



(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 I497136 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：100121842 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 06 月 22 日

(51)Int. Cl. : G02B6/30 (2006.01) H04B10/25 (2013.01)

(30)優先權：2010/06/30 歐洲專利局 10290362.2

(71)申請人：阿爾卡特朗訊公司(法國) ALCATEL LUCENT (FR)

法國

(72)發明人：布雷諾特 羅曼 BRENOT, ROMAIN (FR)；彭特 法蘭西斯 POINGT, FRANCIS (FR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW I242657

US 2004/0218652A1

US 2010/0092175A1

審查人員：洪紹軒

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 28 頁

(54)名稱

放大光纖網路中不同波長的光之方法、設備及光纖網路

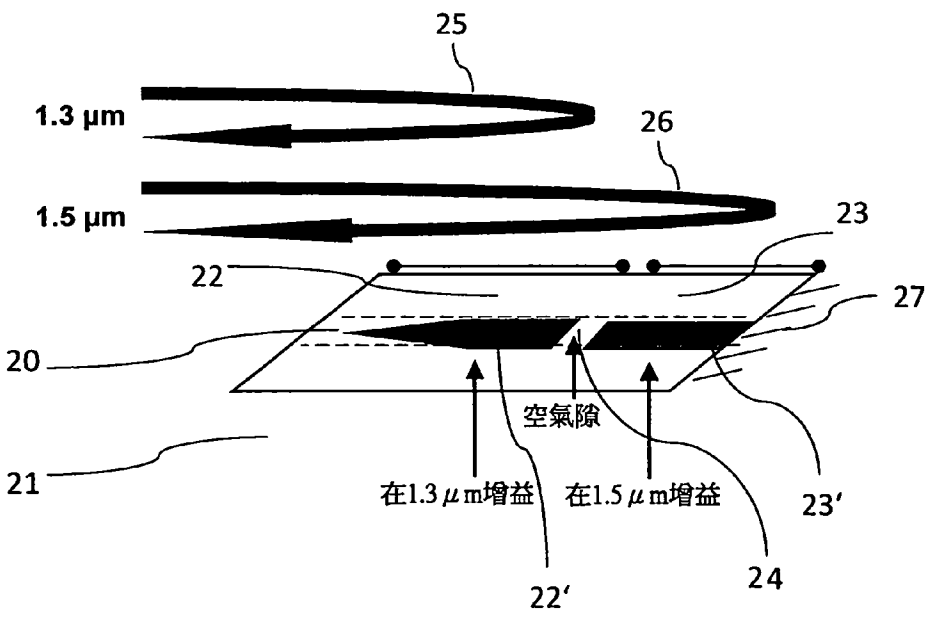
METHOD AND APPARATUS FOR AMPLIFYING LIGHT AT DIFFERENT WAVELENGTHS IN AN OPTICAL NETWORK, AND OPTICAL NETWORK

(57)摘要

本文件係關於被動式光纖網路(PON)。尤其是但並非排他地關於使用反射式半導體光放大器(RSOA)放大十億位元 PON(GPON)或 WDM-PON(波長分割多工-被動式光纖網路)中之訊號。說明被組構以放大光纖網路中不同波長的光之設備(21)。該設備(21)包含：第一活性材料(22')，被組構以放大第一波長(25)的光；第二活性材料(23')，被組構以放大第二波長(26)的光。而且，該設備(21)包含：第一反射器(24)，其分開該第一和第二活性材料(22'，23')，及其被組構以反射該第一波長(25)的光，及其被組構以實質上透射該第二波長(26)的光。此外，該設備包含：第二反射器(27)，其鄰接該第二活性材料(23')，與該第一反射器(24)相對，該第二反射器(27)被組構以反射該第二波長(26)的光。

The present document relates to passive optical networks (PON). More particularly but not exclusively, it relates to the use of a reflective semiconductor optical amplifier (RSOA) for amplifying signals in a Gigabit PON (GPON) or WDM-PON. An apparatus (21) configured to amplify light at different wavelengths in an optical network is described. The apparatus (21) comprises a first active material (22') configured to amplify light at a first wavelength (25) and a second active material (23') configured to amplify light at a second wavelength (26). Furthermore, the apparatus (21) comprises a first reflector (24) which separates the first and second active materials (22', 23') and which is configured to reflect light at the first wavelength (25) and which is configured to be substantially transparent to light at the second wavelength (26). In addition, the apparatus comprises a second reflector (27) adjacent the second active material (23') opposite to the first reflector (24) which is configured to reflect light at the second wavelength (26).

圖2



- 20 . . . 波導
- 21 . . . 訊號放大機
- 22 . . . 第一區
- 22' . . . 第一活性材料
- 23 . . . 第二區
- 23' . . . 第二活性材料
- 25 . . . 第一訊號
- 26 . . . 第二訊號
- 27 . . . 第二反射器

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：100121842

※申請日：100 年 06 月 22 日

※IPC 分類：G 02 B 6/30 (2006.01)

H 04 B 10/25 @ 013.01

一、發明名稱：(中文／英文)

放大光纖網路中不同波長的光之方法、設備及光纖網路

Method and apparatus for amplifying light at different wavelengths in an optical network, and optical network

二、中文發明摘要：

本文件係關於被動式光纖網路 (PON)。尤其是但並非排他地關於使用反射式半導體光放大器 (RSOA) 放大十億位元 PON (GPON) 或 WDM-PON (波長分割多工-被動式光纖網路) 中之訊號。說明被組構以放大光纖網路中不同波長的光之設備 (21)。該設備 (21) 包含：第一活性材料 (22')，被組構以放大第一波長 (25) 的光；第二活性材料 (23')，被組構以放大第二波長 (26) 的光。而且，該設備 (21) 包含：第一反射器 (24)，其分開該第一和第二活性材料 (22', 23')，及其被組構以反射該第一波長 (25) 的光，及其被組構以實質上透射該第二波長 (26) 的光。此外，該設備包含：第二反射器 (27)，其鄰接該第二活性材料 (23')，與該第一反射器 (24) 相對，該第二反射器 (27) 被組構以反射該第二波長 (26) 的光。

三、英文發明摘要：

The present document relates to passive optical networks (PON). More particularly but not exclusively, it relates to the use of a reflective semiconductor optical amplifier (RSOA) for amplifying signals in a Gigabit PON (GPON) or WDM-PON. An apparatus (21) configured to amplify light at different wavelengths in an optical network is described. The apparatus (21) comprises a first active material (22') configured to amplify light at a first wavelength (25) and a second active material (23') configured to amplify light at a second wavelength (26). Furthermore, the apparatus (21) comprises a first reflector (24) which separates the first and second active materials (22', 23') and which is configured to reflect light at the first wavelength (25) and which is configured to be substantially transparent to light at the second wavelength (26). In addition, the apparatus comprises a second reflector (27) adjacent the second active material (23') opposite to the first reflector (24) which is configured to reflect light at the second wavelength (26).

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

20：波導

21：訊號放大機構

22：第一區

22'：第一活性材料

23：第二區

23'：第二活性材料

25：第一訊號

26：第二訊號

27：第二反射器

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】

本文件係關於被動式光纖網路（PON）。尤其是但並非排他地關於使用反射式半導體光放大器（RSOA）放大十億位元PON（GPON）或WDM-PON中之訊號。

【先前技術】

由主要電信服務提供者和系統供應商所形成之全服務存取網路（FSAN）工作小組於1990年代進行有關有效的“光纖到府”之一些早期工作。國際電信聯盟（ITU）進行更深一層的工作，及自此已將兩代被動式光纖網路標準化。PON為點對多點的“光纖到駐地”網路架構，其中無動力被動式光纖分歧器可被用於使單一光纖服務多個駐地，典型上32上至128。PON典型上包含在服務提供者的中央辦公室之光纖線路終端（OLT），以及在終端用戶附近的一些光纖網路單元（ONUs）或光纖網路終端（ONT）。與點對點（PTP）架構比較，PON組態典型上減少所需之光纖和中央辦公室設備的量。

PON中之下游訊號典型上廣播至共享單一饋送光纖的各駐地。典型上使用基於分時多工存取（TDMA）的多重存取控制（MAC）協定來組合上游訊號。OLT典型上組構被服務的ONT，以便提供時槽任務給上游通訊。

已具體說明PON架構的不同變形。APON（非同步傳輸模式（ATM）被動式光纖網路）主要用於商業應用，及

係基於 ATM。BPON（寬頻 PON）為基於 APON 的標準。BPON 給予透過 WDM 的分開光纖頻道所提供之其他 RF 視頻服務動態和更高的上游頻寬分配之支援及存活性。BPON 亦在 OLT 和 ONU/ONT 之間建立稱作 OMCI 的標準管理介面，賦能混合的供應商網路。BPON 標準的演進之 GPON 支援更高的速率、加強的安全性、及第二層協定的選擇（ATM、TDM、及透過 GEM 的乙太網路）。此外，在 2004 年 IEEE 發出乙太網路 PON（EPON 或 GEPON）標準作為乙太網路首要里程碑計畫的一部分。EPON 典型上使用具有對稱的每秒十億位元上游和下游速率之標準乙太網路框。

ITU-T G.984 GPON 標準表示經由使用大型可變長度封包來提高總頻寬和頻寬效率二者。此標準允許幾種位元傳輸率的選擇，但是企業匯聚在每秒 2,488 百萬位元（Mbit/s）下游頻寬，及 1,244 Mbit/s 上游頻寬。為了當使用 64 方向光纖分歧器時有著 20 公里距離的此種頻寬，需要高要求的 28 dB 光纖預算。

GPON 利用波長分割多工（WDM），其在單一標準單一模式光纖上（ITU-T G.652）使用一波長給下游流量及另一波長給上游流量。此規格需要在 1490(±10) 奈米（nm）波長上傳送下游流量，及在 1310(±50) nm 波長上傳送上游流量。1550nm 頻帶係分配給選用的覆蓋服務，典型上為 RF 視頻（在 1550-1560nm 範圍中）。而且，GPON 為共享網路，因為 OLT 發送被所有 ONT 接收之下游流量的單一串流。各 ONT 典型上只讀取被定址給它的那些封包之內容。加

密典型上用於防止下游流量上的竊聽。

在下文及申請專利範圍中，爲了簡易，以四捨五入的值 $1.3\mu\text{m}$ 表示約 1310nm 的波長，及以四捨五入的值 $1.5\mu\text{m}$ 表示約 1490nm 的波長。

本文件係關於將兩或更多不同光波長用於下游和上游方向來延伸 PON 或 WDM-PON 的範圍。總而言之，本文件細關於提供光纖存取網路的光預算之延伸。應可以成本效益方式達成此預算延伸。而且，預算延伸應透通到基本的光訊號。

【發明內容】

因此，希望提供有效的設備及方法，以放大 WDM 系統中不同波長的光。尤其是，希望提供有效放大諸如 GPON、10GPON、及 / 或 WDM-PON 等 PON 系統中之光上游和下游訊號。

根據一些實施例，設置有設備，其被組構以放大諸如 GPON、WDM-PON、或 WDM 網路等光纖通訊網路中不同波長的光。設備可包含第一活性材料，被組構以放大第一波長的光。而且，設備可包含第二活性材料，被組構以放大第二波長的光。可將設備內的光限制在光波導內或者藉由光波導傳送，光波導包含包含第一活性材料之第一區，及包含第二活性材料之第二區。光波導可包含第一端和第二端。典型上，光可在第一區的上游之有關進入光的傳播方向之第一端進入波導。波導的第二端與第一端相對。

儘管第二活性材料可放大第二波長的光，但是其可吸收具有小於第二波長之波長的光，如第一波長的光。鑑於此，設備可另包含第一反射器，其分開第一和第二活性材料，及其被組構以反射第一波長的光。而且，第一反射器可被組構以實質上透射第二波長的光，以便可在第二活性材料中放大第二波長的光。

就其本身而論，諸如 GPON 的光上游和下游訊號等不同波長的光可在第一端進入設備的波導。可經由包含第一活性材料之波導的第一區傳送第一和第二波長的光。在第一區的相對端，可使用第一反射器反射第一波長的光，同時第二波長的光可通過反射器，以進入包含第二活性材料之波導的第二區。

設備可另包含第二反射器，其係設置鄰接第二活性材料及與第一反射器相對，及其被組構以反射第二波長的光。結果，可在第二區的相對端反射第二波長的光，及透過第二區、第一反射器、和第一區而傳送回到波導的第一端。

第二反射器可設置在波導的第二端，與第一端相對。

設備可被實施作為半導體光放大器，其包含可以是半導體材料的活性材料。第一活性材料及/或第二活性材料可包含銻、銾、砷化物、及/或磷化物。

可藉由設備的波導之第二端設置第二反射器。就其本身而言，波導的陡峭端和折射率的突然變化會產生特定波長的光之反射，如第二波長的光。另一選擇或除此之外，

可藉由以諸如銀或鋁等金屬之一或多層反射材料塗佈波導的第二端來實施第二反射器。

第一反射器可包含第一和第二活性材料之間的空氣隙。在此例中，空氣隙為第一活性材料和空氣之間的折射率變化以及空氣和第二活性材料之間的折射率變化，其設置用於有關如第一波長的光之特定波長的光之高反射比，及其設置用於有關第二波長的光之另一波長的光之高透通性。

有關不同波長的光之第一反射器的反射和透通特性係可藉由調整空氣隙的寬度來調整。在實施例中，第一和第二活性材料之間的空氣隙可具有約 $0.8\mu\text{m}$ 的寬度，其設置用於有關波長約 $1.3\mu\text{m}$ 的高反射比和有關波長約 $1.5\mu\text{m}$ 的高透通性。

可以第一和第二活性材料之間的 Bragg（布雷格）反射器形式來設置第一反射器。這是有利的，因為其允許反射器在窄波長間隔上具有高反射比而在另一不同波長間隔上具有高透通性。

亦可藉由隨著光從第一活性材料傳播到第二活性材料所發生之折射率的變化來設置第一反射器。在此例中，活性材料二者彼此緊靠著。

在指向第一反射器及實質上垂直於第一反射器之傳播方向上，第一波長的光可進入第一活性材料。結果，朝向第一反射器行進之光的傳播方向和遠離第一反射器行進之反射光的傳播方向實質上平行。典型上，由設備的波導傳

送光，其中，波導延伸在垂直於第一反射器之方向上。

以類似方式，在指向第二反射器及垂直於第二反射器之傳播方向上，第二波長的光可進入第二活性材料，以便第二波長的光可直接反射回到波導。典型上，第一和第二反射器實質上平行，以便當第一和第二波長的光實質上平行時，在分別由第一和第二反射器反射之前和之後，第一波長的光之傳播方向和第二波長的光之傳播方向實質上平行。典型上，達成此係藉由設置用以傳送不同波長的光之波導，其中，波導延伸在垂直第一和第二反射器之方向上的設備內。

爲了放大第一和第二波長的光，設備可另包含用以用電激發第一和第二活性材料之機構。

應注意的是，設備可被用於放大複數個波長的光，即、兩或更多不同波長的光。尤其是，設備可被用於放大使用兩或多個不同光波長之 WDM 通訊系統的光。在此種例子中，設備可被設置有額外的活性材料和反射器。若例如使用三種不同波長，則設備可另包含：第三活性材料，被組構以放大第三波長的光；以及第三反射器，鄰接第三活性材料，與第二反射器相對，被組構以反射第三波長的光。而且，第二反射器可分開第二和第三活性材料，及可被組構以反射第二波長的光，及被組構實質上透射第三波長的光。此外，第一反射器可被組構以實質上透射第三波長的光。

總而言之，說明用以放大複數個波長的光之設備。設

備包含傳送複數個波長的光之波導。光在波導之第一端進入設備的波導。波導包含分別包含複數個不同活性材料之複數個區。可藉由複數個反射器分開不同的區。各個活性材料可被組構以放大複數個波長的特定波長之光。較佳的是，包含活性材料的區被配置，使得關於每一對鄰接區，與離波導的第一端較遠之區的活性材料比較，較接近波導的第一端之區的活性材料放大較低波長之光。

兩鄰接區之間的反射器典型上被組構以反射在較接近第一端之區內所放大的材料之波長的光。而且，反射器典型上被組構以透射大於反射光的波長之複數個波長的波長之光。

根據一些實施例，設置有光纖網路，其包含第一發送器/接收器機構；第二發送器/接收器機構；以及放大機構，係根據上述實施例的任一者。第一和第二發送器/接收器機構可例如是 GPON 或 WDM-PON 網路中之 ONU 或 OLT。另一選擇或除此之外，第一和第二發送器/接收器機構可以是 WDM 發送器及/或接收器或 WDM 傳輸網路。放大機構可以是如本文件所說明之半導體光放大器。第一發送器/接收器機構可透過放大機構連接到第二發送器/接收器機構，藉以延伸光纖通訊網路的光預算。

根據一些實施例，提供有放大光纖網路中不同波長的光之方法。方法係依據將例如波導內之第一和第二波長的光引導到第一活性材料內，其中，光在第一活性材料的第一端進入第一活性材料。然後可使用第一活性材料放大第

一波長的光，及在與第一活性材料的第一端相對之第一活性材料的另一端反射回到波導內。藉由引導第二波長的光經過第一活性材料到第二活性材料內，光可在第二活性材料的第一端進入第二活性材料。在第二活性材料中，可放大第二波長的光，及藉由設置在與第二活性材料的第一端相對之第二活性材料的另一端之反射器反射回到波導內。

本文件所概述之實施例提供有效的光纖通訊網路之光預算的波長和位元傳輸率透通延伸。在特定實施例中，說明反射SOA（RSOA），其同時放大WDM-PON系統之 $1.3\mu\text{m}$ 的上游訊號和 $1.5\mu\text{m}$ 的下游訊號。

應注意的是，雖然參考GPON說明本發明的較佳實施例，但是申請專利範圍的主題並不侷限於此，而是可實施在需要訊號放大不同波長之至少兩光訊號的任何情況中。

而且重要的是，需注意上述實施例可以各種方式彼此組合或者彼此截長補短。尤其是，所有可能的申請專利範圍和特徵組合被視作由本文件所揭示。而且，概述有關係系統之態樣和特徵可同樣應用到對應的方法。

【實施方式】

爲了延伸和增加光纖存取網路中的範圍和分歧比率，對增加上游和下游訊號的光預算之延伸箱有日益增加的需求。如上述，在今日的GPON存取網路中，以約 $1.49\mu\text{m}$ 發出下游訊號。下一代10Gbit/s存取網路的標準化正在進行，及下游訊號將更可能位在約 $[1.57\mu\text{m}, 1.6\mu\text{m}]$ 的波長間隔

中。上游訊號將非常可能以約 $[1.26\mu\text{m}, 1.3\mu\text{m}]$ 的波長間隔發出。

即使本文件係關於同步放大 $1.3\mu\text{m}$ 及 $1.5\mu\text{m}$ 光訊號，以便延伸存取網路的範圍，但是應注意的是，本文件的原理可應用到下一代存取網路，諸如基於 TDM 的 10GPON 及 / 或 WDM-PON 等。

爲了執行 PON 網路中的預算延伸，可使用光-電子-光（OEO）再生。OEO 再生的基本原理在於將光訊號轉換成電子格式。隨後，所傳送的訊號之時序和形狀重新儲存在電域中。最後，再生的電訊號被用於調變光發射器，以便產生再生的光訊號。基於 OEO 再生的預算延伸需要至少光電二極體、各波長用之電子再生和光發射器的台。而且，OEO 再生典型上被設計用於特定的位元傳輸率。因此，OEO 再生是無效率的，因爲其需要每波長至少 3 成分，及其並未透通到波長和所傳送的光訊號之位元傳輸率。

另一選擇是，具有一組固定的波長之 PON 中的預算延伸係可藉由半導體光放大器（SOA）來執行。關於訊號放大，各 SOA 使用充作用電激發的增益媒體之半導體。如上述，GPON 使用不同波長來傳送上游和下游訊號。如此，需要兩 SOA 來放大 GPON 所傳送之上游和下游訊號。總而言之，典型上，光 WDM 系統的各波長需要分開的 SOA。圖 1 爲使用兩 SOA 來放大 GPON 中的上游和下游資料訊號之例示訊號放大器的概要圖。

在根據圖 1 之配置中，經由第一多工器 / 解多工器 13、

雙向 SOA 15、及第二多工器/解多工器 14，將 ONU 11 連接到 OLT 12。ONU 11 到 OLT 12 之間的光訊號被多工器/解多工器 13、14 分歧/合併成 WDM 系統的不同波長，即在圖解例子中的 $1.3\mu\text{m}$ 及 $1.5\mu\text{m}$ 。尤其是，使用解多工器 13，從來自 ONU 11 的光纖 16 將 $1.3\mu\text{m}$ 中的上游訊號解多工。在通過雙向 SOA 15 之後，使用多工器 14，將上游訊號多工到 OLT 12 的光纖 17 上。在相反方向上，解多工器 14 從光纖 17 析取 $1.5\mu\text{m}$ 中的光下游訊號，其在通過雙向 SOA 15 之後被多工到 ONU 11 的光纖 16 上。在雙向 SOA 15 中，由特定的對應 SOA 放大對應於特定波長之各光訊號，即由第一 SOA 放大 $1.3\mu\text{m}$ 上游訊號，及由第二 SOA 放大 $1.5\mu\text{m}$ 下游訊號。

換言之，圖 1 之放大器配置可被用於放大 GPON 系統中的兩波長，不管在不同波長上所傳送的訊號之位元傳輸率為何。然而，使用雙向 SOA 15 是無效率的，因為其需要完美對準四光纖，兩多工器/解多工器 13、14，及兩 SOA。典型上需要將兩分開 SOA 用於雙向 SOA 15 內的各波長，因為由 SOA 的同一活性材料放大的話，兩波長（即、 $1.3\mu\text{m}$ 及 $1.5\mu\text{m}$ ）分開太遠。此種活性材料典型上侷限於放大只有 50nm 至 80nm 的波長視窗內的光訊號。若在接合放大器中放大上游和下游訊號的波長（即 $1.3\mu\text{m}$ 及 $1.5\mu\text{m}$ ），則無法使用習知半導體光放大器。

圖 2 概要圖解用以放大不同波長的光之設備 21，即、尤其是用以放大覆蓋大於 80nm 的間隔之波長的光。換言之，設備 21 可被用於放大不同光波長的光訊號，其中，不同

光波長位在不同波長間隔或視窗內。設備 21 包含波導 20，其包含不同區域 22、23。尤其是，波導 20 可包含第一活性材料 22' 在第一區 22 內，及第二活性材料 23' 在第二區 23 內。可由第一反射器 24 分開第一 22 和第二 23 區。

第一反射器 24 可反射位在第一波長間隔內之波長的第一訊號 25 之光。第一反射器 24 可被組構以反射來自第一波長間隔的光。在較佳實施例中，第一訊號 25 具有位在第一波長間隔內（如 $[1.26\mu\text{m}, 1.34\mu\text{m}]$ ）的波長 $1.3\mu\text{m}$ 。第一訊號 25 可以是 GPON 系統中的上游訊號。

高百分比（例如具有位在第二波長間隔之波長的第二訊號 26 之光的大於 50% 之百分比）可通過第一反射器 24。第二波長間隔不同於第一波長間隔。尤其是，第二波長間隔可包含大於第一波長間隔的波長之波長。在較佳實施例中，第二波長間隔的所有波長通過第一反射器 24。第二波長可以是 $1.5\mu\text{m}$ 及第二波長間隔可以是例如 $[1.46\mu\text{m}, 1.54\mu\text{m}]$ 。就其本身而論，第二訊號 26 可以是 GPON 系統的下游訊號。

可由第二反射器 27 反射第二波長間隔的光及 / 或第二訊號 26 的波長。第二反射器 27 鄰接第二活性材料 23'，與第一反射器 24 相對。

在朝第一反射器 24 的方向上，尤其是在垂直於第一反射器 24 的平面之方向上，第一和第二訊號 25、26 的光可進入設備 21，即、設備 21 的波導 20。第一反射器 24 和第二反射器 27 可具有平行反射表面。

就其本身而論，設備 21 可被用於使用選擇性反射器 24 來分開第一訊號 25 與第二訊號 26，其中，第一 25 和第二訊號 26 具有不同波長間隔內的不同光波長。由於選擇性反射器 24，只有第二訊號 26 進入包含第二活性材料 23' 之第二區 23。可選擇第二活性材料 23' 來放大第二波長間隔中的光，即、放大第二訊號 26。

另一方面，第一 25 和第二 26 訊號重疊在第一區 22。可選擇第一活性材料 22' 來放大第一波長間隔中的光，而使第二波長間隔中的光不受影響。換言之，可選擇第一活性材料 22' 來放大第一訊號 25，而使第二訊號 26 不受影響。

可藉由為第一 22 和第二 23 區選擇適當的光電材料來達成此。此種光電材料可被設計用於放大預定波長間隔內的光。而且，材料可被設計，使得預定波長間隔以下的波長之光被吸收，而預定波長間隔以上的波長之光通過光電材料，不受影響。

在較佳實施例中，第一和第二活性材料 22'、23' 可包含銦 (In)、鎵 (Ga)、砷 (As) 及 / 或磷 (P)。第一活性材料 22' 可以是 $\text{In}_x \text{Ga}_{(1-x)} \text{As}_y \text{P}_{(1-y)}$ ，具有 $x \sim 0.71$ 及 $y \sim 0.62$ ，以便放大第一波長間隔的光，尤其是第一訊號 25 的波長（如 $1.3 \mu\text{m}$ ）。第二活性材料 23' 可以是 $\text{In}_x \text{Ga}_{(1-x)} \text{As}_y \text{P}_{(1-y)}$ ，具有 $x \sim 0.58$ 及 $y \sim 0.9$ ，以便放大第二波長間隔的光，尤其是第二訊號 26 的波長（如 $1.5 \mu\text{m}$ ）。精於本技藝之人士應明白，這些值欲解釋成近似值，因為精確的組成典型上將依賴磊晶層中的應力而定（以便最佳化

對進來的光偏振之靈敏性)。

可藉由各種光反射機構來實施反射器 24、27。尤其是，第一反射器 24 (即、兩活性材料 22'、23' 之間的反射器) 係可藉由特別寬度的空氣隙或 Bragg (布雷格) 反射器來設置。空氣隙的寬度 (在單一方向上) 及 / 或 Bragg (布雷格) 反射器的層之設計被選擇，使得第一訊號 25 被反射，而允許第二訊號 26 通過。第二反射器 27 (即設備 21 的最後反射器) 可例如藉由波導的端來設置，即、藉由波導的陡峭端。此端或邊緣可另被設置有至少一反射層。此至少一反射層可包含 Si/SiO₂ 或 TiO₂/SiO₂ 或者諸如銀或鋁等金屬的層。

應注意的是，儘管圖解圖 2 之設備 21 來放大兩波長，但是設備 21 的基本原理可被延伸到任意波長數目，如、WDM 系統的波長。總而言之，波導 20 可傳送不同波長 λ_i ， $i=1, \dots, N$ (N 為大於一的任意整數值) 中的複數個訊號，其中，各波長 λ_i 屬於不同波長間隔 T_i ， $i=1, \dots, N$ 。概括而言，假設不同波長間隔 T_i 係根據增加的波長來排序，即 T_N 包含最高波長而 T_1 包含最低波長。

爲了放大不同波長 λ_i ，設備 21 可包含包含不同活性材料 M_i ， $i=1, \dots, N$ 的一連串區域。由不同反射器 R_i ， $i=1, \dots, N$ 分開不同區和材料。各反射器 R_i 被組構以反射來自波長間隔 T_i 的波長 λ_i 。而且，各反射器 R_i 被組構以允許通過來自波長間隔 T_j ， $j>i$ 的波長 λ_j 。各活性材料 M_i 被組構以放大屬於波長間隔 T_i 之波長 λ_i 的光。而且，各活性材料 M_i 被

組構以使屬於波長間隔 T_j 之波長 λ_j ， $j > i$ 的光不受影響。

在實施例中，上述條件係藉由選擇諸如銦（In）、鎵（Ga）、砷（As）及/或磷（P）等光電材料 M_i 的適當組成來達成。不同反射器 R_i 係可藉由設計適當的 Bragg（布雷格）反射器及/或空氣隙反射器來實施。

圖 3 圖解由於設備 21 內兩不同波長中的訊號所引起之增益和吸收。增益/吸收表格 31 圖解具有第一波長間隔內的波長之第一訊號 25（如 $1.3\mu\text{m}$ 訊號）在通過第一活性材料 22' 時可被放大，而當通過第二活性材料 23' 時可被吸收。而且，增益/吸收表格 32 圖解具有第二波長間隔內的波長之第二訊號 26（如 $1.5\mu\text{m}$ 訊號）通過第一活性材料 22' 時未被吸收，而只是被反射器 24 稍微反射。如同從增益/吸收表格 31、32 可見一般，只有第二訊號 26 進入第二區 23，以便可選擇第二活性材料 23' 來放大第二訊號 26。

如圖 3 之反射比圖 33 所示，具有寬度約 $0.8\mu\text{m}$ 之空氣隙在波長 $1.5\mu\text{m}$ 中產生低反射比，及波長 $1.3\mu\text{m}$ 中的明顯反射比。因此，設備 21 的反射器 24 可包含空氣隙在第一活性材料 22' 和第二活性材料 23' 之間，空氣隙具有寬度約 0.75 至約 $0.85\mu\text{m}$ （在訊號的傳播方向上）。在較佳實施例中，空氣隙可具有寬度約 $0.8\mu\text{m}$ 。如可從反射比圖 33 所見一般，可調整空氣隙的寬度，以便調整波長選擇性反射器 24 的反射比/透通性到特定訊號波長。

圖 4 為光纖網路的概要圖，包含第一發送器/接收器 41，如、ONU；第二發送器/接收器 42，如 OLT；以及訊號放

大機構 21，如、圖 2 所示之設備 21，即反射式半導體光放大器（RSOA）。

ONU 41 可藉由第一資料傳輸機構 43 連接到 RSOA 21。該第一資料傳輸機構可操作以傳送一或多個訊號，如特定波長的光。在較佳實施例中，特定波長可在 100 THz 區中，即、電磁光譜的近紅外線或可見光區。因此，資料傳輸機構可以是諸如光纖等光連接器。

RSOA 21 可藉由可具有與第一資料傳輸機構 43 相同特性之第二資料傳輸機構 44 連接到 OLT 42。在較佳實施例中，根據圖 4 之光纖網路可以是 PON，如 WDM-PON 及 / 或 GPON。

RSOA 21 可以是參考圖 2 所說明之訊號放大機構。為此目的，第一和第二資料傳輸機構 43、44 連接到 RSOA 21 的波導 20。此連接係可藉由對頭耦合諸如光纖等資料傳輸機構 43、44 和 RSOA 21 的波導 20 來執行。

在本文件中，已說明光訊號用的波長選擇放大器。尤其是，已說明 GPON 系統用的波長選擇反射式半導體光放大器。放大器可直接連接到傳送複數個波長之光纖。就其本身而言，去掉分開多工器 / 解多工器單元 13、14 的需要。而且，可在單一半導體光放大器中執行不同光波長的放大，藉以去掉分開不同波長用的 SOA 之需要和對準日益增加的光纖數目之需要。總而言之，已為單一半導體光放大器內之放大複數個光波長說明有效和具成本效益的方案。光放大器亦可應用到 GPON、10GPON、WDM-PON 存取網

路、或 WDM 傳輸網路。

應注意的是，說明和圖式僅圖解說明所建議的方法和系統之原理。如此應明白，精於本技藝之人士將能夠設計雖然此處未清楚說明或圖示之各種配置，體現本發明的原理並且包括在如此處所申請專利範圍之精神和範疇內。而且，此處所列舉之所有例子原則上明確欲用於僅作教育目的，來幫助讀者瞭解本發明人所提供之本發明的原理和概念及促進本技藝，及此種特定列舉的例子和條件應被闡釋作非限制性。而且，列舉本發明的原理、觀點、和實施例之此處的所有陳述與其特定例子欲包含其同等物。

【圖式簡單說明】

從下面例子的說明可更明白本發明之目的和特徵。下面藉由參考附圖所概要圖解之例示實施例來說明本發明，其中

圖 1 為使用半導體光放大器（SOA）之光纖網路中的例示訊號放大之概要圖；

圖 2 為放大不同波長的光之例示設備的概要圖；

圖 3 為圖 2 的例示設備中之例示增益和吸收值的概要圖；以及

圖 4 為具有如圖 2 的設備之訊號放大機構的例示光纖網路之概要圖。

【主要元件符號說明】

- 11 : 光纖線路終端
- 12 : 光纖網路單元
- 13 : 第一多工器/解多工器
- 14 : 第二多工器/解多工器
- 15 : 雙向半導體光放大器
- 16 : 光纖
- 17 : 光纖
- 20 : 波導
- 21 : 訊號放大機構
- 22 : 第一區
- 22' : 第一活性材料
- 23 : 第二區
- 23' : 第二活性材料
- 24 : 第一反射器
- 25 : 第一訊號
- 26 : 第二訊號
- 27 : 第二反射器
- 31 : 增益/吸收表
- 32 : 增益/吸收表
- 33 : 反射比圖
- 41 : 第一發送器/接收器
- 42 : 第二發送器/接收器
- 43 : 第一資料傳輸機構
- 44 : 第二資料傳輸機構

七、申請專利範圍：

1. 一種被組構以放大光纖網路中不同波長的光之設備，該設備具有波導，該波導包含：

第一活性材料，被組構以放大接收於該波導之第一端的第一波長的光；

第二活性材料，被組構以放大接收於該波導之第一端的第二波長的光；

第一反射器，位在該第一和第二活性材料之間，及其被組構以以朝向該第一端的方向反射該第一波長的光，及其被組構以實質上透射該第二波長的光；以及

第二反射器，鄰接該第二活性材料，該第二反射器被組構以以朝向該第一端的方向反射該第二波長的光。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該第一活性材料及 / 或該第二活性材料包含鎵、銦、砷化物、及 / 或磷化物。

3. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，

該設備包含傳送不同波長的該光之波導；以及

該第二反射器係設置在該設備的該波導之端部。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該第一反射器包含該第一和第二活性材料之間的空氣隙。

5. 根據申請專利範圍第 4 項之設備，其中

該第一和第二活性材料之間的該空氣隙具有約 $0.8\mu\text{m}$ 的寬度；

該第一波長約 $1.3\mu\text{m}$ ；以及

該第二波長約 $1.5\mu\text{m}$ 。

6. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該第一反射器包含該第一和第二活性材料之間的 Bragg（布雷格）反射器。

7. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，在指向該第一反射器及垂直於該第一反射器的平面之傳播方向上，該第一波長的該光進入該第一活性材料。

8. 根據申請專利範圍第 7 項之設備，其中，在指向該第二反射器及垂直於該第二反射器的平面之傳播方向上，該第二波長的該光進入該第二活性材料。

9. 根據申請專利範圍第 8 項之設備，其中，該第一波長的該光和該第二波長的該光之傳播的該等方向實質上平行。

10. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該設備另包含用於電激發該第一和第二活性材料之機構。

11. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該設備另包含：

第三活性材料，被組構以放大接收於該波導之第一端的第三波長的光；以及

第三反射器，鄰接該第三活性材料，該第三反射器被組構以反射該第三波長的光；

其中，該第二反射器係位在該第二和該第三活性材料之間，並且其中，該第一和第二反射器被組構以實質上透射該第三波長的光。

12. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該第一反射器係藉由隨著光從該第一活性材料傳播到該第二活性材料所發生之折射率的變化所設置。

13. 根據申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該第一波長小於該第二波長。

14. 一種光纖網路，包含：

第一發送器/接收器機構；

第二發送器/接收器機構；以及

根據申請專利範圍第 1 至 13 項的任一設備；

其中，該第一發送器/接收器機構係透過該設備連接到該第二發送器/接收器機構。

15. 一種放大光纖網路中不同波長的光之方法，該方法包含：

將第一和第二波長的光引導到第一活性材料；其中，該光在該第一活性材料的第一端進入該第一活性材料；

使用該第一活性材料放大該第一波長的該光；

在該第一活性材料之另一端以朝向該第一端的方向反射該第一波長的該光；

引導該第二波長的該光經過該第一活性材料到該第二活性材料；其中，該光在該第二活性材料的第一端進入該第二活性材料；

使用該第二活性材料放大該第二波長的該光；以及

在該第二活性材料之另一端以朝向該第一端的方向反射該第二波長的該光。

第100121842號

圖 1

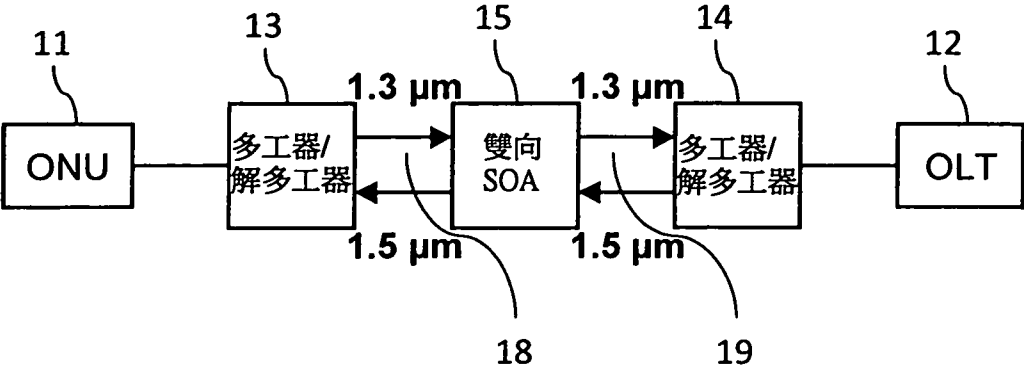
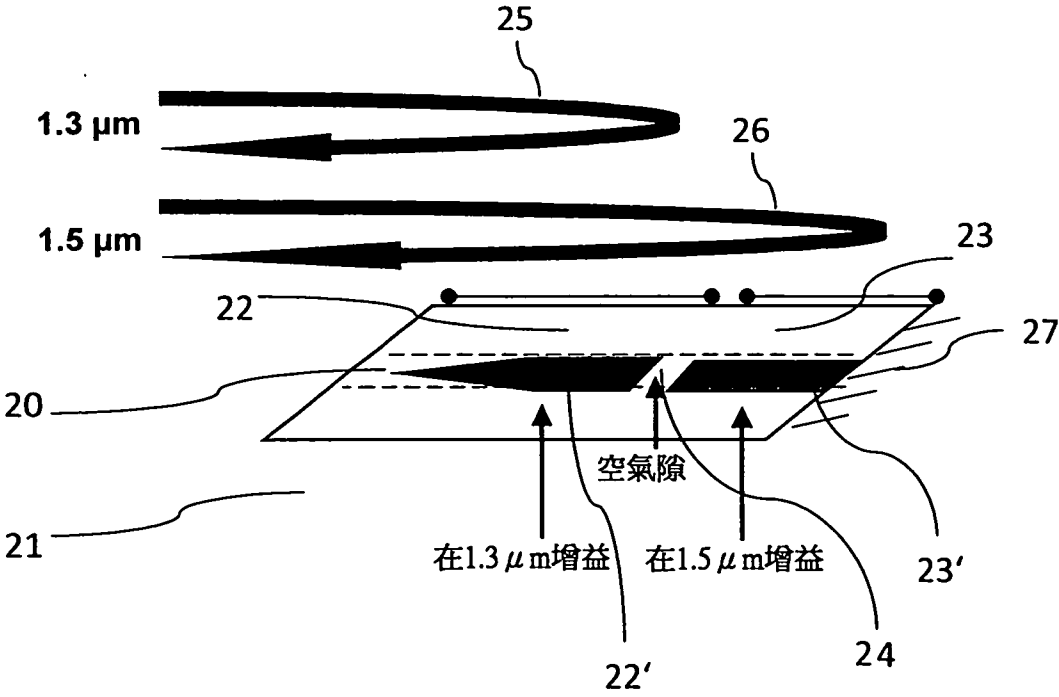


圖 2



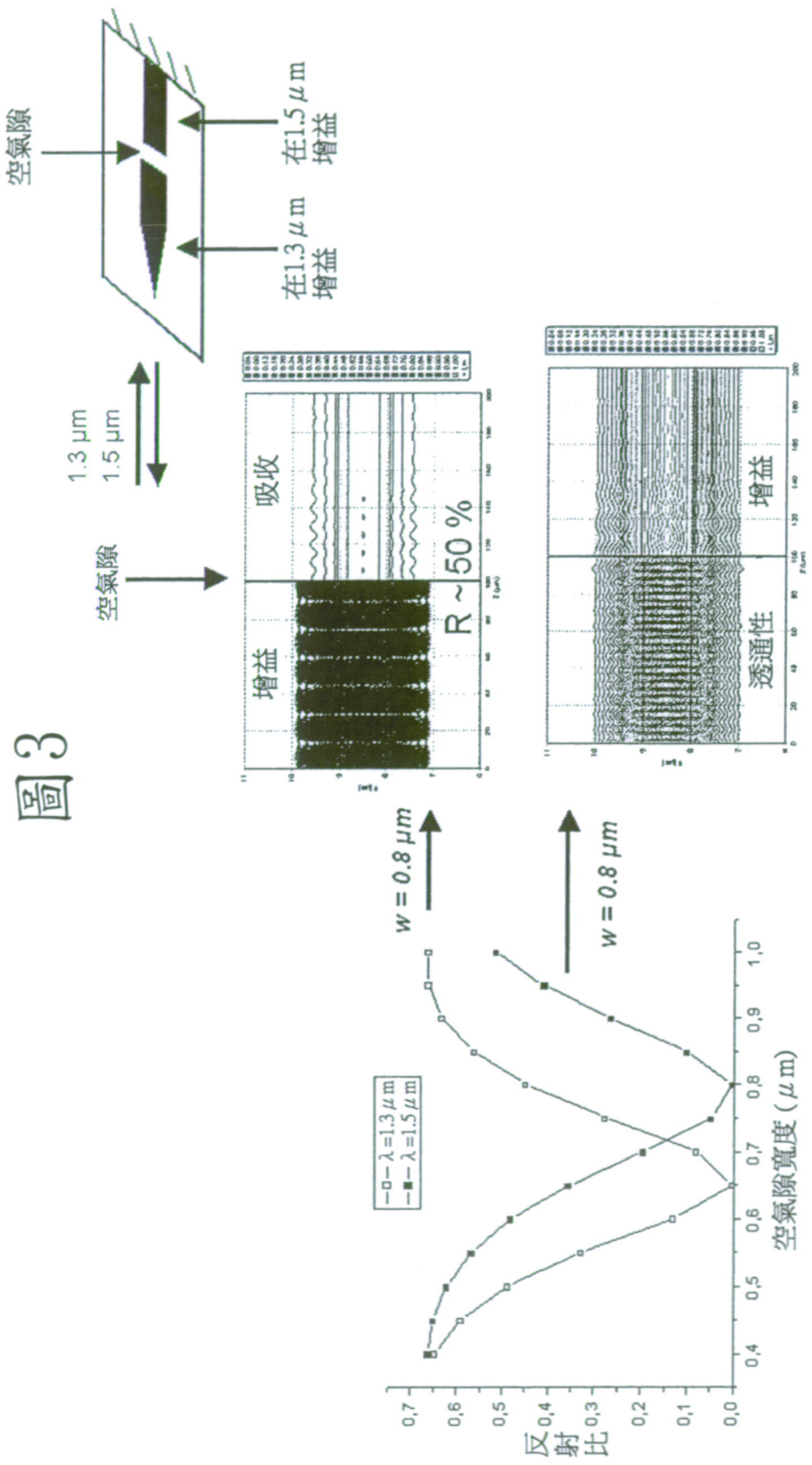


圖3

圖 4

