



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I501560 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：100124483

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 11 日

(51)Int. Cl. : **H03L7/26 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/14 日本 2010-159505

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：西田哲朗 NISHIDA, TETSUO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200840374A US 3546622

US 6993058B2

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 28 頁

(54)名稱

光學模組及原子振盪器

OPTICAL MODULE AND ATOMIC OSCILLATOR

(57)摘要

一種光學模組，其係利用量子干涉效應之原子振盪器之光學模組，其包括：光源，其產生第 1 光，該第 1 光包含具有中心波長之基本波、及具有彼此不同之波長之第 1 邊帶波與第 2 邊帶波；波長選擇機構，其選擇上述第 1 光之上述第 1 邊帶波及上述第 2 邊帶波並使該等穿透，藉此射出第 2 光。

氣室，其封入鹼金屬氣體，且被上述第 2 光照射；及光檢測機構，其檢測穿透了上述氣室之上述第 2 光之強度。

An optical module of an atomic oscillator using a quantum interference effect includes a light source to generate a first light including a fundamental wave having a center wavelength, and a first sideband wave and a second sideband wave having wavelengths different from each other, a wavelength selection unit that emits a second light by selecting the first sideband wave and the second sideband wave of the first light and by allowing them to pass through, a gas cell in which an alkali metal gas is sealed and to which the second light is irradiated, and a light detection unit that detects an intensity of the second light passing through the gas cell.

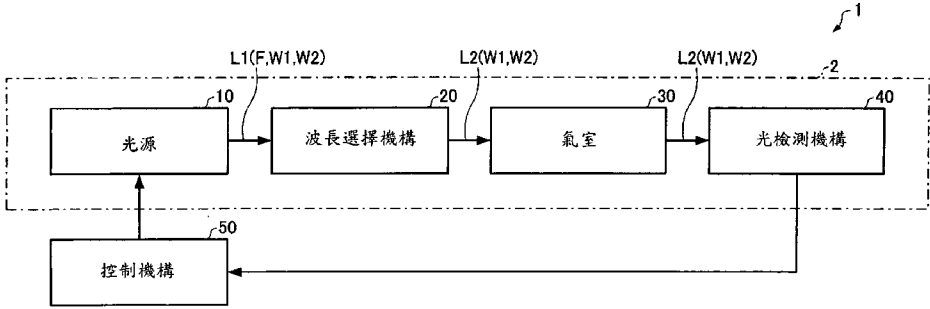


圖1

- 1 . . . 原子振盪器
- 2 . . . 光學模組
- 10 . . . 光源
- 20 . . . 波長選擇機構
- 30 . . . 氣室
- 40 . . . 光檢測機構
- 50 . . . 控制機構
- F . . . 基本波
- L1 . . . 第 1 光
- L2 . . . 第 2 光
- W1 . . . 第 1 邊帶波
- W2 . . . 第 2 邊帶波

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：1 001 244 83

※ 申請日：(00.7.11)

※IPC 分類：H03L 7/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光學模組及原子振盪器

OPTICAL MODULE AND ATOMIC OSCILLATOR

二、中文發明摘要：

一種光學模組，其係利用量子干涉效應之原子振盪器之光學模組，其包括：

光源，其產生第1光，該第1光包含具有中心波長之基本波、及具有彼此不同之波長之第1邊帶波與第2邊帶波；

波長選擇機構，其選擇上述第1光之上述第1邊帶波及上述第2邊帶波並使該等穿透，藉此射出第2光。

氣室，其封入鹼金屬氣體，且被上述第2光照射；及

光檢測機構，其檢測穿透了上述氣室之上述第2光之強度。

三、英文發明摘要：

An optical module of an atomic oscillator using a quantum interference effect includes a light source to generate a first light including a fundamental wave having a center wavelength, and a first sideband wave and a second sideband wave having wavelengths different from each other, a wavelength selection unit that emits a second light by selecting the first sideband wave and the second sideband wave of the first light and by allowing them to pass through, a gas cell in which an alkali metal gas is sealed and to which the second light is irradiated, and a light detection unit that detects an intensity of the second light passing through the gas cell.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	原子振盪器
2	光學模組
10	光源
20	波長選擇機構
30	氣室
40	光檢測機構
50	控制機構
F	基本波
L1	第1光
L2	第2光
W1	第1邊帶波
W2	第2邊帶波

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)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光學模組及原子振盪器。

【先前技術】

近年來，提出有利用作為量子干涉效應之一之CPT (Coherent Population Trapping，同調居量捕獲)的原子振盪器，因此裝置之小型化或低消耗電力化受到期待。利用CPT之原子振盪器係利用如下之現象(EIT現象：Electromagnetically Induced Transparency，電磁波引發透明)的振盪器，即若對鹼金屬原子同時照射波長(頻率)互不相同之兩種共振光，則兩種共振光之吸收停止。例如，於專利文獻1中，作為利用CPT之原子振盪器，記載有包含如下之光學模組而構成之原子振盪器，該光學模組具有發出同調光之光源、封入有鹼金屬原子之氣室、及檢測穿透了氣室之光之強度的受光元件。

於利用CPT之原子振盪器中，例如使用半導體雷射作為光源。於使用半導體雷射作為光源之原子振盪器中，例如藉由對半導體雷射之驅動電流進行調變，而使自半導體雷射射出之光產生邊帶波，從而使EIT現象顯現。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2009-89116號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，於自驅動電流經調變之半導體雷射射出之光中，不僅包含邊帶波，而且亦包含不對EIT現象作出貢獻之具有中心波長之基本波(載波)。若該基本波照射至鹼金屬原子中，則存在鹼金屬原子所吸收之光之波長(頻率)發生變化(AC斯塔克效應)，使原子振盪器之頻率之穩定度下降的情形。

本發明之幾個態樣之目的之一係提供一種可獲得頻率穩定度高之原子振盪器的光學模組。又，本發明之幾個態樣之目的之一係提供一種具有上述光學模組的原子振盪器。

[解決問題之技術手段]

本發明之光學模組係利用量子干涉效應之原子振盪器之光學模組，其包含：

光源，其產生第1光，該第1光包含具有中心波長之基本波、及具有彼此不同之波長之第1邊帶波與第2邊帶波；

波長選擇機構，其選擇上述第1光之上述第1邊帶波及上述第2邊帶波並使該等穿透，藉此射出第2光；

氣室，其封入鹼金屬氣體，且被上述第2光照射；及

光檢測機構，其檢測穿透了上述氣室之上述第2光之強度。

根據此種光學模組，波長選擇機構可減少第1光之基本波之強度或使基本波消失。藉此，可抑制或防止不對EIT現象作出貢獻之基本波照射至鹼金屬原子中之情況。因此，可抑制由AC斯塔克效應所引起之頻率變動，從而可提供頻率穩定度高之振盪器。

於本發明之光學模組中，

上述波長選擇機構可為標準具(etalon)。

根據此種光學模組，可藉由簡單之構成而形成波長選擇機構。

於本發明之光學模組中，上述標準具包括：

相互對向之第1鏡及第2鏡，其等使上述第1光反射；及

基板，其係配置於上述第1鏡與上述第2鏡之間；且

上述基板之材質可為化合物半導體。

根據此種光學模組，可使第1鏡與第2鏡之間之距離變小，從而可謀求裝置之小型化。

於本發明之光學模組中，進而包含基體，

上述基體之材質為化合物半導體，

上述光源為半導體雷射，

上述標準具及上述光源可形成於基體上。

根據此種光學模組，由於標準具及光源係形成於相同之基體上，因此可謀求裝置之小型化。

於本發明之光學模組中，

上述標準具之上述基板具有自上述基體側起依序形成之第1層、第2層、及第3層，

上述第1層之折射率及上述第3層之折射率小於上述第2層之折射率，且

上述第2層可使上述第1光進行傳播。

根據此種光學模組，可將基板設定為光波導。因此，可控制自波長選擇機構射出之第2光之光束直徑，從而可將

第2光高效地照射至氣室中。

於本發明之光學模組中，

上述光源可為端面發光型雷射。

根據此種光學模組，藉由控制構成端面發光型雷射之層之膜厚，可進行光源(端面發光型雷射)與波長選擇機構之間之對準。進而，例如不需要用於使第1光射入至形成於相同之基體上之波長轉換機構中的光學元件。因此，可提昇光源與波長選擇機構之間之對準精度。

於本發明之光學模組中，

上述光源可為面發光型雷射。

根據此種光學模組，面發光型雷射與端面發光型雷射相比，用於產生增益之電流較少，因此可謀求低消耗電力化。

於本發明之光學模組中，

上述波長選擇機構可為光纖光柵。

根據此種光學模組，由於光纖光柵容易變形，因此可提昇設計之自由度。

本發明之原子振盪器包含本發明之光學模組。

由於此種原子振盪器包含本發明之光學模組，因此可抑制由AC斯塔克效應所引起之頻率變動，從而可提高頻率穩定度。

【實施方式】

以下，一面參照圖式，一面對本發明之較佳之實施形態進行說明。

首先，一面參照圖式，一面對本實施形態之光學模組及原子振盪器進行說明。本實施形態之原子振盪器包含本實施形態之光學模組。圖1係本實施形態之原子振盪器1之功能方塊圖。

原子振盪器1包括光學模組2與控制機構50。

光學模組2包括：光源10、波長選擇機構20、氣室30、及光檢測機構40。

光源10產生包含具有中心波長(中心頻率)之基本波F、及具有彼此不同之波長之第1邊帶波W1及第2邊帶波W2的第1光L1。

波長選擇機構20選擇第1光L1之第1邊帶波W1及第2邊帶波W2並使該等穿透，藉此射出第2光L2。

氣室30封入鹼金屬氣體，且第2光L2照射至氣室30中。

光檢測機構40檢測穿透了氣室30之第2光L2之強度。

控制機構50根據光檢測機構40之檢測結果，以使第1邊帶波W1及第2邊帶波W2之波長(頻率)差、與相當於封入至氣室30中之鹼金屬原子之2個基本能階之能量差的頻率相等之方式進行控制。具體而言，控制機構50根據光檢測機構40之檢測結果，產生具有調變頻率 f_m 之檢測信號。然後，光源10根據該調變信號而對具有特定之頻率 f_0 之基本波F進行調變，產生具有頻率 $f_1=f_0+f_m$ 之第1邊帶波W1、及具有頻率 $f_2=f_0-f_m$ 之第2邊帶波W2。

圖2(A)係表示鹼金屬原子之 Λ 型三能階模型與第1邊帶波W1及第2邊帶波W2之關係的圖。圖2(B)係表示光源10中所

產生之第1光L1之頻譜的圖。

如圖 2(B)所示，光源 10 中所產生之第 1 光 L1 包括：具有中心頻率 $f_0 (=v/\lambda_0)$ ： v 為光之速度， λ_0 為雷射光之中心波長) 之基本波 F；相對於中心頻率 f_0 ，於上側邊帶具有頻率 f_1 之第 1 邊帶波 W1；及相對於中心頻率 f_0 ，於下側邊帶具有頻率 f_2 之第 2 邊帶波 W2。第 1 邊帶波 W1 之頻率 f_1 為 $f_1 = f_0 + f_m$ ，第 2 邊帶波 W2 之頻率 f_2 為 $f_2 = f_0 - f_m$ 。

如圖 2(A)及圖 2(B)所示，第 1 邊帶波 W1 之頻率 f_1 與第 2 邊帶波 W2 之頻率 f_2 之頻率差係與相當於鹼金屬原子之基本能階 1 與基本能階 2 之能量差 ΔE_{12} 的頻率一致。因此，鹼金屬原子係藉由具有頻率 f_1 之第 1 邊帶波 W1 與具有頻率 f_2 之第 2 邊帶波 W2 而產生 EIT 現象。

此處，對 EIT 現象進行說明。已知鹼金屬原子與光之相互作用可藉由 Λ 型三能階系模型來說明。如圖 2(A)所示，鹼金屬原子具有 2 個基本能階，若將具有相當於基本能階 1 與激發能階之能量差之波長(頻率 f_1) 的第 1 邊帶波 W1、或者具有相當於基本能階 2 與激發能階之能量差之波長(頻率 f_2) 的第 2 邊帶波 W2 分別單獨地照射至鹼金屬原子中，則產生光吸收。然而，如圖 2(B)所示，若對該鹼金屬原子同時照射頻率差 $f_1 - f_2$ 準確地與相當於基本能階 1 與基本能階 2 之能量差 ΔE_{12} 之頻率一致的第 1 邊帶波 W1 與第 2 邊帶波 W2，則成為 2 個基本能階之重疊狀態，即量子干涉狀態，對於激發能階之激發停止而產生第 1 邊帶波 W1 與第 2 邊帶波 W2 穿透鹼金屬原子之透明化現象(EIT 現象)。利用該 EIT 現

象，檢測第1邊帶波W1與第2邊帶波W2之頻率差 f_1-f_2 偏離相當於基本能階1與基本能階2之能量差 ΔE_{12} 之頻率時的光吸收行為之急遽之變化並加以控制，藉此可製作高精度之振盪器。

圖3係表示自波長選擇機構20射出之第2光L2之頻譜的圖。

第2光L2係與第1光L1相比，基本波F消失或基本波F之強度減少之光。於圖3之例中，第2光L2僅包括：相對於中心頻率 f_0 ，於上側邊帶具有頻率 f_1 之第1邊帶波W1；及相對於中心頻率 f_0 ，於下側邊帶具有頻率 f_2 之第2邊帶波W2。如此，於光學模組2中，可藉由波長選擇機構20而減少基本波F之強度或使基本波F消失。

以下，對本實施形態之原子振盪器之更具體之構成進行說明。

圖4係表示原子振盪器1之構成之圖。

如圖4所示，原子振盪器1包括：光學模組2、電流驅動電路150、及調變電路160。

光學模組2包括：半導體雷射110、波長選擇元件120、氣室130、及光檢測器140。

半導體雷射110產生包含具有中心波長之基本波F、及具有彼此不同之波長之第1邊帶波W1及第2邊帶波W2的第1光L1。半導體雷射110所射出之雷射光(第1光L1)係藉由電流驅動電路150所輸出之驅動電流來控制中心頻率 f_0 (中心波長 λ_0)，且藉由調變電路160之輸出信號(調變信號)而被調

變。即，使由電流驅動電路150所產生之驅動電流與具有調變信號之頻率成分之交流電流重疊，藉此可對半導體雷射110所射出之第1光L1進行調變。藉此，於第1光L1中生成第1邊帶波W1、及第2邊帶波W2。半導體雷射110中所產生之光具有同調性，因此適合於獲得量子干涉效應。

如圖2(B)所示，第1光L1包括：具有中心頻率 $f_0(=v/\lambda_0$ ： v 為光之速度， λ_0 為第1光L1之中心波長)之基本波F；相對於中心頻率 f_0 ，於上側邊帶具有頻率 f_1 之第1邊帶波W1；及相對於中心頻率 f_0 ，於下側邊帶具有頻率 f_2 之第2邊帶波W2。第1邊帶波W1之頻率 f_1 為 $f_1=f_0+f_m$ ，第2邊帶波W2之頻率 f_2 為 $f_2=f_0-f_m$ 。

波長選擇元件120選擇第1光之第1邊帶波W1及第2邊帶波W2並使該等穿透。即，波長選擇元件120相對於第1邊帶波W1及第2邊帶波W2之穿透率較大，相對於基本波F之穿透率較小。藉此，可減少射入至波長選擇元件120中之第1光L1之基本波F之強度或使基本波F消失，而使其作為第2光L2射出。即，第2光L2與第1光L1相比，基本波F之強度減少或基本波F消失。於圖3之例中，第2光L2僅包括：相對於中心頻率 f_0 ，於上側邊帶具有頻率 f_1 之第1邊帶波W1；及相對於中心頻率 f_0 ，於下側邊帶具有頻率 f_2 之第2邊帶波W2。

波長選擇元件120如後述般，可為標準具，亦可為光纖光柵。

氣室130係於容器中封入有氣體狀之鹼金屬原子(鈉(Na))

原子、銣(Rb)原子、銻(Cs)原子等)者。第2光L2照射至氣室130中。

若對該氣室130照射具有相當於鹼金屬原子之2個基本能階之能量差之頻率(波長)的2個光波(第1邊帶波及第2邊帶波)，則鹼金屬原子產生EIT現象。例如，若鹼金屬原子為銻原子，則D1線中之相當於基本能階1與基本能階2之能量差之頻率為9.19263...GHz，因此於照射頻率差為9.19263...GHz之2個光波時產生EIT現象。

光檢測器140檢測穿透了氣室130之第2光L2，輸出對應於所檢測出之光量之信號強度的信號。光檢測器140之輸出信號被輸入至電流驅動電路150及調變電路160中。光檢測器140可為光二極體。

電流驅動電路150產生對應於光檢測器140之輸出信號之大小的驅動電流並將其供給至半導體雷射110中，且控制第1光L1之中心頻率 f_0 (中心波長 λ_0)。

藉由通過半導體雷射110、波長選擇元件120、氣室130、光檢測器140、電流驅動電路150之反饋迴路，第1光之中心頻率 f_0 (中心波長 λ_0)得到微調整而穩定。

調變電路160產生具有對應於光檢測器140之輸出信號之調變頻率 f_m 的調變信號。一面以使光檢測器140之輸出信號成為最大之方式對該調變信號之調變頻率 f_m 進行微調整，一面將該調變信號供給至半導體雷射110中。半導體雷射110所射出之雷射光係藉由調變信號而被調變，並產生第1邊帶波W1與第2邊帶波W2。

再者，半導體雷射110、波長選擇元件120、氣室130、光檢測器140分別與圖1之光源10、波長選擇機構20、氣室30、光檢測機構40相對應。又，電流驅動電路150、調變電路160與圖1之控制機構50相對應。

於此種構成之原子振盪器1中，若半導體雷射110所產生之第1光L1之第1邊帶波W1與第2邊帶波W2的頻率差未準確地與相當於氣室130中所含有之鹼金屬原子之2個基本能階之能量差的頻率一致，則鹼金屬原子不產生EIT現象，因此對應於第1邊帶波W1與照射光W2之頻率，光檢測器140之檢測量極其敏感地變化。因此，藉由通過半導體雷射110、波長選擇元件120、氣室130、光檢測器140、及調變電路160之反饋迴路，以使第1邊帶波W1與第2邊帶波W2之頻率差極其準確地與相當於鹼金屬原子之2個基本能階之能量差的頻率一致之方式，實施反饋控制。其結果，調變頻率成為極其穩定之頻率，因此可將調變信號作為原子振盪器1之輸出信號(時鐘輸出)。

圖5係示意性地表示光學模組2之主要部分(半導體雷射110及波長選擇元件120)之剖面圖。

如圖5所示，光學模組2進一步包括基體170。半導體雷射110及波長選擇元件120係形成於基體170上。藉由如上述般整體式地形成半導體雷射110及波長選擇元件120，可謀求裝置之小型化。

基體170之材質為化合物半導體。具體而言，基體170之材質例如為GaAs、InP、GaN等III-V族半導體，或者

ZnO、ZnSe等II-VI族半導體。此處，對基體170之材質為第1導電型(例如n型)GaAs之情形進行說明。

半導體雷射110係包含第1半導體層112、活性層114、及第2半導體層116之面發光型雷射。

第1半導體層112係形成於基體170上。第1半導體層112例如為將n型(第1導電型) $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 層與n型 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 層交替地積層而成之分佈布拉格反射型(DBR, Distributed Bragg Reflection)半導體鏡。

活性層114係形成於第1半導體層112上。活性層114具有例如將由GaAs井層與 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 障壁層所構成之量子井構造重疊3層而成之多重量子井(MQW, Multiple Quantum Well)構造。

第2半導體層116例如為將p型(第2導電型) $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 層與p型 $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 層交替地積層而成之DBR半導體鏡。

藉由p型之第2半導體層116、未摻雜有雜質之活性層114、及n型之第1半導體層112而形成pin二極體。

第1電極118係形成於基體170之下表面。第1電極118係經由基體170而與第1半導體層112電性連接。第1電極118係用於驅動半導體雷射110之一個電極。

第2電極119係形成於第2半導體層116之上表面。第2電極119係與第2半導體層116電性連接。第2電極119係用於驅動半導體雷射110之另一個電極。

若藉由第1電極118與第2電極119對pin二極體施加順向之電壓，則於活性層114中產生電子與電洞之再結合，從

而產生由該再結合所引起之發光。當於活性層114中產生之光在第2半導體層116與第1半導體層112之間往返時產生誘發放光，光之強度被放大。若光增益超過光損耗，則產生雷射振盪，且自第2半導體層116之上表面射出雷射光(第1光L1)。自半導體雷射110射出之光L1被稜鏡180反射而射入至波長選擇元件120中。稜鏡180係用於改變第1光L1之前進方向，使第1光L1射入至波長選擇元件120中之光學元件。

於光學模組2中，波長選擇元件120為標準具。波長選擇元件120包括：第1鏡121、第2鏡122、及配置於第1鏡121與第2鏡122之間之基板123。

波長選擇元件120係藉由干涉作用而使所射入之光中之特定波長的光(第1邊帶波W1及第2邊帶波W2)穿透。若光射入至第1鏡121與第2鏡122之間之基板123中，則藉由干涉作用，而使對應於基板123之長度(第1鏡121與第2鏡122之間之距離)D及基板123之折射率之波長的光選擇性地穿透波長選擇元件120。波長選擇元件120相對於第1邊帶波W1及第2邊帶波W2之穿透率較大，相對於基本波F之穿透率較小。藉此，可減少射入至波長選擇元件120中之光L1之基本波F之強度或使基本波F消失。因此，波長選擇元件120可射出例如僅包含第1邊帶波W1及第2邊帶波W2之第2光L2。

第1鏡121與第2鏡122係經由基板123而相互對向。第1鏡121及第2鏡122包含例如使Ta₂O₅膜與SiO₂膜交替地積層而

成之多層膜。

基板123係形成於基體170上。基板123具有自基體170側起依序形成之第1層124、第2層126、及第3層128。基板123之第1層124之折射率及第3層128之折射率小於第2層126之折射率。因此，第1層124及第3層128係作為披覆層而發揮功能，第2層係作為使第1光L1傳播之核心層而發揮功能。即，基板123係傳送第1光L1之光波導。於光學模組2中，由於基板123為光波導，因此可控制自波長選擇元件射出之光L2之光束直徑，從而可將光高效地照射至氣室130中。

第1層124及第3層128之材質例如為AlGaAs，第2層126之材質例如為GaAs。

基板123之材質並無特別限定，可為GaAs、InP、GaN等III-V族半導體，或者ZnO、ZnSe等II-VI族半導體。例如於使用GaAs作為基板123之材質之情形時，若將自由光譜區設定為9.2 GHz，將半高寬設定為0.3 GHz左右，則基板123之長度D為28.5 mm左右。於使用一般之SiO₂作為標準具之基板之材質之情形時，基板之長度為70.66 mm左右。如此，藉由使用折射率大之化合物半導體作為基板123之材質，可縮短基板123之長度D。

再者，基板123亦可不形成光波導。基板123亦可不具有複數個層124、126、128而為單層。

此處，對波長轉換元件120為標準具之情形進行了說明，但波長轉換元件120亦可為於長度方向上對光纖之芯

賦予週期性之折射率變化的光纖光柵。光纖光柵因使用光纖，故容易變形，可提昇設計之自由度。

光學模組2及原子振盪器1具有例如以下之特徵。

根據光學模組2，波長選擇元件120可減少第1光L1之基本波F之強度或使基本波F消失。藉此，可抑制或防止不對EIT現象作出貢獻之基本波F照射至鹼金屬原子中之情況。因此，可抑制由AC斯塔克效應所引起之頻率變動，從而可提供頻率穩定度高之振盪器。

根據光學模組2，波長選擇元件120為標準具。因此，可藉由簡單之構成而形成波長選擇機構。又，波長選擇元件(標準具)120之基板123之材質為化合物半導體。因此，與將基板123之材質設定為 SiO_2 之情形相比，可縮短基板123之長度D，從而可謀求裝置之小型化。

根據光學模組2，波長選擇元件(標準具)120及半導體雷射(光源)110係形成於基體170上。藉由如上述般將波長選擇元件120與半導體雷射110整體式地形成於基體170上，可謀求裝置之小型化。

根據光學模組2，如上所述，波長選擇元件(標準具)120之基板123為光波導。因此，可控制自波長選擇元件120射出之光L2之光束直徑，從而可將光高效地照射至氣室130中。

根據光學模組2，光源10為面發光型雷射。面發光型雷射與端面發光型雷射相比，用於產生增益之電流較少，因此可謀求低消耗電力化。

根據原子振盪器1，其具有光學模組2。因此，如上所述，可提高頻率穩定度。

再者，上述實施形態係一例，並不限定於該等。

例如，上述圖5中所示之半導體雷射110為面發光型雷射，但半導體雷射亦可為端面發光型雷射。圖6係示意性地表示使用端面發光型雷射之光學模組2D之主要部分的剖面圖。以下，於圖6中所示之光學模組2D中，對與上述圖5中所示之光學模組2之構成相同之構成標註相同的符號，並省略其之說明。

第1半導體層112係形成於基體170上。作為第1半導體層112，例如可使用第1導電型(例如n型)AlGaAs層等。

活性層114係形成於第1半導體層112上。活性層114具有例如將由GaAs井層與AlGaAs障壁層所構成之量子井構造重疊3層而成之多重量子井(MQW)構造。

第2半導體層116係形成於活性層114上。作為第2半導體層116，例如可使用第2導電型(例如p型)之AlGaAs層等。

例如，藉由p型之第2半導體層116、未摻雜有雜質之活性層114、及n型之第1半導體層112而構成pin二極體。第2半導體層116及第1半導體層112分別為禁帶寬度大於活性層114，折射率小於活性層114之層。活性層114具有將光放大之功能。第1半導體層112及第2半導體層116具有夾持活性層114而封閉注入載子(電子及電洞)及光之功能。

於半導體雷射110中，若對第1電極118與第2電極119之間施加pin二極體之順向偏壓電壓，則於活性層114中產生

電子與電洞之再結合。藉由該再結合而產生發光。將所產生之光作為起點，連鎖地產生誘發放光，光強度被放大。若光增益超過光損耗，則產生雷射振盪，並生成雷射光，且自活性層114之側面射出雷射光(第1光L1)。

藉由使用端面發光型雷射作為半導體雷射110，可對半導體雷射110之各層112、114、116之積層方向垂直地射出雷射光。因此，藉由控制各層112、114、116之膜厚，可進行半導體雷射110與波長選擇元件120之間之對準。進而，例如不需要用於使雷射光射入至形成於相同之基體170上之波長轉換機構120中的稜鏡等光學元件。因此，可提昇半導體雷射110與波長選擇元件120之間之對準精度。

如上所述，對本發明之實施形態進行了詳細說明，但可進行實質上不脫離本發明之新事項及效果之多種變形，這一點對於本領域從業人員而言可容易地理解。因此，此種變形例全部包含於本發明之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖1係本實施形態之原子振盪器之功能方塊圖。

圖2(A)係表示鹼金屬原子之 Λ 型三能階模型與第1邊帶波及第2邊帶波之關係的圖，圖2(B)係表示光源中所產生之第1光之頻譜的圖。

圖3係表示自波長選擇機構射出之第2光之頻譜的圖。

圖4係表示本實施形態之原子振盪器之構成的圖。

圖5係示意性地表示本實施形態之光學模組之主要部分的剖面圖。

圖6係示意性地表示使用端面發光型雷射之本實施形態之光學模組之主要部分的剖面圖。

【主要元件符號說明】

1	原子振盪器
2、2D	光學模組
10	光源
20	波長選擇機構
30	氣室
40	光檢測機構
50	控制機構
110	半導體雷射
112	第1半導體層
114	活性層
116	第2半導體層
118	第1電極
119	第2電極
120	波長選擇元件
121	第1鏡
122	第2鏡
123	基板
124	第1層
126	第2層
128	第3層
130	氣室

140	光 檢 測 器
150	電 流 驅 動 電 路
160	調 變 電 路
170	基 體
180	稜 鏡
D	基 板 123 之 長 度
F	基 本 波
L1	第 1 光
L2	第 2 光
W1	第 1 邊 帶 波
W2	第 2 邊 帶 波

103年12月31日修正替換頁

七、申請專利範圍：

1. 一種光學模組，其係利用量子干涉效應之原子振盪器之光學模組，其包含：

光源，其產生第1光，該第1光包含具有中心波長之基本波、及具有彼此不同之波長之第1邊帶波與第2邊帶波；

波長選擇機構，其使上述基本波減少或消失，而選擇上述第1光之上述第1邊帶波及上述第2邊帶波並使該等穿透，藉此射出第2光；

氣室，其封入鹼金屬氣體，而被上述第2光照射；及

光檢測機構，其檢測穿透了上述氣室之上述第2光之強度。

2. 如請求項1之光學模組，其中

上述波長選擇機構為標準具。

3. 如請求項2之光學模組，其中

上述標準具包括：

相互對向之第1鏡及第2鏡，其等使上述第1光反射；及

基板，其係配置於上述第1鏡與上述第2鏡之間；且

上述基板之材質為化合物半導體。

4. 如請求項3之光學模組，其進而包含基體，

上述基體之材質為化合物半導體，

上述光源為半導體雷射，

上述標準具及上述光源係形成於上述基體。

5. 如請求項4之光學模組，其中

上述標準具之上述基板具有自上述基體側起依序形成之第1層、第2層、及第3層，

上述第1層之折射率及上述第3層之折射率小於上述第2層之折射率，且

上述第2層使上述第1光進行傳播。

6. 如請求項1、4或5之光學模組，其中

上述光源為端面發光型雷射。

7. 如請求項1至5中任一項之光學模組，其中

上述光源為面發光型雷射。

8. 如請求項1之光學模組，其中

上述波長選擇機構為光纖光柵。

9. 一種原子振盪器，其包含如請求項1至8中任一項之光學模組。

八、圖式：

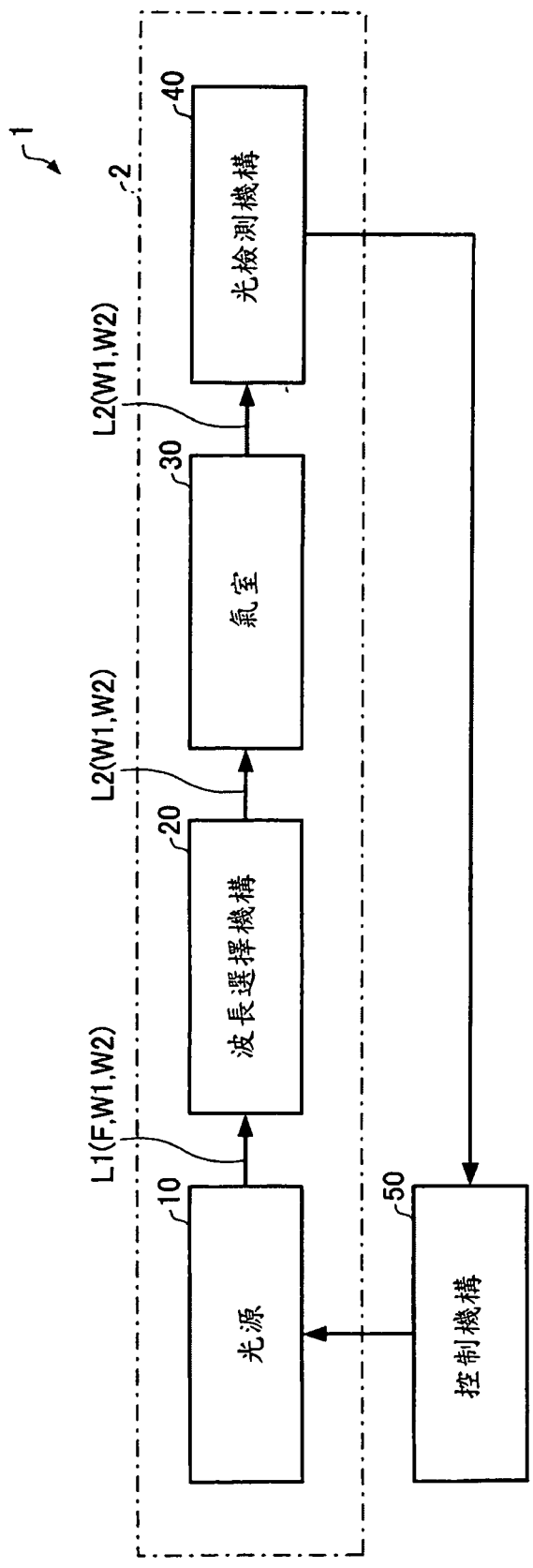
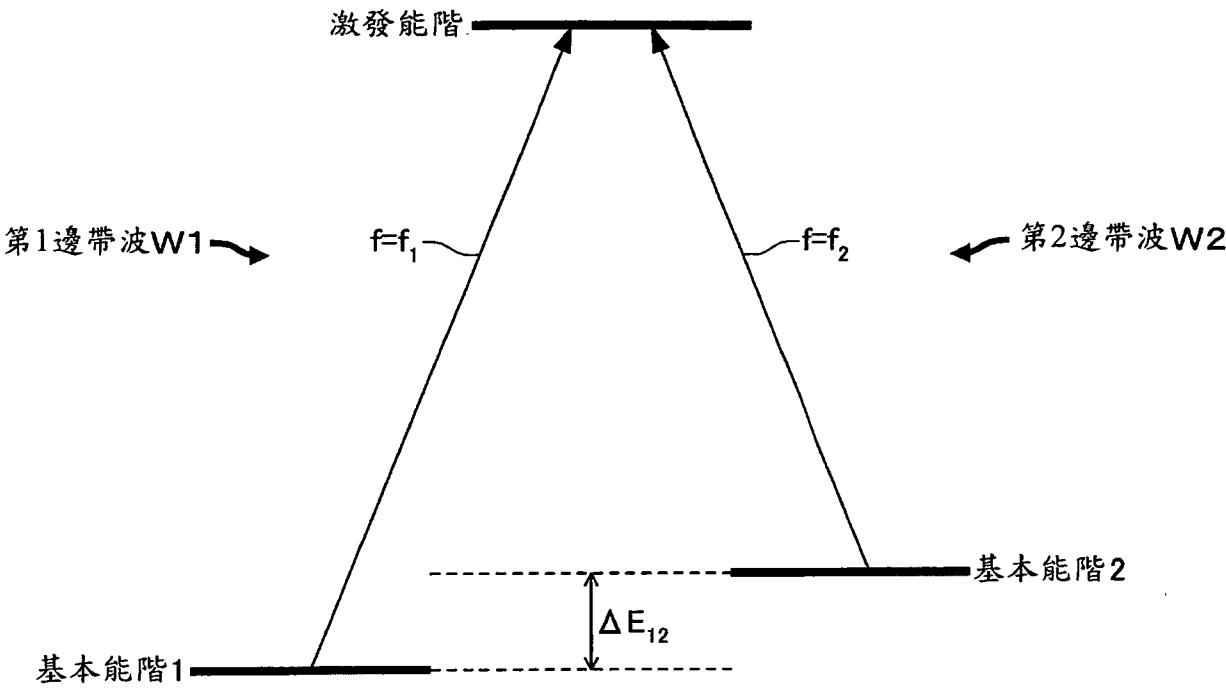


圖1

(A)



(B)

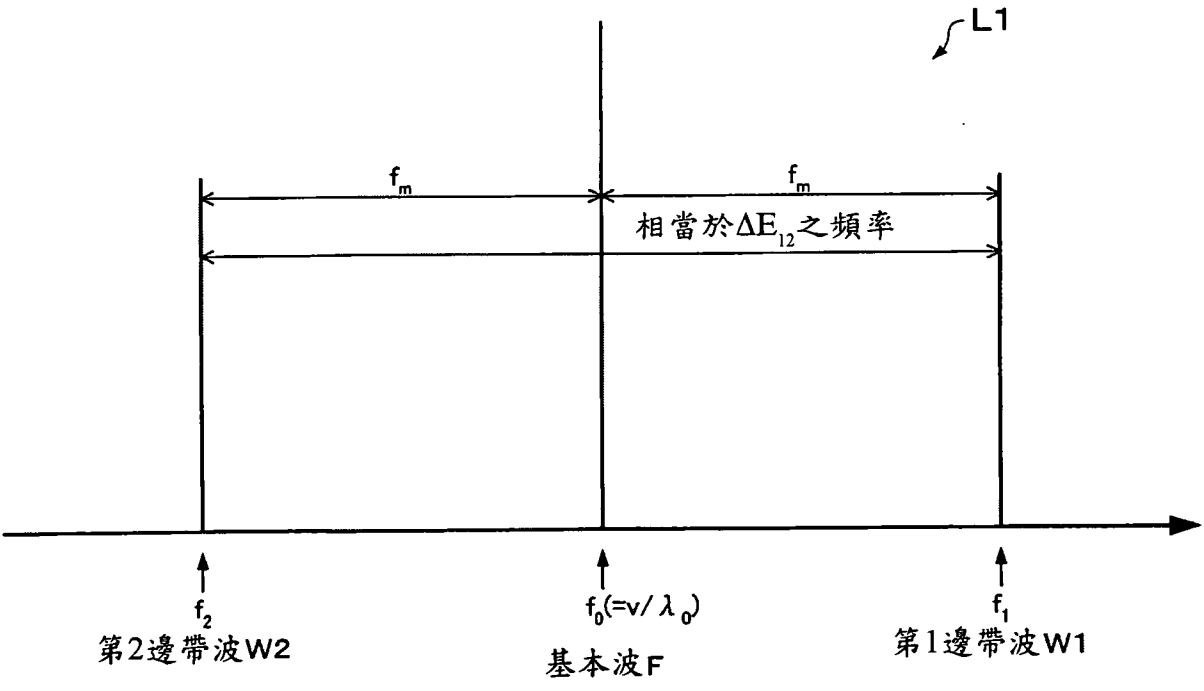


圖2

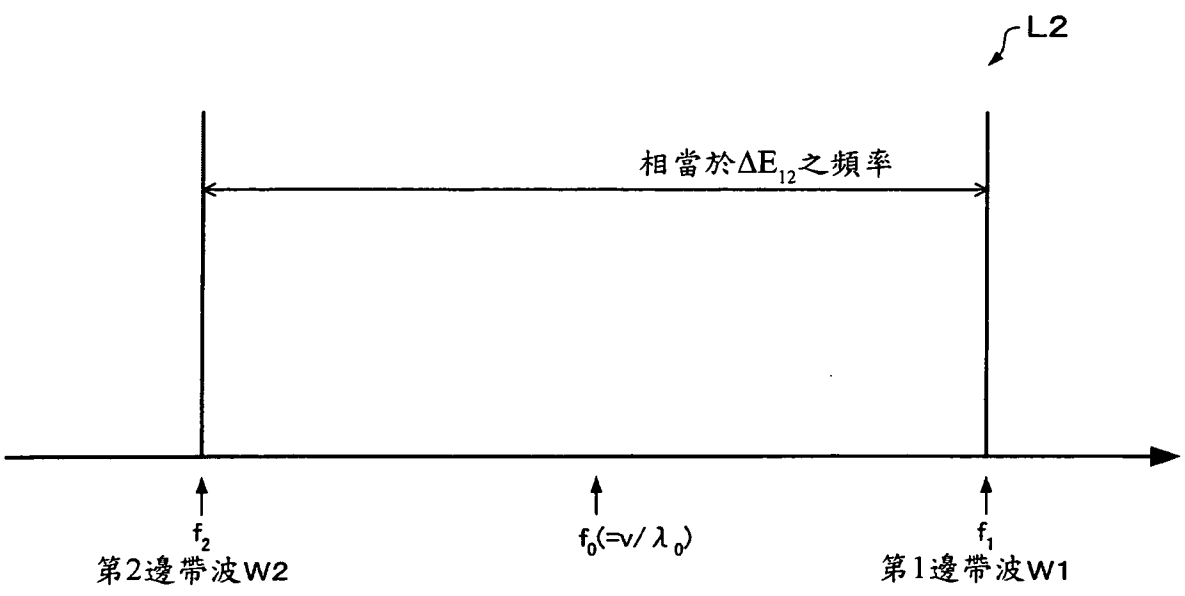


圖 3

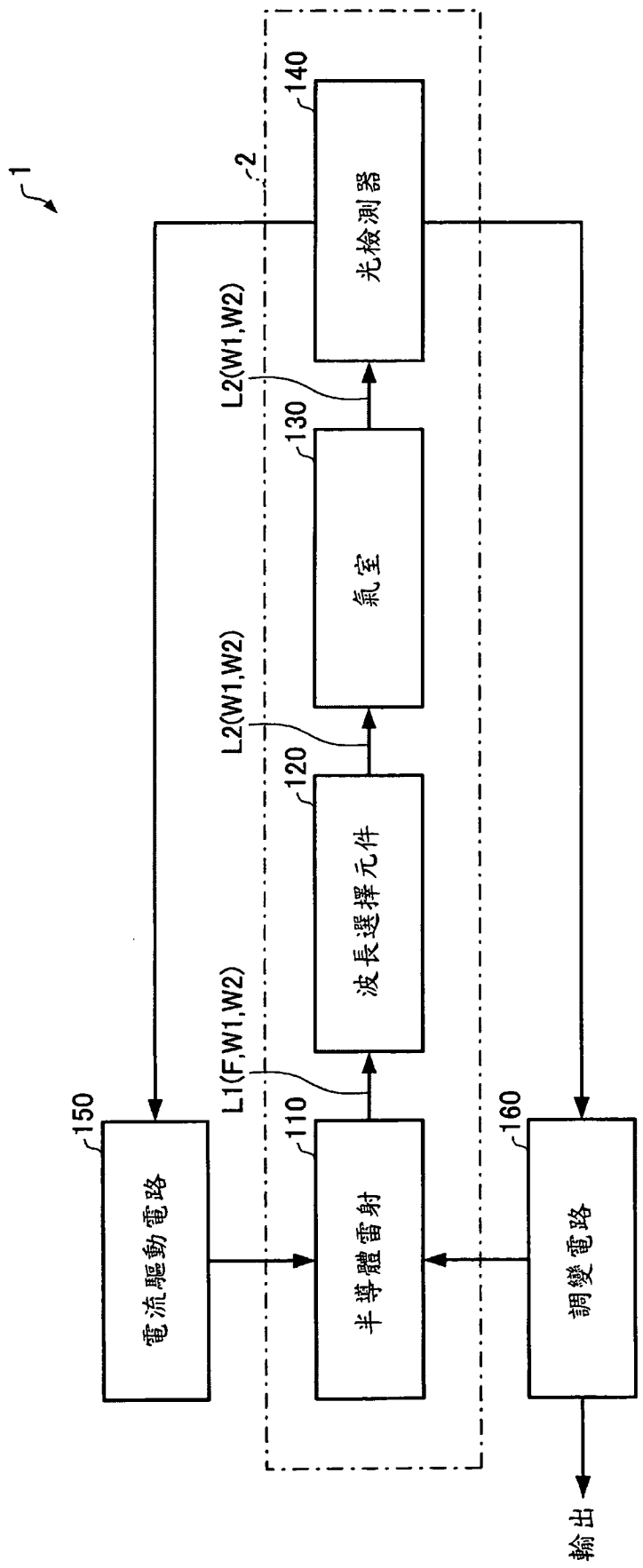


圖4

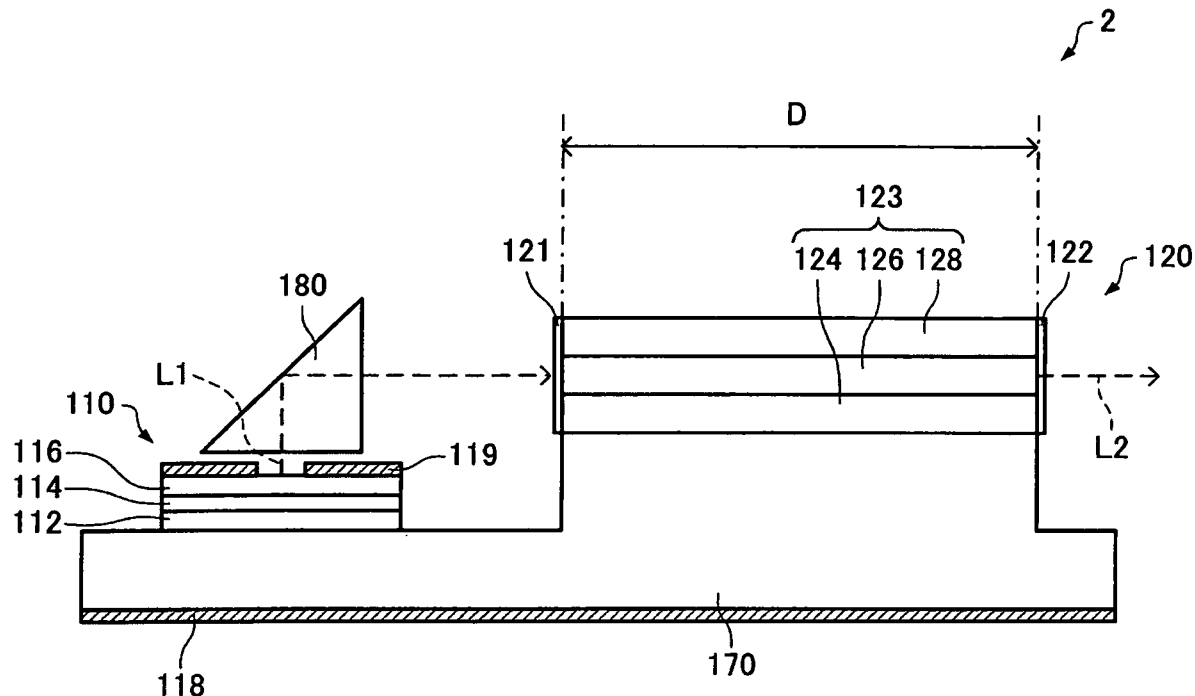


圖5

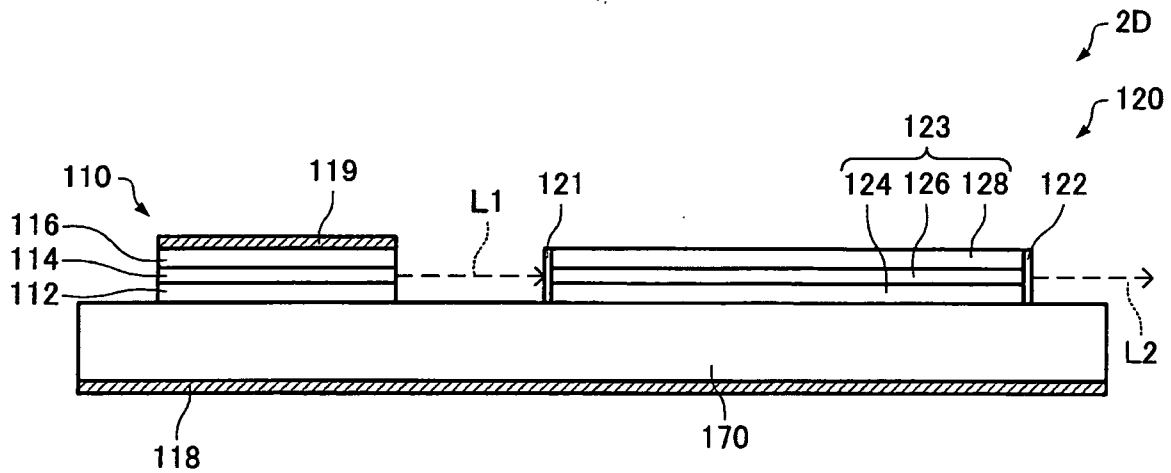


圖6