相互垂直。雷射發射自該線性放大器至該等垂直放大器的流動係藉由使用原始旋轉元件來進行，該等原始旋轉元件置放於該等垂直放大器之主動區至該等線性放大器之主動區之橫向側的連接處。

在以下兩者中達成該技術成果：不對稱異質結構，在該不對稱異質結構中，基板之側上的該導入區中之該導入層的該厚度超過該異質結構之外部層之側上的該導入區中之該導入層的該厚度；及對稱異質結構，在該對稱異質結

構中，該基板之該側上的該導入區中之該導入層的該厚度等於該異質結構之該外部層之側上的該導入區中之該導入層的該厚度。

在較佳具體實例中，該主雷射之該光學諧振器的該等反射器係在每一光學面上自該異質結構表面至該導入區中之一深度處，該深度未到達該基板之該側上的該約束層。在此狀況下，該主雷射（無聚焦光學器件且實際上無損失）與兩個線性放大器中之每一者的該整體連接主要係經由該異質結構之該導入層的深埋部分來進行，省略了該主雷射之該光學諧振器的不透光反射器（在該主雷射之該光學諧振器之該等光學小面的兩側上，形成（藉由塗層之沈積）反射係數接近一之該等反射器）。雷射放光臨限值之獲得係在一光學諧振器（不透光光學諧振器）中進行，該光學諧振器在兩側上包括針對兩個高強度鏡面具有一最大高反射係數之反射器。該不透光光學諧振器構造之奇特性在於：該不透光光學諧振器構造之兩個反射器實際上完全反射自該雷射之該主動層射出之發射，且自該所提議的修改之異質結構的該導入層來實現雷射發射輸出，省略了該光學諧振器之該等不透光反射器。

在較佳具體實例中，該線性放大器可位於該主雷射之該光學諧振器之端側上，且在該光學諧振器之每一端側上可存在一線性放大器。

在較佳具體實例中，該主雷射提供一基諧模下之雷射放光，且在必要時提供單頻雷射放光。為了達成穩定單頻

雷射放光（以及單頻調諧），將該主雷射之該光學諧振器的該等反射器製成為分散式布拉格反射器（Bragg reflector）。

在較佳具體實例中，在該主雷射之該橫向約束區中，存在至少一個分割約束子區及至少一個約束子區，且具有一指定寬度之該分割約束子區係在該主雷射之該主動雷射放光區之兩個橫向側上自該異質結構表面至一指定深度處，該指定深度未到達該主動層之位置的深度，該約束子區係在該分割約束子區之兩個橫向側上自該異質結構表面至一指定深度處，該指定深度超過該主動層之位置的該深度但未到達該約束層之位置的深度。該約束子區之不尋常安放（橫跨該主動層）提供在增加之雷射輸出功率下的雷射發射之模式穩定性。

在較佳具體實例中，該線性放大器之該主動區可製成為一完全條帶區，或為完全可加寬的，或為可加寬的且具有一至條帶部分之平滑過渡。在最新版本中，該線性放大器之該主動區的該可加寬部分鄰近於該主雷射，且該可加寬部分至該條帶主動區之該平滑過渡係在距該旋轉元件最近之位置之前實現。

在較佳具體實例中，具有一指定寬度之一分割約束子區鄰近於該線性放大器之該主動區的每一橫向側，該分割約束子區經置放成自該異質結構表面至一指定深度處，該指定深度未到達該主動層之位置的該深度。在必要時，一約束子區連接至該分割約束子區之每一橫向側，該約束子區經置放成自該異質結構表面至一指定深度處，該指定深

度超過該主動層之位置的該深度且未到達該約束層之位置的該深度。

在較佳具體實例中，在該線性放大器之該閒置光學小面上的光學反射塗層具有一接近一之反射係數。

在較佳具體實例中，該垂直放大器之該主動區可製成為一完全條帶區，或為完全可加寬的，或為可加寬的且具有一至條帶部分之平滑過渡。在最新版本中，該垂直放大器之該主動區的該可加寬部分鄰近於該線性放大器，且該可加寬部分至該條帶主動區之該平滑過渡係在距該旋轉元件一指定距離處實現。

在較佳具體實例中，具有一指定寬度之一分割約束子區鄰近於該垂直放大器之該主動區的每一橫向側，該分割約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度未到達該主動層之位置的該深度。在必要時，一約束子區連接至該分割約束子區之每一橫向側，該約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度超過該主動層之位置的該深度但未到達該約束層之位置的該深度。

在較佳具體實例中，使被自該主雷射之該光學諧振器的該反射器最大程度地移除的一旋轉元件之光學反射平面穿透至該異質結構中，至少穿透至該基板之該側上的該約束層。

在較佳具體實例中，在該垂直放大器之放大發射之輸出的該等光學小面上的該光學抗反射塗層具有一接近零之反射係數。

在較佳具體實例中，該旋轉元件之該光學反射平面具有一為正 45° 之傾斜角，且緊接於該光學反射平面的該旋轉元件之該光學反射平面具有一為負 45° 之傾斜角。此情形允許在相反方向上實現發射輸出。

在較佳具體實例中，該共同異質結構含有至少兩個主動層，該至少兩個主動層藉由之間具有隧道過渡的 p 型及 n 型之薄的重摻雜層而電連接至彼此。

在較佳具體實例中，該主雷射、該等線性放大器及該等垂直放大器具有獨立之歐姆接觸。

在較佳具體實例中，沿著至少一個垂直放大器之該主動區、在兩倍放大之雷射發射的傳播之該光軸的方向上、在距該旋轉元件一特定距離處，存在至少一個額外引入之輸出元件，該至少一個額外引入之輸出元件包括至少一個光學反射平面，該至少一個光學反射平面以一為 45° (模數) 之傾斜角橫跨若干個異質結構層之平面，包括該主動層且部分包括該導入層 (亦即，該導入層之厚度之 30% 至 80%)。此決策對於達成以下目的而言為必要的：實現在垂直於該主動層之平面的方向上自該等垂直放大器之該等主動區的放大雷射發射的輸出 (所謂的放大雷射發射的垂直輸出) (在下文中，具有垂直發射輸出之該 DSMCLE 被稱為 DSMCLE-VE)。在光軸之方向上引入的該等原始輸出元件包括一光學反射平面，該光學反射平面跨越該垂直放大器之該主動區置放且以一為 45° (模數) 之傾斜角自該外部層穿透至該發射導入層中。上文提議之所有 DSMCLE 具體實例

與此具體實例相容。

本發明中所提議之該不明顯 DSMCLE 的本質在於：用於單一模式（及單頻）主雷射、線性及垂直放大器的該所提議之共同異質結構，其中在垂直於該異質結構之該主動層的平面中具有無比大尺寸之近發射場。本發明之本質亦在於整體連接之原始的且有效的兩級程序：在該第一級的單頻、單一模式主雷射與線性放大器之該連接，在該第二級的線性放大器與垂直放大器之該連接。在此狀況下，該等垂直放大器之該等主動區相對於該等線性放大器之該等主動放大區成一直角而置放。雷射發射之一指定部分自該等線性放大器至該等垂直放大器之流動係藉由所引入之原始旋轉元件而實現，該等所引入之原始旋轉元件置放於該等線性放大器之該等主動區與該等垂直放大器之該等主動區之相交處。此外，藉由引入沿著該等垂直放大器之光軸置放的原始整體輸出元件，實現超高功率的多束高品質放大雷射發射的原始的且有效之輸出，該發射係相對於該等異質結構層之平面垂直地引導（在該異質結構之該外部層的方向上及在半導體基板之方向上）。

本發明中提議之該 DSMCLE 的技術實現係基於迄今已發展良好且得到廣泛使用的已知基本技術製程。該提議滿足了「工業適用性」準則。該 DSMCLE 之製造之主要區別在於：該異質結構之特徵，及該主雷射與該線性放大器及該等線性放大器與該等垂直放大器之該等整體連接。

【實施方式】

在下文將結合圖 1 至圖 8 來詳細描述本發明。

在下文中，參看所包括之圖式藉由具體的具體實例之描述來解釋本發明。具有水平發射輸出及垂直發射輸出的多束同調雷射發射的二極體源 (DSMCLE) (具有垂直發射輸出的多束同調雷射發射的二極體源被稱為 DSMCLE-VE) 之具體實例的給定實例並非唯一的實例，且設想其他實現之可用性 (包括已知之波長範圍)，該等 DSMCLE 之特徵根據申請專利範圍在區別之總結中得到反映。

所提議之 DSMCLE 10 (參見圖 1 至圖 2) 含有在基諧模下雷射放光且與兩個線性放大器 30 整體連接的單一模式主雷射 20，該兩個線性放大器 30 在兩個端側上連接至主雷射 20。不透光光學反射器 21 置放於雷射光學諧振器之末端處 (進一步參見第 11 頁、第 1 段、第 3 行至第 8 行)。在外部光學小面 32 上具有抗反射塗層 33 之線性放大器 30 又藉由使用旋轉元件 70 而與具有可加寬主動放大區 41 之垂直放大器 40 整體連接。放大雷射發射的輸出係經由四個垂直放大器 40 中之每一者的抗反射光學小面 42 來進行。

DSMCLE 10 係基於主雷射 20 與該等二極體放大器 30 及 40 的共同雷射異質結構 50 而製造。異質結構 50 係在 n 型 GaAs 之基板 60 上成長。線性放大器 30 與垂直放大器 40 之整體連接係藉由使用旋轉元件 70 而實現。異質結構 50 係基於 AlGaAs 半導體化合物而成長，異質結構 50 具有一為 InAlGaAs 之主動層 51。藉由主動層 51 之組成物及厚度

確定的雷射波長經選擇以等於 $0.976 \mu\text{m}$ 。

在基板 60 之側上，第一導入區（包括調整層 53 及導入層 54）位於主動層 51 與約束層 52 之間。在相對側上，第二導入區 56（包括調整層及導入層）位於主動層 51 與約束層 55 之間，p 型之半導體接觸層 57 鄰近於第二導入區 56。金屬化層及對應絕緣介電層未展示於諸圖中。事實上，位於約束層 52 與 55 之間的異質結構 50 之所有層的集合形成可延伸之波導區。該等導入層係由 AlGaAs 製成。在基板 60 之側上的導入層 54 之厚度經選擇以等於 $6 \mu\text{m}$ ，該厚度為大於相對側上之導入層之厚度的數量級。在 0.3 kA/cm^2 及 5.0 kA/cm^2 之電流密度下，異質結構 50 之有效折射率 n_{eff} 對導入層 54 之折射率 n_{IN} 的所計算之比率（ $n_{\text{eff}}/n_{\text{IN}}$ ）的值分別等於 0.999868 及 0.999772。

基於上文所描述之異質結構 50，形成整體連接之一個主雷射 20、兩個線性放大器 30 及四個垂直放大器 40。在二極體雷射 20 之光學諧振器之光學面 22 上的兩側上，形成（藉由塗層之沈積）反射係數接近一之反射器 21（不透光光學反射器 21）。經由深埋之導入層 54 而實現主雷射 20 與線性放大器 30 之整體連接，省略不會到達基板 60 之側上的約束層 52 的不透光反射器 21。將主雷射 20 之主動雷射放光區 23 製造為具有 $9 \mu\text{m}$ 之條帶寬度的條帶區，光學諧振器之長度經選擇以等於 $1000 \mu\text{m}$ 。兩個線性放大器 30 中之每一者中的條帶主動放大區 31 之寬度及長度（參見第 16 頁上之位置）分別為 $12 \mu\text{m}$ 及 $2000 \mu\text{m}$ 。在每一線性放

大器 30 之外部光學小面 32 上，沈積反射係數接近零（小於 0.0001）之抗反射塗層 33。

藉由將兩個旋轉元件 70 置放於條帶主動放大區 31 中（參見第 16 頁上之位置）而實現每一線性放大器 30 與兩個垂直放大器 40 之間的整體光學連接。藉由蝕刻製成之每一旋轉元件 70 包括光學反射平面 71，光學反射平面 71 與異質結構 50 之該等層的平面成直角而定位且在內部自接觸層 57 垂直地穿透至導入層 54、至導入層 54 之厚度的 60%。在此狀況下，旋轉元件 70 之該反射平面 71 相對於在線性放大器 30 與兩個垂直放大器 40 中的放大發射之傳播的光軸成 45° 角（模數）而翻轉。使每一垂直放大器 40 之主動放大區 41 為可加寬的，具有 6° 之加寬角。在垂直放大器之長度為 $5000\ \mu\text{m}$ 之情況下，輸出放大發射之光學小面 42 之寬度為 $250\ \mu\text{m}$ 。在每一線性放大器 40 之輸出光學小面 42 上，沈積反射係數接近零（小於 0.0001）之抗反射塗層 43。

使具有相同之主要特性的橫向約束區 80 在兩個橫向側上鄰近於主雷射 20 之條帶主動雷射放光區 23，而且鄰近於兩個線性放大器 30 之每一條帶主動區 31 且鄰近於四個垂直放大器 40 之每一可加寬主動區 41。該等區 80 含有兩個子區（諸圖中未示）。與該等區 23、31 及 41 鄰接的第一條帶分割約束子區係藉由蝕刻為 $2.0\ \mu\text{m}$ 之寬度至 $0.7\ \mu\text{m}$ 之深度但未到達異質結構 50 之主動層 51 所處之深度的凹槽而形成。與該第一子區鄰接之第二約束子區係藉由蝕刻為橫跨主動層 51 所處之平面的凹入凹槽且穿透至導入層 54 中

至導入層 54 之厚度的 60%而形成。兩個凹槽填充有介電質。

DSMCLE 10 (諸圖中未示) 之以下具體實例與圖 1 至圖 2 中表示之具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，光學諧振器之不透光反射器 21 形成為提供主雷射之穩定單頻雷射放光的分散式布拉格反射器。

DSMCLE 10 (諸圖中未示) 之以下具體實例與圖 1 至圖 2 中表示之具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，共同異質結構 50 含有至少兩個主動層，該至少兩個主動層藉由之間具有隧道過渡的 p 型及 n 型之薄的重摻雜層而電連接至彼此。

DSMCLE 10 (諸圖中未示) 之以下具體實例與圖 1 至圖 2 中表示之具體實例的不同之處在於：此具體實例含有五十個垂直放大器 40 及五十個旋轉元件 70，每一線性放大器 30 之長度為 20,000 μm 。

DSMCLE 10 (參見圖 3) 之以下具體實例與圖 1 至圖 2 中表示之具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，使最接近於主雷射的每一(兩個中之每一)主動放大區 34 在其初始部分中為可加寬的，該初始部分具有至具有 50 μm 之條帶寬度的條帶部分 31 的平滑過渡。將垂直放大器 40 之每一主動放大區 44 製成為條帶主動放大區 44。此外，在大部分自主雷射 20 之光學小面 22 移除的每一旋轉元件 70 中，光學反射平面 72 穿透至導入層 54 中至導入層 54 之厚度的 100%。在此狀況下，不再存在製造用於線性放大器 30 之抗反射塗層 33 的必要性。請注意，在圖 3 及圖 4 至圖 6

中，未展示橫向約束區。

DSMCLE 10 (諸圖中未示) 之以下具體實例與先前具體實例之不同之處在於：在此具體實例中，鄰近於具有至線性放大器 30 之條帶區 34 及至條帶主動放大區 31 的平滑過渡的可加寬主動放大區的橫向約束區 80 僅由一分割約束子區組成。

DSMCLE 10 (諸圖中未示) 之以下具體實例與先前具體實例之不同之處在於：在此具體實例中，鄰近於垂直放大器 40 之條帶主動放大區 44 的橫向約束區 80 僅由一分割約束子區組成。

DSMCLE 10 (參見圖 4) 之以下具體實例與圖 3 中表示之具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，在每一線性放大器 30 之主動放大區 31 中，光學反射平面 72 相對於旋轉元件 70 之光學反射平面 71 成直角 (90°) 而翻轉。在此狀況下，在藉由旋轉元件 70 之該等光學反射平面 71 及 72 而連接至線性放大器 30 的垂直放大器 40 中，輸出之放大雷射發射係在相反方向上傳播。

DSMCLE 10 (參見圖 5) 之以下具體實例與圖 3 中表示之具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，線性放大器 30 與主雷射 20 之整體連接僅在主雷射 20 之一側上進行。雷射發射係在不透光反射器 21 之下經由導入層 54 之部分而傳播至具有至線性放大器 30 之條帶區 34 的平滑過渡的可加寬主動放大區。在光學諧振器之相對側上，不透光反射器 21 形成於裂開之光學面 22 上。線性放大器 30 之

剩餘部分具有三個條帶主動放大區 31 (諸如圖 3 中)。線性放大器至四個垂直放大器 40 之整體連接係經由具有對應光學反射平面 71 及 72 之旋轉元件 70 (藉由蝕刻製成) 而實現。每一垂直放大器 40 具有可加寬主動放大區 41, 且最接近於主雷射之可加寬主動放大區連接至主動放大區 34 之條帶部分, 其他可加寬主動放大區連接至三個條帶主動放大區 31。相對於異質結構 50 之該等層的平面成直角而定位之三個反射平面 71 在內部自接觸層 57 垂直地穿透至導入層 54 中至導入層 54 之厚度的 50%, 且將一個主動放大區 34 及兩個後續主動放大區 31 與對應的可加寬主動放大區 41 連接。光學反射平面 72 (與平面 71 成對比) 在內部垂直地穿透至約束層 52, 光學反射平面 72 提供對放大射束之 100% 反射且將主動放大區 31 與大部分移除之可加寬主動放大區 41 連接。在此狀況下, 不再存在在線性放大器 30 之外端面上製造抗反射塗層 33 的必要性。

DSMCLE 10 之以下具體實例與先前具體實例的不同之處在於: 在此具體實例中, 形成至主雷射 20、至線性放大器 30 及至垂直放大器 40 的獨立 (分離) 歐姆接觸, 該等歐姆接觸係藉由在歐姆金屬化層 (諸圖中未示) 之間引入薄的分割條帶而實現。

在以下的圖 6、圖 7、圖 8 中表示的被稱為 DSMCLE-VE 100 的具有垂直發射輸出之 DSMCLE 的以下具體實例與上述 DSMCLE 具體實例的不同之處在於: 在垂直放大器 40 中, 沿著該等主動放大區藉由蝕刻額外形成兩個及兩個以

上之整體輸出元件 110。該等元件 110 形成於距旋轉元件 70 特定距離處及該等元件 110 彼此之間的特定距離處，且經設計以在相對於異質結構 50 之該等層的平面之垂直方向上輸出放大雷射發射。

DSMCLE-VE 100 (參見圖 6 及圖 7) 之以下具體實例與先前具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，藉由蝕刻而形成之每一整體輸出元件 110 包括跨越條帶主動放大區 44 而置放的光學反射平面 111 以達成放大雷射發射。該平面 111 橫跨異質結構 50 之該等層 (包括主動層 51) 之平面以負 45° 之傾斜角穿透至導入層 54 中至導入層 54 之厚度的 65%。對於大部分自旋轉元件 70 移除之輸出元件 110 而言，光學反射平面 112 穿透至導入層 54 中至導入層 54 之厚度的 100%。在基板 60 之外側 61 上的放大雷射發射的輸出處，形成反射係數小於 0.0001 之抗反射塗層 113。在基板 60 之剩餘閒置表面上的金屬化層及抗反射塗層 113 未展示於圖 7 中。

DSMCLE-VE 100 (參見圖 6 及圖 8) 之以下具體實例與先前具體實例的不同之處在於：在此具體實例中，整體輸出元件 110 之光學反射平面 111 的傾斜角為正 45° 。在此具體實例中，放大雷射發射的輸出係在與基板 60 之位置相反的方向上相對於異質結構 50 之該等層的平面成直角而實現。在此狀況下，在放大雷射發射的輸出處，在移除重摻雜之接觸層 57 及約束層 55 之後，沈積反射係數小於 0.0001 之抗反射塗層 113。在接觸層 57 之剩餘閒置表面上的金屬

化層未展示於圖 8 中。

多束同調雷射發射的所提議之二極體源 DSMCLE (DSMCLE-VE) 使得有可能在裝置中在發射之傳播的水平平面中且在垂直於異質結構之主動層的平面中產生無比高功率之同調雷射發射，其中輸出發射具有無比低之發散。

工業適用性

多束同調雷射發射之二極體源用於精確雷射材料處理（雷射切割、焊接、鑽孔、表面熔解、各種零件之尺寸處理、雷射標記及雕刻）中，用於外科手術及動力治療之雷射裝置中，用於雷射測距儀、雷射目標指示器中，用於實現二倍頻雷射且用於實現泵浦纖維及固態雷射及光學放大器。

【圖式簡單說明】

圖 1 為具有主雷射、在外部光學小面上具有抗反射塗層之兩個線性放大器及四個垂直放大器的所提議之 DSMCLE 的俯視圖之示意性說明。

圖 2 為所提議之 DSMCLE 沿著主雷射及與主雷射整體連接之線性放大器的光軸的縱剖面的示意性說明。

圖 3 為與圖 1 中示意性表示之 DSMCLE 不同的所提議之 DSMCLE 的俯視圖之示意性說明，不同之處在於：由可加寬部分組成的兩個線性放大器中之每一者的主動放大區平滑地進入一條帶部分，除此之外，在線性放大器之外部光學小面上亦無抗反射塗層。

圖 4 為與圖 3 中示意性表示之 DSMCLE 不同的所提議之 DSMCLE 的俯視圖之示意性說明，不同之處在於：四個垂直放大器經由對應旋轉元件而連接至兩個線性放大器之主動放大區，所提議之 DSMCLE 的放大雷射發射在相反方向上交替地傳播。

圖 5 為與圖 3 中示意性表示之 DSMCLE 不同的所提議之 DSMCLE 的俯視圖之示意性說明，不同之處在於：在光學諧振器之不透光反射器之一側上，一線性放大器整體連接至主二極體雷射。

圖 6 為與圖 3 中示意性表示之 DSMCLE 不同的所提議之 DSMCLE-VE 的俯視圖之示意性說明，不同之處在於：在四個垂直放大器中之每一者中，沿著縱向光軸形成三個輸出元件以達成放大雷射發射。

圖 7 為所提議之 DSMCLE-VE 的四個垂直放大器中之一者的縱剖面的示意性說明，其中輸出元件經由基板實現輸出放大雷射發射的射束。

圖 8 為圖 7 中示意性表示之垂直放大器的縱剖面之示意性說明，不同之處在於：輸出元件在異質結構之外表面之方向上實現放大雷射發射之射束的輸出。

【主要元件符號說明】

10：所提議之多束同調雷射發射的二極體源(DSMCLE)

20：主二極體雷射

21：光學諧振器之不透光反射器/不透光光學反射器

- 22：光學諧振器之光學小面
- 23：條帶主動雷射放光區
- 30：線性放大器
- 31：條帶主動放大區
- 32：外部光學小面
- 33：抗反射塗層
- 34：具有至條帶區之平滑過渡的可加寬主動放大區
- 40：垂直放大器
- 41：可加寬主動放大區
- 42：輸出光學小面
- 43：抗反射塗層
- 44：條帶主動放大區
- 50：異質結構
- 51：主動層
- 52：基板之側上的約束層
- 53：基板之側上的調整層
- 54：導入層
- 55：外部層之側上的約束層
- 56：外部層之側上的導入區
- 57：p型之外部接觸層
- 60：異質結構之基板
- 61：基板之外表面
- 70：旋轉元件
- 71：光學反射平面

72： 穿透至約束層 52 之光學反射平面

80： 主雷射、線性放大器及垂直放大器之橫向約束區

100： DSMCLE-VE 具體實例

110： 輸出元件

111： 光學反射平面

112： 穿透至約束層 52 之光學反射平面

113： 用於輸出發射之抗反射塗層

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：100100315

※申請日：100.1.05

※IPC 分類：

H01S 5/026 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

多束同調雷射發射的二極體源

DIODE SOURCE OF MULTIBEAM COHERENT LASER
EMISSION

二、中文發明摘要：

所提議的雷射同調發射之半導體源用於精確雷射材料處理（雷射切割、焊接、鑽孔、表面熔解、各種零件之尺寸處理、雷射標記及雕刻）中，用於外科手術及動力治療之雷射裝置中，用於雷射測距儀、雷射目標指示器中，用於實現二倍頻雷射且用於實現泵浦纖維及固態雷射及光學放大器。該所提議的具有水平發射輸出及垂直發射輸出的多束同調雷射發射的二極體源（DSMCLE）（特定狀況為DSMCLE-VE）之主要特徵在於：單一模式（及單頻）主二極體雷射與二極體光學放大器的原始的且不明顯之兩級整合式組合。在第一級，實現該主雷射與該線性放大器之整體連接，在此狀況下，該主雷射與該線性放大器之發射的傳播之光軸的方向重合。在該線性放大器與該垂直放大器之整體連接的第二級，該等放大器之發射的傳播之光軸的方向相互垂直。在該第一級，實現發射自該主二極體雷射至該線性放大器的實際上全部流動，在該第二級，藉由使

用置放於該等垂直放大器之主動區至該等線性放大器之主動區之橫向側的連接處的原始旋轉元件，實現雷射發射之一指定部分自該線性放大器至該等垂直放大器的流動。對於具有水平發射輸出之該 DSMCLE，兩倍放大之雷射發射的同調射束之輸出係經由該等垂直放大器之抗反射光學小面而進行。對於具有垂直發射輸出之該 DSMCLE (DSMCLE-VE)，在垂直方向上(相對於異質結構層之平面)品質增加之同調射束的輸出係藉由引入之原始輸出元件而進行。此提議形成以下兩者的基礎：所主張之技術成果之達成；及在一寬波長範圍中的單一模式及單頻雷射發射的該兩種類型之特大功率、高效率、高速度且可靠之源的開發，其中雷射發射具有超高品質且該等源之製造技術得到顯著簡化且生產成本得到削減。

三、英文發明摘要：

The proposed semiconductor sources of laser coherent emission are used in precision laser material processing (laser cutting, welding, drilling, surface melting, dimensional processing of various parts, laser marking and engraving), in laser devices for surgery and power therapy, in laser rangefinders, laser target designators, for realization of frequency-doubled lasers, and for pumping fiber and solid-state lasers and optical amplifiers. The main features of the proposed diode source of multibeam coherent laser

emission (DSMCLE) with horizontal and vertical emission outputs (a particular case is the DSMCLE-VE) consist in an original and unobvious two-stage integrated combination of a single-mode (and single-frequency) master diode laser with diode optical amplifiers. At the first stage the integral connection of the master laser and the linear amplifier is realized, in this case the directions of the optical axes of propagation of emissions of said master laser and linear amplifier coincide. At the second stage of integral connection of the linear amplifier and the perpendicular amplifier the directions of the optical axes of propagation of emissions of said amplifiers are mutually perpendicular. At the first stage practically full flow of emission from the master diode laser to the linear amplifier is realized, at the second stage with the use of original rotary elements placed at places of connection of the active regions of the perpendicular amplifiers to the lateral sides of the active regions of the linear amplifiers the flow of a specified portion of laser emission from the linear amplifier to the perpendicular amplifiers is realized. For the DSMCLE with horizontal emission output the output of coherent beams of twice amplified laser emission is carried out through the antireflection optical facets of the perpendicular amplifiers. For the DSMCLE with vertical emission output (DSMCLE-VE)

the output of an increased quantity of *coherent* beams in the vertical direction (with respect to the planes of the heterostructure layers) is carried out by introduced original output elements. It is this proposal that forms the basis of achievement of the claimed technical results and of development of said two types of superpower, high-efficiency, high-speed, and reliable sources of single-mode and single-frequency laser emission in a wide wavelength range with superhigh quality of laser emission with significant simplification of technology for their manufacturing and cut in the production costs.

七、申請專利範圍：

1. 一種多束同調雷射發射之二極體源，該二極體源含有：至少一個、至少單一模式單頻主二極體雷射，在下文被稱作主雷射；至少一個二極體光學放大器，在下文被稱作線性放大器，該至少一個二極體光學放大器與該主雷射整體地且以光學方式連接；至少兩個二極體光學放大器，在下文被稱作垂直放大器，該至少兩個二極體光學放大器與該線性放大器整體地且以光學方式連接，該主雷射及該線性放大器與該等垂直放大器係形成於一基於半導體化合物之共同異質結構中，該異質結構含有至少一個主動層、至少兩個約束層及一對於發射而言透光之發射導入區，該導入區置放於該主動層與一對應約束層之間且含有至少一個導入層，該異質結構之特徵在於：該異質結構之有效折射率 n_{eff} 對該導入層之折射率 n_{IN} 之比率，亦即， n_{eff} 對 n_{IN} 之比率，該比率係在一至減去一伽瑪之範圍內，其中伽瑪係藉由遠小於一之數值來定義，該主雷射包括：主動條帶雷射放光區，該主動條帶雷射放光區具有連接之金屬化層；橫向發射約束區，該橫向發射約束區具有連接之絕緣層，該約束區位於該主雷射之該主動雷射放光區之每一橫向側上；以及歐姆接觸；光學諧振器，具有接近一之反射係數且位於該異質結構之該主動層之位置的附近區域中的反射器置放於該光學諧振器之末端上，包括具有連接之金屬化層的至少一個主動放大區的每一線性放大器經定位，以使得該主雷射之發射的傳播之光軸與該線性放大器之光

軸重合，該主雷射與該等線性放大器之該整體連接係經由該導入層而實現，包括具有連接之金屬化層的至少一個主動放大區及具有一光學抗反射塗層的一光學輸出面的每一垂直放大器經定位，以使得該垂直放大器之光軸相對於該線性放大器之該光軸成一直角（模數）而定位，在該線性放大器之該光軸與每一垂直放大器之該光軸相交的附近區域中，存在使雷射發射之一指定部分自該線性放大器流動至該垂直放大器的一整體元件，該整體元件任意地被稱為一旋轉元件，該旋轉元件包括垂直於該等異質結構層之平面的至少一個光學反射平面，在該導入層之厚度的 20% 至 80% 內橫跨該主動層及該異質結構導入區之部分，且使相對於該線性放大器之該光軸及該垂直放大器之該光軸的傾斜角為約 45° （模數）。

2. 如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該主雷射之該光學諧振器之該等反射器經定位成自異質結構表面至該導入區中之一界定深度處，以經由該導入層實現該主雷射與該等線性放大器之整體連接。

3. 如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中在該主雷射之該光學諧振器之每一端側上，存在一線性放大器。

4. 如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該主雷射之該光學諧振器之該等反射器為分散式布拉格反射器。

5. 如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極

體源，其中在該主雷射之該橫向約束區中，存在至少一個分割約束子區及至少一個約束子區，該分割約束子區位於該主雷射之該主動雷射放光區的兩個橫向側上自該異質結構表面至一深度處，該深度未到達該主動層之位置的深度，該約束子區處於該分割約束子區之兩個橫向側上自該異質結構表面至一深度處，該深度超過該主動層之位置的該深度且未到達該約束層之位置的深度。

6.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該線性放大器之該主動放大區至少在其長度之部分上在該主雷射之側上為可加寬的。

7.如申請專利範圍第 6 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中存在該可加寬部分至條帶部分的一平滑過渡。

8.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該線性放大器之該主動放大區的每一橫向側具有一分割約束子區，該分割約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度未到達該主動層之位置的該深度。

9.如申請專利範圍第 8 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該分割約束子區之每一橫向側具有一約束子區，該約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度超過該主動層之位置的該深度。

10.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該垂直放大器之該主動放大區至少在其長度之部分上在該線性放大器之側上為可加寬的。

11.如申請專利範圍第 10 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中存在該可加寬部分至該條帶部分的一平滑過渡。

12.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該垂直放大器之該主動放大區的每一橫向側具有一分割約束子區，該分割約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度未到達該主動層之位置的該深度。

13.如申請專利範圍第 12 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該分割約束子區之每一橫向側具有一約束子區，該約束子區經置放成自該異質結構表面至一深度處，該深度超過該主動層之位置的該深度且未到達該約束層之位置的該深度。

14.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中最大程度地自該主雷射之該光學諧振器之該反射器移除的一旋轉元件之光學反射平面係自該異質結構表面至基板之側上的該約束層。

15.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中在該垂直放大器之放大發射之輸出的該等光學小面上的該光學抗反射塗層具有一接近零之反射係數。

16.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中該旋轉元件之該光學反射平面具有一為正 45° 之傾斜角，緊接於該光學反射平面的該旋轉元件之該光學反射平面具有一為負 45° 之傾斜角。

17.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中在該共同異質結構中，存在至少兩個主動層，該至少兩個主動層藉由之間具有一隧道過渡之 p 型及 n 型之薄的重摻雜層而電連接至彼此。

18.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中至少每一主雷射、每一線性放大器及每一垂直放大器具有獨立之歐姆接觸。

19.如申請專利範圍第 1 至 18 項中任一項之多束同調雷射發射之二極體源，其中沿著至少一個垂直放大器之該主動區、在兩倍放大之雷射發射的傳播之光軸的方向上、在距該旋轉元件一距離處，存在至少一個引入之輸出元件，該至少一個引入之輸出元件包括至少一個光學反射平面，該至少一個光學反射平面以一為 45° (模數) 之傾斜角橫跨若干個異質結構層之平面，包括該主動層且部分包括該導入層，亦即，該導入層之厚度之 30% 至 80%。

20.如申請專利範圍第 19 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中最大程度地自該旋轉元件移除的一輸出元件之該光學反射平面係自該異質結構表面至該基板之該側上的該約束層。

八、圖式：

(如次頁)

17.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中在該共同異質結構中，存在至少兩個主動層，該至少兩個主動層藉由之間具有一隧道過渡之 p 型及 n 型之薄的重摻雜層而電連接至彼此。

18.如申請專利範圍第 1 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中至少每一主雷射、每一線性放大器及每一垂直放大器具有獨立之歐姆接觸。

19.如申請專利範圍第 1 至 18 項中任一項之多束同調雷射發射之二極體源，其中沿著至少一個垂直放大器之該主動區、在兩倍放大之雷射發射的傳播之光軸的方向上、在距該旋轉元件一距離處，存在至少一個引入之輸出元件，該至少一個引入之輸出元件包括至少一個光學反射平面，該至少一個光學反射平面以一為 45° (模數) 之傾斜角橫跨若干個異質結構層之平面，包括該主動層且部分包括該導入層，亦即，該導入層之厚度之 30% 至 80%。

20.如申請專利範圍第 19 項之多束同調雷射發射之二極體源，其中最大程度地自該旋轉元件移除的一輸出元件之該光學反射平面係自該異質結構表面至該基板之該側上的該約束層。

八、圖式：

(如次頁)

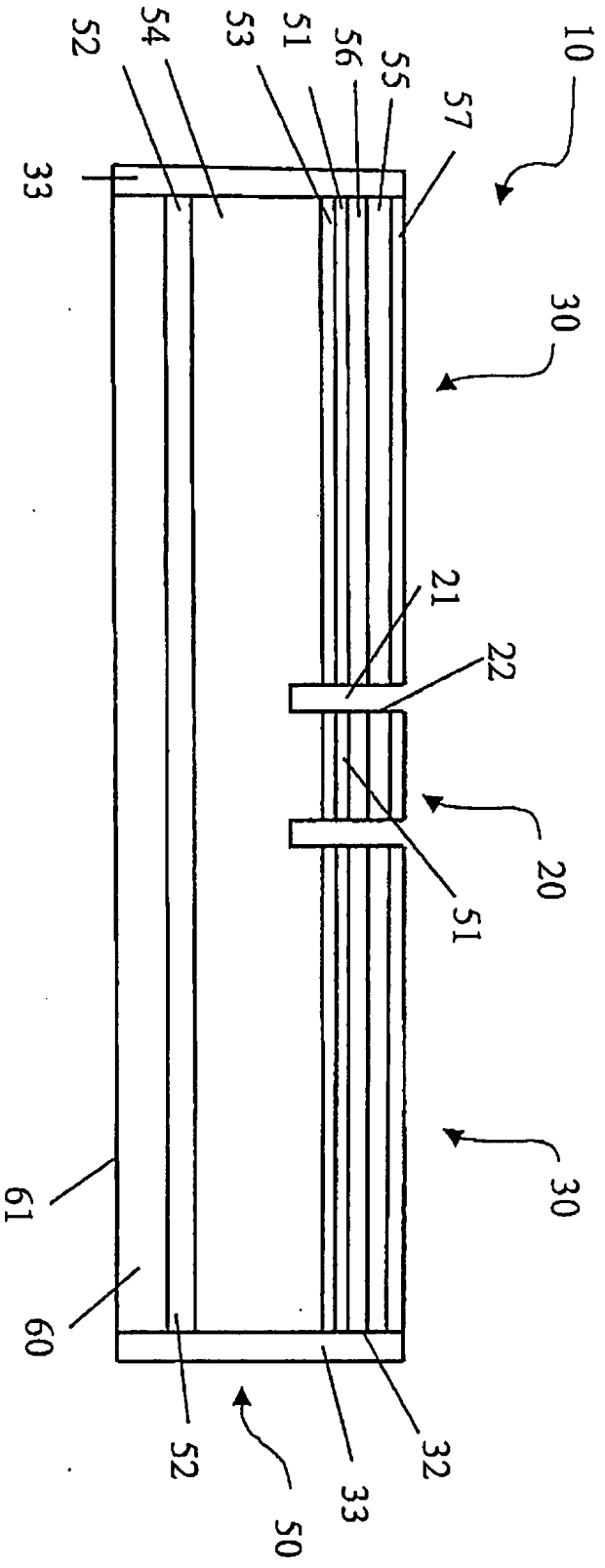


圖 2

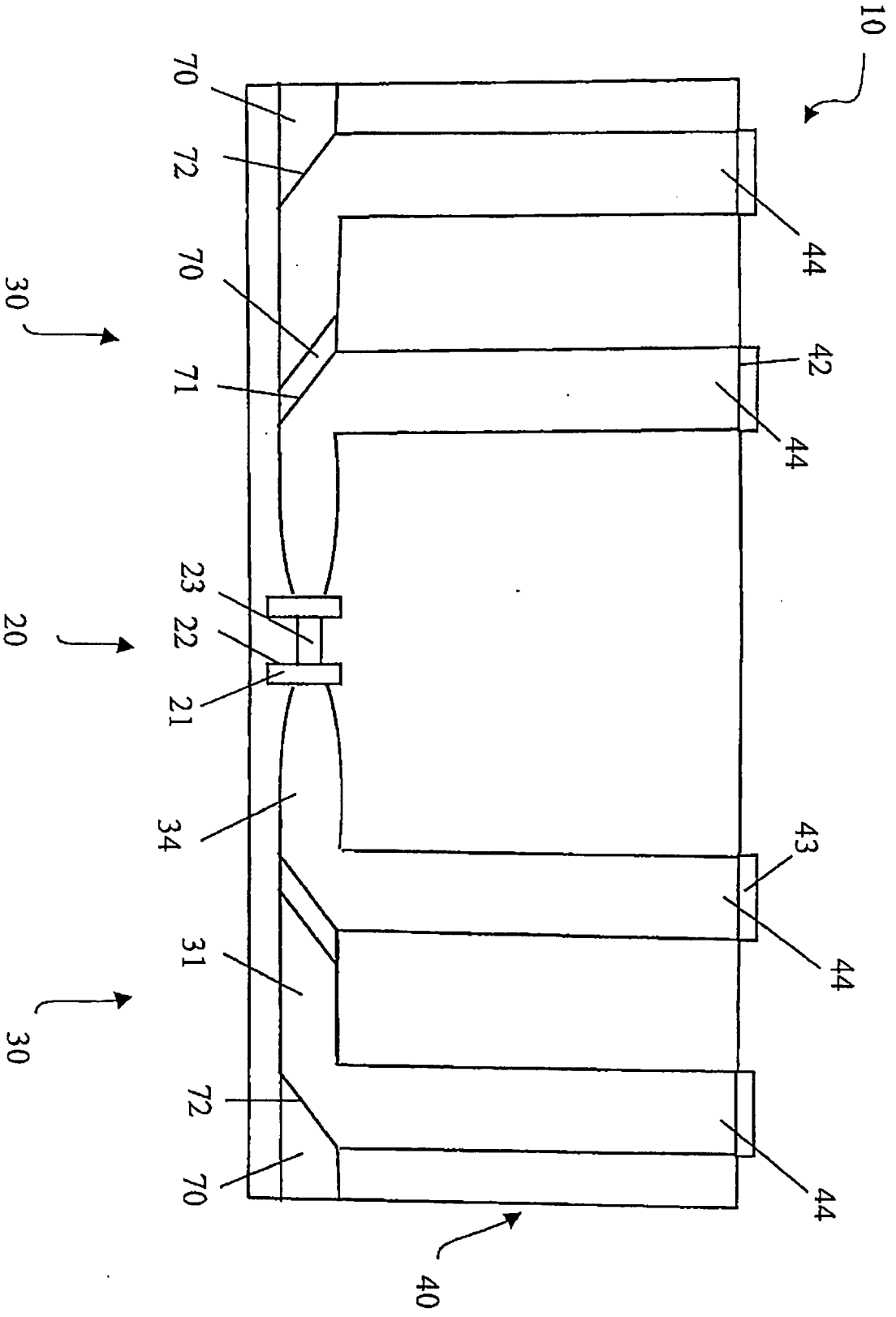


圖 3

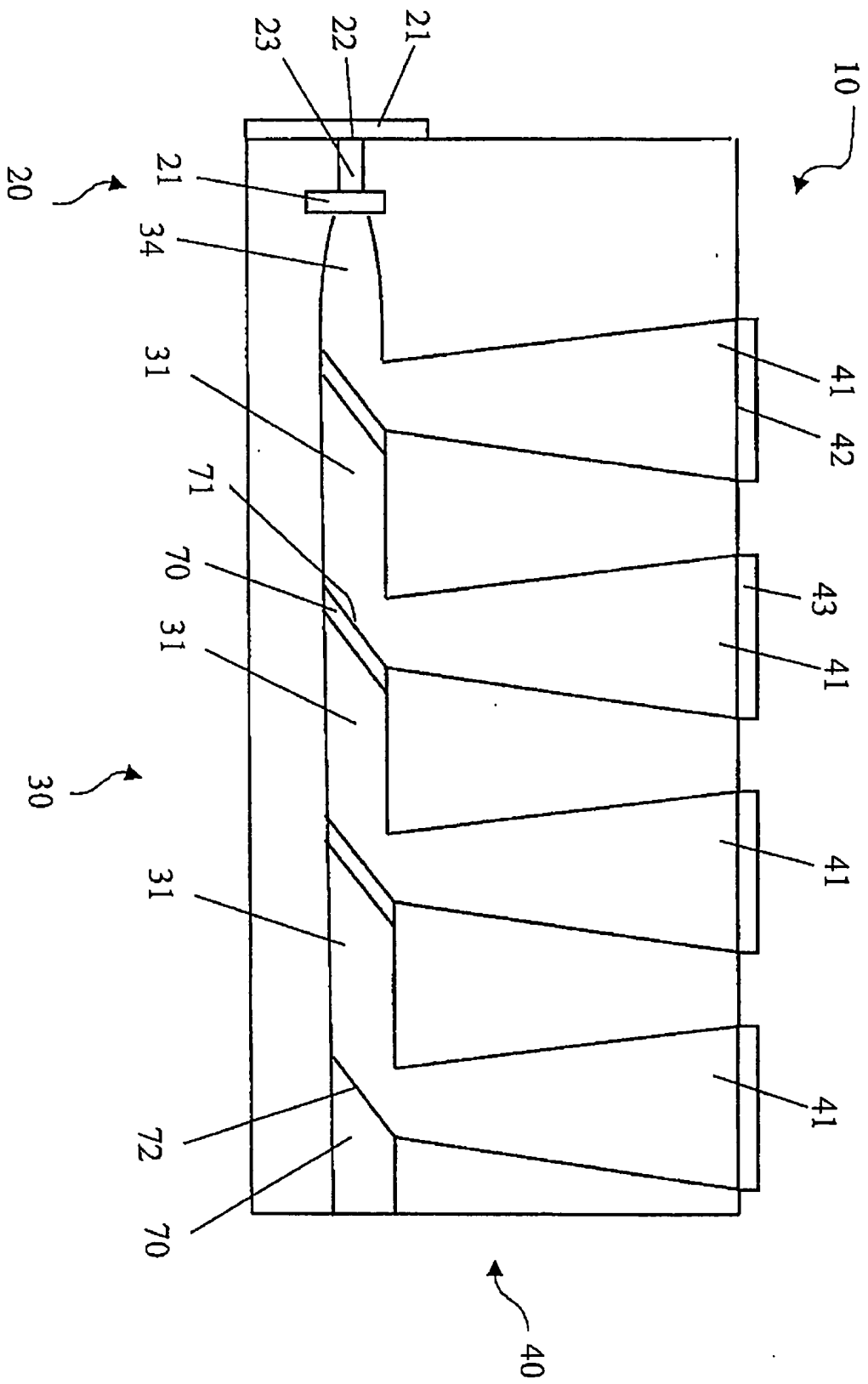


圖 5

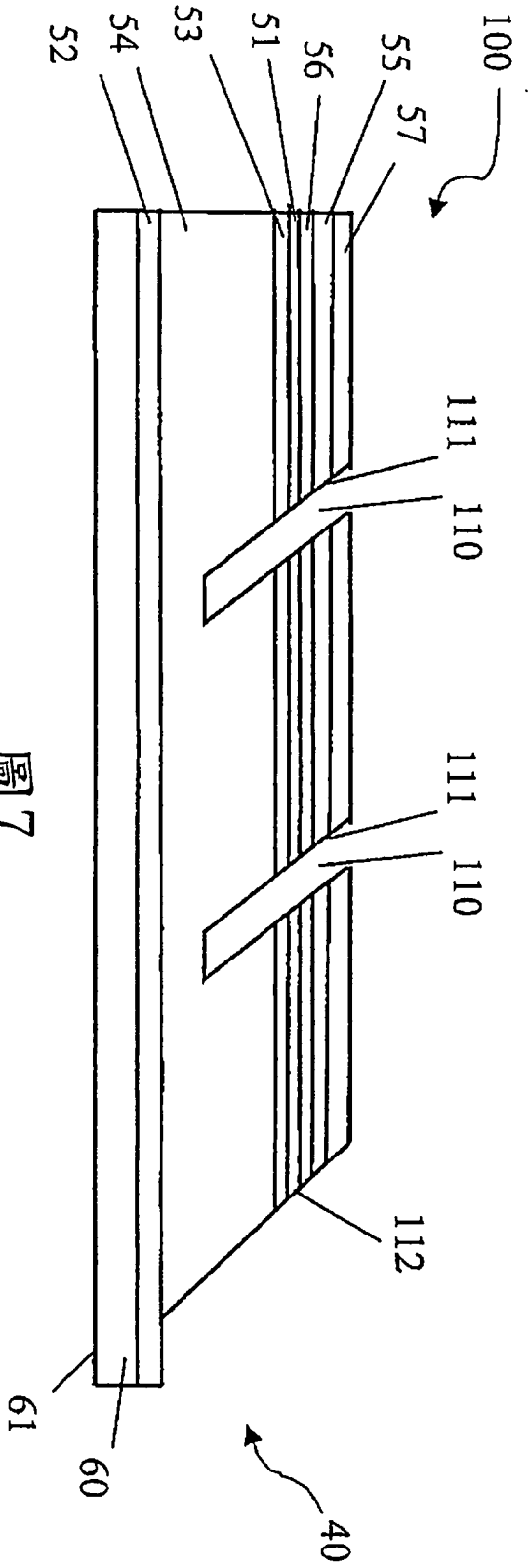


圖7

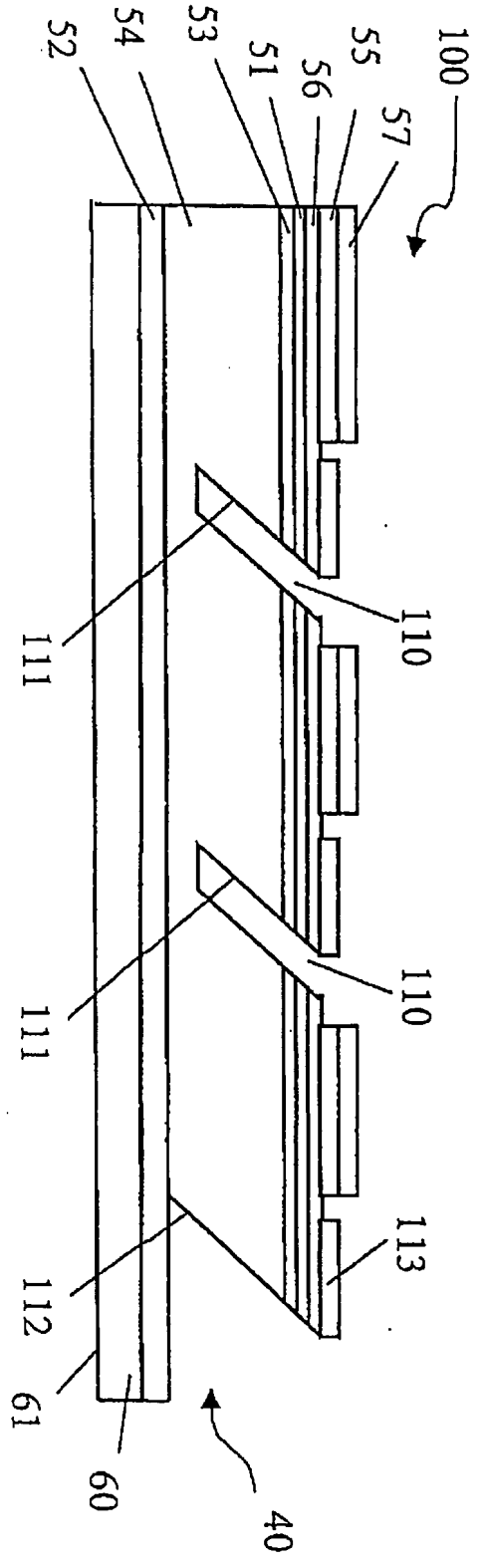


圖8

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10：所提議之多束同調雷射發射的二極體源(DSMCLE)

20：主二極體雷射

21：光學諧振器之不透光反射器/不透光光學反射器

22：光學諧振器之光學小面

23：條帶主動雷射放光區

30：線性放大器

31：條帶主動放大區

32：外部光學小面

33：抗反射塗層

40：垂直放大器

41：可加寬主動放大區

42：輸出光學小面

43：抗反射塗層

70：旋轉元件

71：光學反射平面

80：主雷射、線性放大器及垂直放大器之橫向約束區

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無