



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： 92118220

※申請日期：92 7 3 ※IPC 分類：G02B24/08, 6/35

壹、發明名稱：(中文/日文)

光可變衰減器及光模組

光可變減衰器および光モジュール

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商住友電氣工業股份有限公司

SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.

代表人：(中文/英文)

岡山 紀男

NORIO OKAYAMA

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國大阪府大阪市中央區北濱四丁目 5 番 33 號

5-33, KITAHAMA 4-CHOME, CHUO-KU, OSAKA-SHI OSAKA,

541-0041, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 片山 誠
MAKOTO KATAYAMA
2. 蟹江 智彦
TOMOHIKO KANIE
3. 菅沼 寬
HIROSHI SUGANUMA
4. 西村 正幸
MASAYUKI NISHIMURA

住居所地址：(中文/英文)

1. 日本國神奈川縣橫濱市榮區田谷町 1 番地住友電氣工業股份有限公司橫濱製作所內
C/O YOKOHAMA WORKS OF SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., 1, TAYA-CHO, SAKAE-KU, YOKOHAMA-SHI, KANAGAWA 244-8588, JAPAN
2. 日本國神奈川縣橫濱市榮區田谷町 1 番地住友電氣工業股份有限公司橫濱製作所內
C/O YOKOHAMA WORKS OF SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., 1, TAYA-CHO, SAKAE-KU, YOKOHAMA-SHI, KANAGAWA 244-8588, JAPAN
3. 日本國神奈川縣橫濱市榮區田谷町 1 番地住友電氣工業股份有限公司橫濱製作所內
C/O YOKOHAMA WORKS OF SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., 1, TAYA-CHO, SAKAE-KU, YOKOHAMA-SHI, KANAGAWA 244-8588, JAPAN
4. 日本國神奈川縣橫濱市榮區田谷町 1 番地住友電氣工業股份有限公司橫濱製作所內
C/O YOKOHAMA WORKS OF SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., 1, TAYA-CHO, SAKAE-KU, YOKOHAMA-SHI, KANAGAWA 244-8588, JAPAN

I286610

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN
3. 日本 JAPAN
4. 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07月03日；特願2002-194496
- 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07月03日；特願2002-194496
- 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。

量增加。而且，如可動反射鏡處於完全偏離輸入用光路以及輸出用光路之位置時，因為利用可動反射鏡之光之反射完全沒有發生，反射光不會導入輸出用光路，其結果變為衰減無限大之狀態。因此本發明之光可變衰減器，因為係利用可動反射鏡之光之反射，不會受到可動反射鏡邊緣部之光之繞射影響。同時，與作為改變光衰減量之構件僅使用光閘不同，可動反射鏡只有一面即可。因此，可由用簡單的構造，確實降低因光之繞射效果而造成之偏光依存損失。此時，可以做到在光衰減量10 dB時之偏光依存損失比0.2 dB小。

較理想之情形為：可動反射鏡係利用微小電子機器系統技術形成。由此，因為可使可動反射鏡尺寸變小，所以能夠使光可變衰減器小型化。

同時，較理想之情形為：輸入用光路以及輸出用光路係用光波導路形成，在基礎構件中，設有輸入用光路以及輸出用光路相連接之溝部，可動反射鏡在插入溝內部狀態下可以移動。因此利用光波導路形成輸入用光路以及輸出用光路，可以很容易利用半導體製造技術製造具有輸入用光路以及輸出用光路之基礎構件，且可以謀求低成本化。

此情形，較理想之情形為：輸入用光路和輸出用光路之虛擬交叉角度係9度以上。此時，所謂虛擬交叉角度，是指在假設直接筆直延伸輸入用光路以及輸出用光路時交叉之角度。利用此種虛擬交叉成為角度9度以上，因為用可動反射鏡反射降低返回輸入用光路的光，可以抑制減少因返回

調整光衰減量之光可變衰減器，如上所述，以簡單之構造，而可以確實降低因光之繞射效果而造成之偏光依存損失。

【實施方式】

以下，就本發明相關之光可變衰減器及光模組之適合之實施形態，參閱圖面加以說明。

圖1係表示有關本發明之光可變衰減器之一實施形態之平面圖，圖2係該光可變衰減器之垂直方向剖面圖。在圖1以及圖2中，本實施形態之光可變衰減器1具有平面波導路2，在該平面波導路2中，設有形成光路A~D之光波導路3。此時，光路A構成輸入用光路，光路B構成輸出用光路。在平面波導路2中，在平面波導路2之寬度方向設置與延伸之光路A~D連接之溝部4。

此種具有光路A~D以及溝部4之平面波導路2係如以下方法製造。即，首先在平面波導路2上，交叉狀形成2只光波導路3。接著，利用例如反應離子蝕刻(RIE)，在2只光波導路3之交叉部形成溝部4。由此，形成光路A~D。

在平面波導路2上，設置利用微小電子機器系統(MEMS)技術形成之致動器結構體5。致動器結構體5，在平面波導路2上面具有懸臂支撐之懸臂梁6，該懸臂梁6係從平面波導路2之一端部延伸至溝部4之位置。在懸臂梁6之前端側部分，設有多只梳齒7。懸臂梁6，較理想之情形為：從低成本化之觀點出發，用具有導電性矽(Si)形成。

在懸臂梁6之前端部上，固定著使通過輸入用光路A上之光面向光輸出用光路B反射之可動反射鏡8。該可動反射鏡

8，其構成係將其放入平面波導路2之溝部4內。另外，可動反射鏡8，例如其尺寸為厚度30 μm ，高度50 μm ，寬度50 μm 。

此時，將光路A，D以及光路B，C用各條線連接時，這些線交叉之角度(輸入用光路A與輸出用光路B之虛擬交叉角度) θ ，最好在9度以上(參照圖3)。由此，從輸入用光路A發出的光用可動反射鏡8反射時，因為該反射光大致上沒有返回輸入用光路A，降低了因返回光(洩漏光)而造成之光損失(反射損耗)。此時，一邊確保所希望之光反射率，而一邊為使平面波導路2之寬度方向尺寸變小，輸入用光路A與輸出用光路B之虛擬交叉角度 θ 最好保持在9~20度的範圍內。

可動反射鏡8，與懸臂梁6同樣，由具有導電性Si形成。而且，在可動反射鏡8表面，塗敷金(Au)，銀(Ag)，鋁(Al)等。由此，因對於如紅外光之光通訊用波長頻帶光反射率變高，可降低對於輸出用光路B之光之插入損失。

同時，致動器結構體5具有在平面波導路2上面設置之電極9。該電極9上，在懸臂梁6之各梳齒7之間設有插入之多只梳齒10。電極9也與懸臂梁6同樣，由具有導電性之Si形成。

此種懸臂梁6，包含可動反射鏡8以及電極9之致動器結構體5，利用例如感應結合電漿反應性離子蝕刻(ICP-RIE)製造。

以上之平面波導路2以及致動器結構體5，與在平面波導路2兩端側配置之光纖陣列(未圖示)同樣，收納於封裝體內(未圖示)。然後，在該封裝體內，填充與光波導路3同等之

折射率之匹配油(例如矽樹脂)。由此，在平面波導路2之溝部4內也充滿了匹配油。因此，因為在輸入用光路A以及輸出用光路B與可動反射鏡8之間不會產生折射率之不連續面，可以降低對於輸出用光路B之光之插入損失。

同時，懸臂梁6與電極9介由電壓源11連接，利用該電壓源11在懸臂梁6與電極9之間施加電壓，使兩者間產生靜電力。然後，利用該靜電力將懸臂梁6之前端側部分向電極9吸引彎曲，伴隨於此可動反射鏡8在插入平面波導路2之溝部4內之狀態向電極9側移動(參照圖3)。因此在懸臂梁6與電極9之間產生靜電力並驅動可動反射鏡8，所以可以謀求省電力化。

此時，因為在懸臂梁6上設有梳齒7，在電極9上設有梳齒10，懸臂梁6以及電極9之表面面積整體上變大。因此，因為僅該部分之懸臂梁6與電極9之間產生之靜電力增大，可以降低在懸臂梁6與電極9之間施加之電壓。

在如以上之光可變衰減器1中，利用電壓源11之供應電壓在關閉狀態時，如圖1所示懸臂梁6筆直延伸。在該狀態下，從輸入用光路A發出之光，因為用可動反射鏡8全部反射並射入輸出用光路B，可以獲得作為光衰減器之最小之光衰減量。

從這種初期狀態開始，如利用電壓源11在懸臂梁6與電極9之間施加電壓，通過在懸臂梁6與電極9之間產生之靜電力，可動反射鏡8向電極9側移動。在該狀態下，因為僅從輸入用光路A發出之光之一部分，用可動反射鏡8反射並射

入輸出用光路B，剩餘的光射入光路D，所以光衰減量變大。

而且，如進一步提高懸臂梁6與電極9之間施加之電壓，如圖3所示，可動反射鏡8從輸入用光路A以及輸出用光路B完全離開。在該狀態下，從輸入用光路A發出之光，因為不會用可動反射鏡8反射，而全部射入光路D，所以光衰減量變為無限大(所謂光閘狀態)。

因此在光可變衰減器1中，利用改變在懸臂梁6與電極9之間施加之電壓，使可動反射鏡8之反射光之光量可變，而調整光衰減量。此時，在懸臂梁6中設有梳齒7，在電極9設有梳齒10，懸臂梁6之前端側部分與電極9相互接近。為此，對於施加電壓之光衰減量之線形性變為良好，所以容易控制光衰減量。

如上所述在本實施形態之光可變衰減器1中，因為其構成係利用藉由可動反射鏡8之反射光，所以不會受到在可動反射鏡8之邊緣部產生之光之繞射之影響。因此，可以抑制因那種光之繞射效果而造成之偏光依存損失(PDL)。同時，因為無需將應該降低光之繞射之可動反射鏡8之邊緣部分充分變薄(例如1 μm 以下)，所以可動反射鏡8容易製造。此外，因為使用一面可動反射鏡8，驅動可動反射鏡8之致動器也具備一組即可，可使光可變衰減器之構造簡潔化。

圖4係表示在上述之光可變衰減器中插入損失(光衰減量)與PDL之相關關係之實際測量資料。該實際測量資料之橫軸表示向懸臂梁與電極之間供應之電壓，實際測量資料之左側縱軸表示插入損失，實際測量資料之右側縱軸表示

PDL。如從同圖所了解，10 dB衰減時之PDL，大約0.15 dB變成非常小。

圖5係表示有關本發明之光可變衰減器之其他實施形態之平面圖。圖中，在與上述之實施形態同一或者同等之構件中標有同樣之符號，並省略該說明。

在圖5中，本實施形態之光可變衰減器1A，具有與上述致動器結構體5同等之致動器結構體5A。該致動器結構體5A，在初期狀態中其構成係將可動反射鏡8從輸入用光路A以及輸出用光路B完全分離。在該狀態，因為從輸入用光路A發出之光用可動反射鏡8完全不反射，所以光衰減量為無限大。

從此種初期狀態開始，如利用電壓源11在懸臂梁6與電極9之間施加電壓，通過兩者間產生之靜電力可動反射鏡8向電極9側移動。在該狀態下，因為從輸入用光路A發出之光的一部分用可動反射鏡8反射並導入輸出用光路B，光衰減量變小。並且，如可動反射鏡8達到如圖6所示之位置，因為從輸入用光路A發出之光用可動反射鏡8全部反射並導入輸出用光路B，光衰減量變成最小。

圖7係表示具備上述之光可變衰減器之光模組的一個例子。在同圖中，光模組12係具有將從波長多工之信號中加強/減弱任意波長信號之功能之光分歧插入多路調制器(OADM)。

OADM 12具備擁有多數之 2×2 光電開關13之光電開關陣列14，以及擁有多數之光可變衰減器1之光可變衰減器陣列

15。各光電開關13與各光可變衰減器1，介由主導波路16（相當於上述之輸入用光路A）相互連接。同時，各光電開關13，介由主導波路17與分波器18連接。該分波器18，將經1條光纖19傳送之波長不同之多數光信號依照各波長分波。各光可變衰減器1，介由主導波路20（相當於上述之輸出用光路B）與合波器21連接。該合波器21將各波長之光信號合波導入1條光纖22。在各主導波路20中，設有檢測在光可變衰減器1中衰減之光功率之光電監視器23。同時，在各光電開關13中，加強用波導路24以及減弱用波導路25相互連接。

光電開關陣列14，光可變衰減器陣列15以及光電監視器23，與控制器26連接。該控制器26，包含向各光電開關13供應電壓之多數電壓源，以及向各光可變衰減器1供應電壓之多數電壓源（上述）。控制器26，根據光電監視器23之檢測值，向各光可變衰減器1送出電壓信號，使輸出光量成為所希望值。同時，控制器26，向各光電開關13送出電壓信號，實施波導路16，17，24，25之光路切換。

另外，本發明不限定於上述實施形態。例如，在上述實施形態中，係利用通過在懸臂梁6與電極9之間產生之靜電力使可動反射鏡8驅動之靜電致動器，但也可以使用利用電磁力使可動反射鏡8驅動之電磁致動器等。

同時，在上述實施形態中，其構成係向穿過輸入用光路A以及輸出用光路B之平面波導路2之寬度方向使可動反射鏡8驅動，但其構成也可以係使可動反射鏡8向上下方向等驅動。

- 2 平面波導路
- A(3) 光波導路
- B(3) 光波導路
- C(3) 光波導路
- D(3) 光波導路
- 4 溝部
- 5 致動器結構體
- 6 懸臂梁
- 7 梳齒
- 8 可動反射鏡
- 9 電極
- 10 梳齒
- 11 電壓源
- 12 OADM
- 13 光電開關
- 14 光電開關陣列
- 15 光可變衰減器陣列
- 16 主導波路
- 17 主導波路
- 18 分波器
- 19 光纖
- 20 主導波路
- 21 合波器
- 22 光纖

I286610

- 23 光電監視器
- 24 加強用波導路
- 25 減弱用波導路
- 26 控制器

伍、中文發明摘要：

本發明之光可變衰減器1具有平面波導路2，在該平面波導路2上，設有形成輸入用光路A以及輸出用光路B之光波導路3。在平面波導路2的上面設有懸臂梁6，在該懸臂梁6之前端部，固定有將輸入用光路A上通過之光向輸出用光路B反射之可動反射鏡8，同時，在平面波導路2上面設有電極9，懸臂梁6與電極9介由電壓源11連接，利用該電壓源11在懸臂梁6與電極9之間施加電壓，使在兩者間產生靜電力，使懸臂梁6之前端側部分向電極9側彎曲，由此，提供可動反射鏡8向電極9側移動之光可變衰減器。

陸、日文發明摘要：

光可變減衰器1は平面導波路2を有し、この平面導波路2には、入力用光路A及び出力用光路Bを形成する光導波路3が設けられている。平面導波路2の上面には片持ち梁6が設けられ、この片持ち梁6の先端部には、入力用光路A上を通る光を出力用光路Bに向けて反射させる可動ミラー8が固定され、また、平面導波路2の上面には電極9が設けられ、片持ち梁6と電極9とは電圧源11を介して接続されており、この電圧源11により片持ち梁6と電極9との間に電圧を印可することで、両者間に静電気力を発生させて片持ち梁6の先端側部分を電極9側に撓ませ、これにより、可動ミラー8が電極9側に移動する光可變減衰器を提供する。

拾壹、圖式：

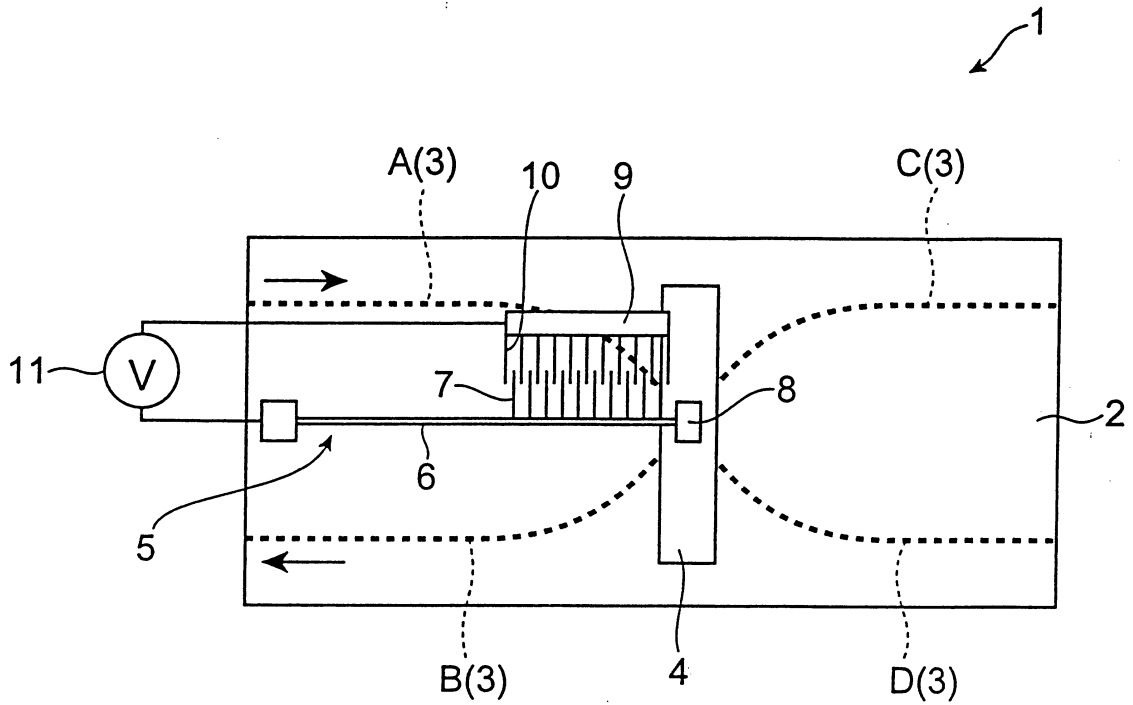


圖 1

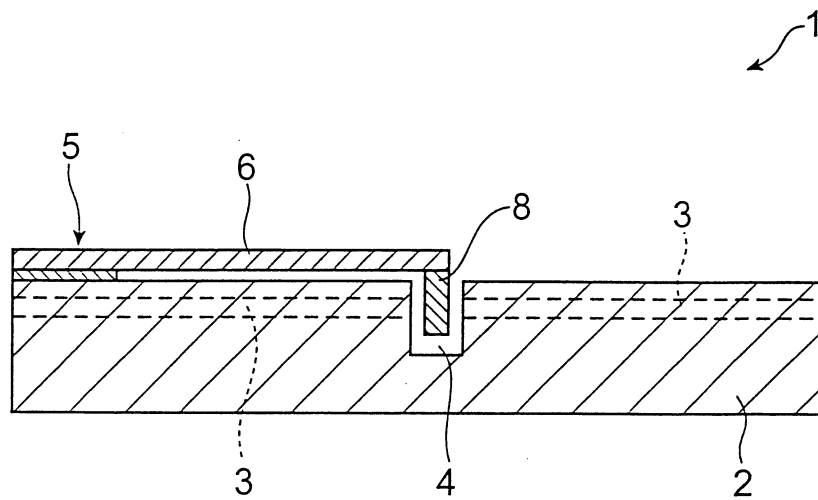


圖 2

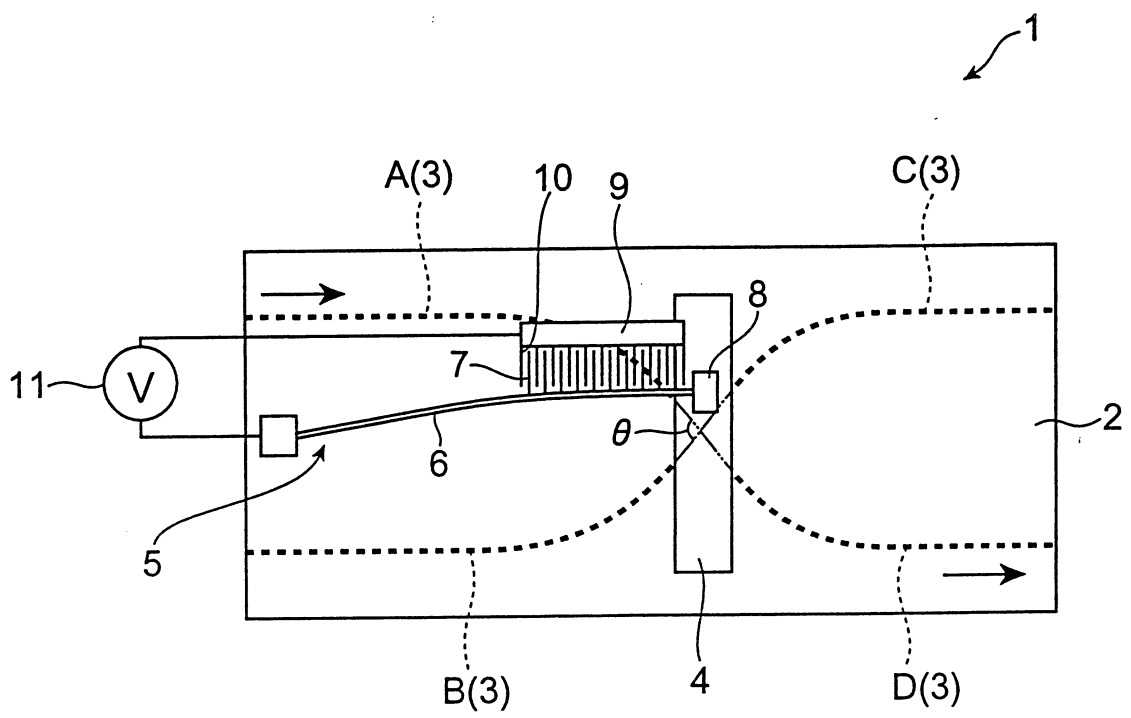


圖 3

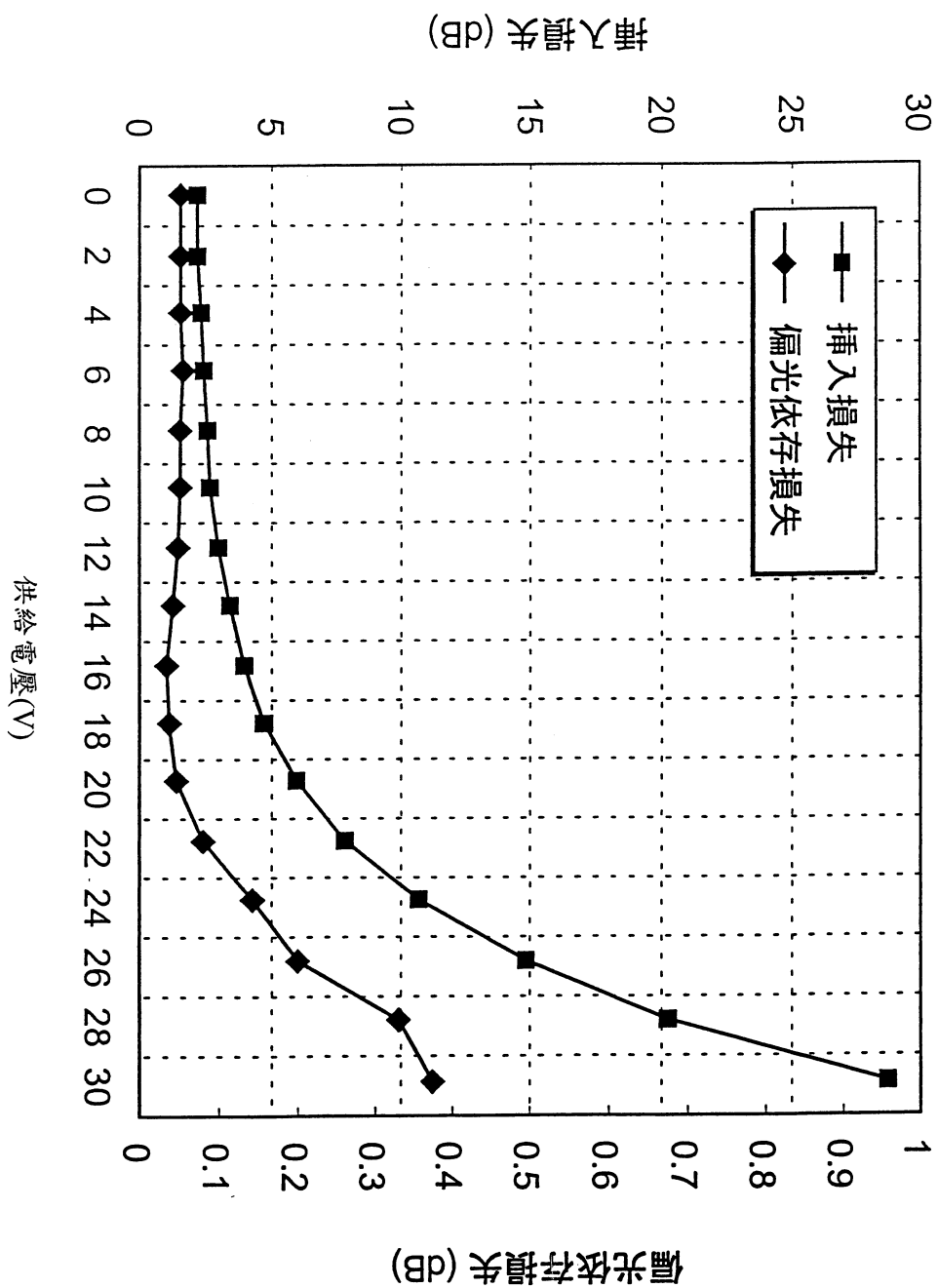


圖 4

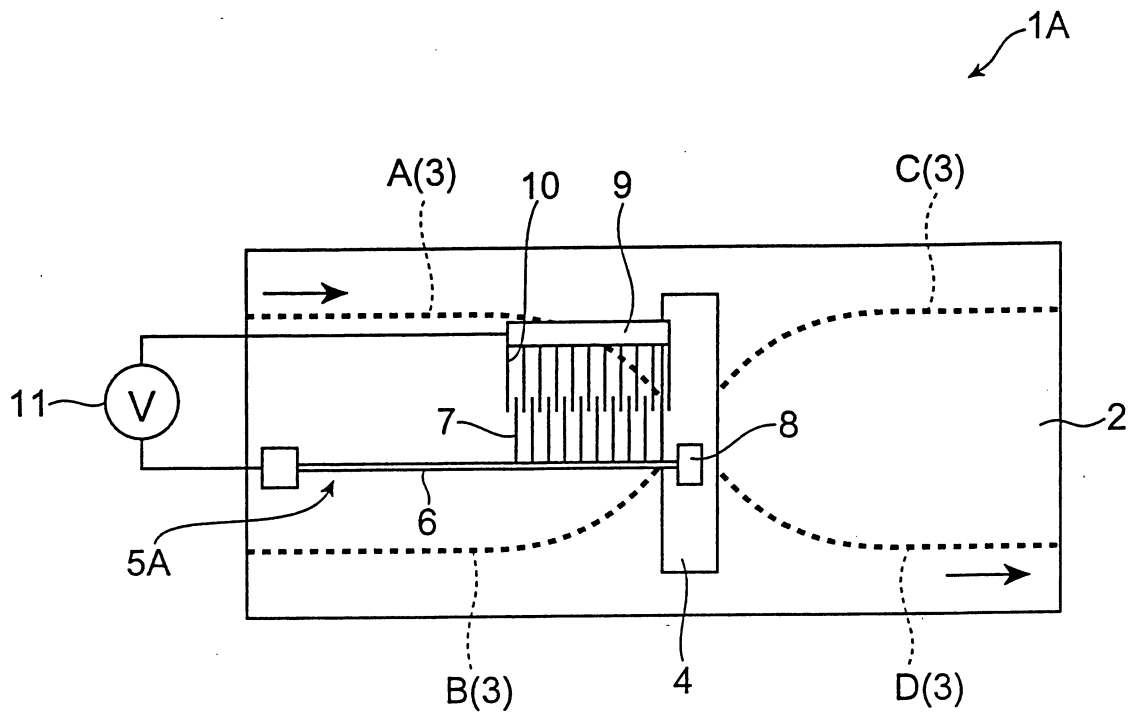


圖 5

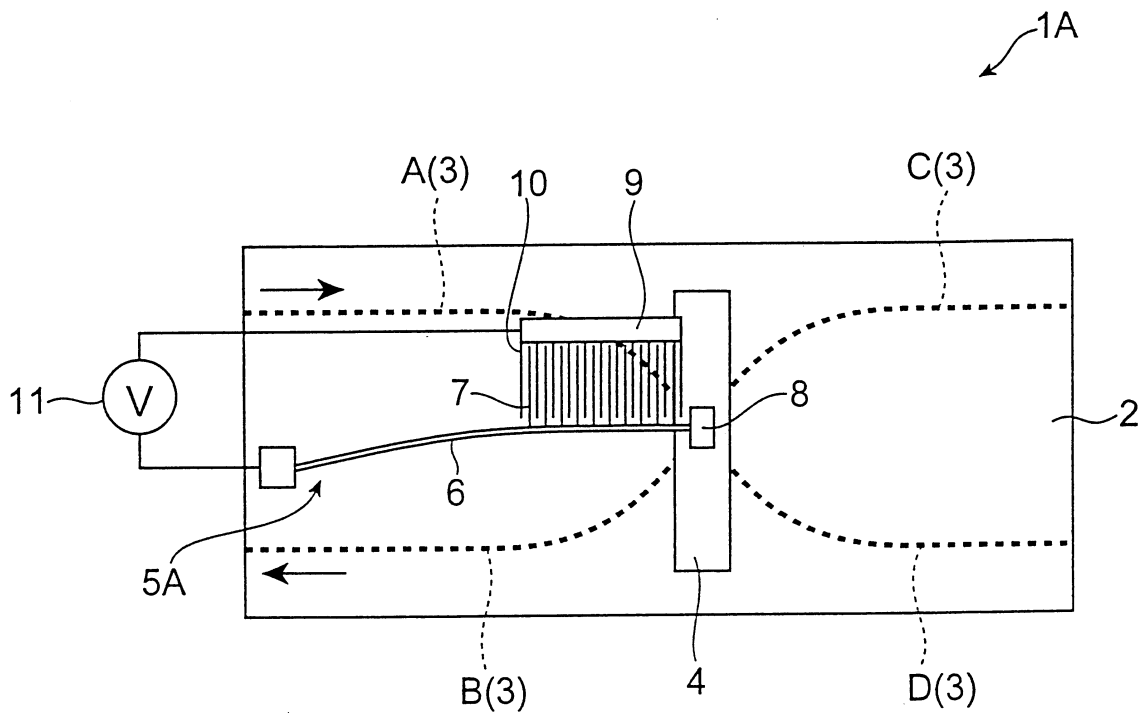


圖 6

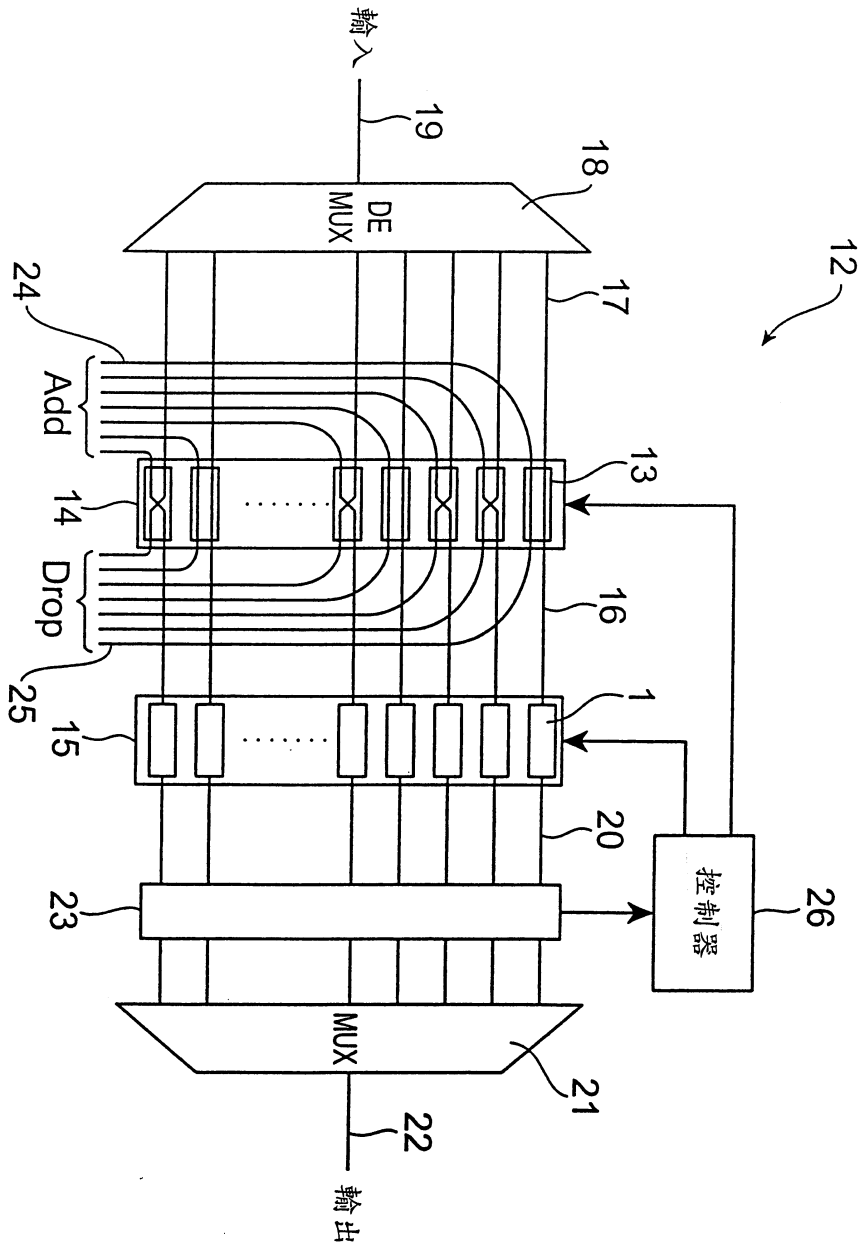


圖 7

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：

- 1 光可變衰減器
- 2 平面波導路
- A(3) 光波導路
- B(3) 光波導路
- C(3) 光波導路
- D(3) 光波導路
- 4 溝部
- 5 致動器結構體
- 6 懸臂梁
- 7 梳齒
- 8 可動反射鏡
- 9 電極
- 10 梳齒
- 11 電壓源

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於在光通訊等中使用之光可變衰減器以及光模組。

【先前技術】

作為先前之光可變衰減器，所知的有例如在電子資訊通訊學會信學技報PS2001-31中記載之內容。該文獻記載之光可變衰減器係使2條光纖相對向，在其中間之空間中取放光閘，控制光衰減量。

在上述先前技術中，為了降低在光閘之邊緣部因光束繞射而產生之偏光依存損失(衰減量波長依存性)，使用2片光閘。但是，此情形時，因為為個別驅動2片光閘而需要致動器，造成光可變衰減器之構造複雜化且大規模化。

【發明內容】

本發明之目的係用簡單之構造，提供可以確實降低偏光依存損失之光可變衰減器及光模組。

本發明之光可變衰減器，其特徵在於包含具有輸入用光路以及輸出用光路之基礎構件，將通過輸入用光路之光向輸出用光路反射之可動反射鏡，以及使可動反射鏡移動之驅動機構者。

在此種光可變衰減器中，當可動反射鏡在特定之位置時，從輸入用光路發出的光通過可動反射鏡全部反射，並導入輸出用光路，其結果光衰減量變為最小狀態。從該狀態中，如利用驅動機構移動可動反射鏡，只有從輸入用光路發出的光之一部分通過可動反射鏡反射，其結果光衰減

光而造成之光損失。

同時，較理想之情形為：在溝內部，填充具有和光波導路同等折射率之匹配油。由此，可以降低在輸入用光路以及輸出用光路和可動反射鏡之間之光之插入損失。

此外，較理想之情形為：可動反射鏡在基礎構件上安裝有懸臂支撐之懸臂梁，驅動機構包含在基礎構件上設置之電極，以及使在懸臂梁與電極之間產生靜電力之機構。因此藉由利用靜電力驅動可動反射鏡之構造，因為不用通電流，所以可以使耗電力變小。

此情形下，較理想之情形為：在懸臂梁上設有多數之第1梳齒，在電極上設有插入各第1梳齒間之多數之第2梳齒。由此，由於懸臂梁以及電極之表面面積變大，施加小的電壓，可以在懸臂梁和電極間產生大的靜電力。而且，因為懸臂梁和電極變得接近，相對於施加電壓之可動反射鏡移動量之線形性，即相對於施加電壓之光衰減量直線形性變好。因此，容易地控制光衰減量。

同時，較理想之情形為：可動反射鏡，懸臂梁以及電極係由具有導電性Si形成，在可動反射鏡之表面，塗敷Au，Ag，Al之其中一種。因此藉由利用具有導電性Si形成可動反射鏡，懸臂梁以及電極，可以廉價製造這些結構。同時，利用在可動反射鏡之表面，塗敷Au，Ag，Al之其中一種，可以獲得良好反射率之高性能可動反射鏡。

同時，本發明之光模組，其特徵係具有上述之光可變衰減器。因此利用藉由可動反射鏡之光之反射，並利用設置

此外，在上述實施形態中，係用光波導路3構成輸入用光路A以及輸出用光路B，但本發明，也可以適用用光纖構成輸入用光路A以及輸出用光路B。

【產業上利用之可能性】

依照本發明，因為設有將輸入用光路上通過之光向輸出用光路反射之可動反射鏡，以及使該可動反射鏡移動之驅動機構，所以可以用簡單之構造，確實降低因光之繞射而產生之偏光依存損失。

【圖式簡單說明】

圖1係表示有關本發明之光可變衰減器之一實施形態之平面圖。

圖2係在圖1所示之光可變衰減器之垂直方向剖面圖。

圖3係在圖1中所示之致動器結構體之動作狀態之平面圖。

圖4係表示在圖1中所示之光可變衰減器中插入損失與偏光依存損失之相互關係之實際測量資料。

圖5係表示有關本發明之光可變衰減器之其他之實施形態之平面圖。

圖6係表示在圖5所示之致動器結構體之動作狀態之平面圖。

圖7係表示在圖1所示之具備光可變衰減器之光模組之一例之圖。

【圖式代表符號說明】

1 光可變衰減器

拾、申請專利範圍：

1. 一種光可變衰減器，其特徵在於包含：

基礎構件，其係包括輸入用光路以及輸出用光路者；

可動反射鏡，其係連接於支撐構件，且將在前述輸入用光路上通過之光向前述輸出用光路反射者；及

驅動機構，其係使前述可動反射鏡移動者；

前述驅動機構包含在前述基礎構件上設置之電極，以及使在前述支撐構件與前述電極之間產生靜電力之機構，

前述輸入用光路以及前述輸出用光路係用光波導路形成，

在前述基礎構件中，設有與前述輸入用光路以及前述輸出用光路連接之溝部，

前述可動反射鏡，其設置為在插入前述溝部內之狀態下可以移動者。

2. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中前述支撐構件被支撐於前述基礎構件上。
3. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中前述可動反射鏡係利用微小電子機器系統技術形成者。
4. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中前述輸入用光路與前述輸出用光路之虛擬交叉角度為9度以上者。
5. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中在前述溝部內，填充具有與前述光波導路同等之折射率之匹配油者。
6. 一種光可變衰減器，其特徵在於包含：

- 基礎構件，其係包括輸入用光路以及輸出用光路者；
- 可動反射鏡，其係將在前述輸入用光路上通過之光向
前述輸出用光路反射者；及
- 驅動機構，其係使前述可動反射鏡移動者；
- 前述可動反射鏡連接於懸臂梁，該懸臂梁被支撐於基
礎構件上，
- 前述驅動機構包含在前述基礎構件上設置之電極，以
及使在前述懸臂梁與前述電極之間產生靜電力之機構
者。
7. 如申請專利範圍第6項之光可變衰減器，其中
在前述懸臂梁上設有多數之第1梳齒，
在前述電極上，設有插入前述各第1梳齒間之多數之第
2梳齒。
8. 如申請專利範圍第6項之光可變衰減器，其中
前述可動反射鏡，前述懸臂梁以及前述電極，係由具
有導電性之Si形成，
在前述可動反射鏡之表面，塗敷有Au，Ag，Al中之任
一者。
9. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中在光衰減量
10 dB中之偏光依存損失比0.2 dB小者。
10. 一種光模組，其特徵在於包含如申請專利範圍第1項之光
可變衰減器者。
11. 如申請專利範圍第1項之光可變衰減器，其中前述支撐構
件包含懸臂梁。