I513207

(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 I513207 B**

(45)公告日： 中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：102141043 (22)申請日： 中華民國 102 (2013) 年 11 月 12 日

(51)Int. Cl.： ***H04B10/25 (2013.01)*** ***H04L29/02 (2006.01)***

(30)優先權：2012/11/14 中國大陸 201210457731.X

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

(72)發明人：高震森 (CN)；昌慶江 (CN)；桂林 (CN)；牟宏謙 (CN)；肖司淼 (CN)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 5978117A

1#QIGUANG ZHAO ET AL: "A Wavelength-Division-Multiplexed Passive Optical Network With Flexible Optical Network Unit Internetworking Capability", JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 25, no. 8, 1 August 2007 (2007-08-01)

1#LEI DENG ET AL: "Intra and inter-PON ONU to ONU virtual private networking using OFDMA in a ring topology", MICROWAVE PHOTONICS, 2011 INTERNATIONAL TOPICAL MEETING ON&MICROWAVE PHOTONICS CONFERENCE, 2011 ASIA-PACIFIC, MWP/APMP, IEEE, 18 October 2011 (2011-10-18)

審查人員：黃冠霖

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：8 共 24 頁

(54)名稱

遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法

(57)摘要

本發明涉及遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法。依據本發明的在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備包括 N×N 的陣列波導光柵，用於接收光網路單元的上行光並將其作為第一光信號輸出；1×2 的波分複用器，用於將第一光信號按照所在波段分解得到第二光信號；以及 1×(N-1)的功率分配器，用於將第二光信號透過 N×N 的陣列波導光柵傳輸至相應的光網路單元。本發明的方案在不改變傳統的光線路終端的前提下僅透過改變遠端節點設備和光網路單元的結構實現了光網路單元僅透過遠端節點設備便能實現光網路單元間的相互通信，而且通信所用的光信號在這個過程中無需經過光電光的轉化過程，從而實現了通信延時的大幅降低。

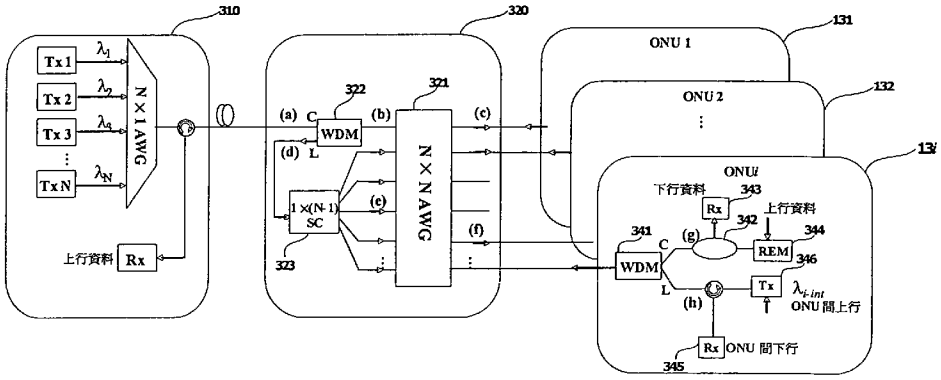

圖 3

320・・・遠端節點設備

321・・・N×N 的陣列波導光柵

323・・・1×(N-1)的功率分配器

341・・・波分複用器

342・・・分光器

343・・・第一接收器

344・・・調製裝置

345・・・第二接收器

346・・・發送器

公告本

發明摘要

※申請案號：102141043

※申請日：102 年 11 月 12 日　　※IPC 分類：H04B 10/25 (2013.01)
H04L 29/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法

【中文】

本發明涉及遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法。依據本發明的在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備包括 N×N 的陣列波導光柵，用於接收光網路單元的上行光並將其作爲第一光信號輸出；1×2 的波分複用器，用於將第一光信號按照所在波段分解得到第二光信號；以及 1×（N-1）的功率分配器，用於將第二光信號透過 N×N 的陣列波導光柵傳輸至相應的光網路單元。本發明的方案在不改變傳統的光線路終端的前提下僅透過改變遠端節點設備和光網路單元的結構實現了光網路單元僅透過遠端節點設備便能實現光網路單元間的相互通信，而且通信所用的光信號在這個過程中無需經過光電光的轉化過程，從而實現了通信延時的大幅降低。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

320：遠端節點設備

321：N×N 的陣列波導光柵

323：1×（N-1）的功率分配器

341：波分複用器

342：分光器

343：第一接收器

344：調製裝置

345：第二接收器

346：發送器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】(中文/英文)

遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法

【技術領域】

本發明涉及無源光網路，更具體地，涉及在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備、光網路單元、系統及其通信方法。

【先前技術】

無源光網路（Passive Optical Network：PON）提出了非常有前景的寬頻光存取網路解決方案。在過去的一段時間內已經提出了多種 PON 方案，諸如 TDM-PON、WDM-PON、OCDM/OFDM-PON 等。其中，基於 TDM-PON 技術的 EPON 和 10GPON 已經被標準化，目前正在許多國家中得到部署，這些解決方案可以提供 10Gbit/s 的資料傳輸速度，但是網際網路的業務的迅速發展和帶寬需求的持續增長，從長遠的角度來看，需要定義能夠與現在的 PON 系統相容但是帶寬比 10G/s 高很多的下一代 PON（NGPON）接入系統。

其中，OCDM/OFDM-PON 仍處於起步階段，WDM-PON 是一種較爲成熟的替代性解決方案，其能夠達到超過 40Gb/s 的資料速率。在 WDM-PON 中，爲每個 ONU 分配

了專用的波長，WDM-PON 具有容量高、與傳統的 PON 協定具有相容性等諸多優點。透過堆疊的多個波長，每根饋線光纖的總容量可以很容易地大於 40Gb/s，甚至達到 100Gb/s。

然而，如今除了需要滿足在 WDM-PON 的光線路終端（OLT）和每個光網路單元（ONU）之間的下行/上行信號的帶寬要求之外，不同的 ONU 之間的互通也已經是必要的了，這是因爲只有這樣用戶才可以與其他的光網路單元以非常高的速度和低延遲地共用資料。這樣的應用場景例如大學和企業的不同校區或園區之間進行的高資料量的通信，亦或是不同的基站之間協同工作的需要。然而，在傳統的 WDM-PON 的結構中，因爲只有光線路終端和各光網路單元之間的下行和上行的傳輸鏈路是可用的，所以不同的光網路單元之間不能直接相互連通，這大大限制了網路的靈活性和效率。

爲了實現不同的光網路單元之間的通信，傳統的方案如圖 1（a）和 1（b）所示。在圖 1（a）中，不同的光網路單元之間具有光纖連接，這雖然實現了不同的光網路單元之間的直接通信，但是相對來說佈線的成本是高昂的，而且過多的佈線爲網路維護帶來了很大的麻煩。此外，還有一種方法，便是圖 1（b）所示出的解決方案，在該解決方案中，不同的光網路單元之間借助於光網路單元經過遠端節點至光線路終端的通信鏈路來通信，但是這樣的通信必須經過光電光的兩次轉化，此外，由於通常來說光網

路單元和光線路終端的距離一般較長，通常爲幾十公里，所以這樣的傳輸距離及光電光的轉化過程都必然爲光網路單元間的通信帶來額外的延時，此外，這也增加了光線路終端的處理任務，增加了系統的複雜度。

【發明內容】

根據上述對先前技術以及存在的技術問題的理解，如果能夠提供一種低成本的在光網路單元之間相互通信的方法及對應的設備和系統，將是非常有益的。

根據本發明的第一方面，提出了一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備，其中，所述無源光網路包括光線路終端、所述遠端節點設備和所述光網路單元，所述遠端節點設備包括：

NxN 的陣列波導光柵，其被構造爲接收所述光網路單元的上行光並將其作爲第一光信號輸出，其中，所述第一光信號包含在第一波段上的用於所述光網路單元與所述光線路終端間通信的第一部分和/或在第二波段上的用於所述光網路單元間相互通信的第二部分，所述第一波段不同於所述第二波段；

1x2 的波分複用器，其被構造爲將所述第一光信號按照所在波段分解爲所述第一部分並將其傳輸至所述光線路終端，和/或所述第二部分並將其作爲第二光信號輸出；以及

1x（N-1）的功率分配器，其被構造爲將所述第二光

信號傳輸至所述 NxN 的陣列波導光柵的除輸出所述第一光信號的端子和用於連接光網路單元的端子之外的（N-1）個端子並透過所述 NxN 的陣列波導光柵傳輸至相應的光網路單元。

根據本發明的第二方面，提出了一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的光網路單元，包括：

波分複用器，其具有一個輸入端和第一、第二輸出端，且用於將從所述輸入端所接收的包含在第一波段上的第一光信號和在第二波段上的第二光信號的光信號分爲從所述第一輸出端輸出的所述第一光信號和從所述第二輸出端輸出的所述第二光信號；

分光器，其輸入端與所述第一輸出端相連接，用於將所述第一光信號分爲包含同樣資訊的第三光信號和第四光信號；

第一接收器，其與所述分光器相連接，用於從所述分光器接收第三光信號並接收其中的下行資料；

調製裝置，其與所述分光器相連接，用於對所述第四光信號進行反射和調製，以發送在所述第一波段上的上行資料；

發送器，用於透過所述波分複用器發送在第二波段上的用於光網路單元間相互通信的光信號；以及

第二接收器，用於從所述波分複用器接收第二光信號並接收其中的下行資料，

其中，所述第一波段不同於所述第二波段。

在一個實施例中，所述調製裝置爲發射式調製器，用於對所述第四光信號進行反射和調製，以發送在所述第一波段上的上行資料。

在一個實施例中，所述光網路單元中爲無線通信網中的基站。

根據本發明的第三方面，提出了一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的光網路傳輸系統，包括依據本發明第一方面所述的遠端節點設備、依據本發明第二方面所述的光網路單元以及與所述遠端節電設備相連接的光線路終端。

在一個實施例中，所述用於光網路單元間相互通信的光網路單元中的每個均使用在所述第一波段上的唯一的波長和在所述第二波段上的唯一的波長。

在一個實施例中，所述用於光網路單元間相互通信的光網路單元中的每個均使用在所述第一波段上的唯一的波長之間和在所述第二波段上的唯一的波長之間均相距100GHz。

根據本發明的方案，在不改變傳統的光線路終端的前提下僅透過改變遠端節點設備和光網路單元的結構實現了光網路單元僅透過遠端節點設備便能實現光網路單元間的相互通信，而且通信所用的光信號在這個過程中無需經過光電光的轉化過程，即不同的光網路單元之間的通信無需借助於光網路單元經過遠端節點至光線路終端的通信鏈路來完成，這樣便避免了幾十公里的傳輸距離帶來的延時；

此外，整個通信過程中信號都是以光的形式存在的，而無需經過光至電以及後續的電至光的轉化，這兩方面共同作用，從而實現了通信延時的大幅降低。

根據本發明的第四方面，提供了一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的方法，包括：

a. 遠端節點設備中的 NxN 的陣列波導光柵從與之連接的至多爲 N 個光網路單元中的一個或多個光網路單元接收包含在第一波段上的第一部分和在第二波段上的第二部分的光信號並將所述光信號傳輸至所述遠端節點設備中的波分複用器；

b. 所述波分複用器將所述光信號分爲所述第一部分和所述第二部分，且將所述第一部分傳輸至與所述遠端節點設備相連接的光線路終端，將所述第二部分傳輸至所述遠端節點設備中的功率分配器；

c. 所述功率分配器將所述第二部分均分爲 N-1 個具有相同內容的部分並分別傳輸至所述 NxN 的陣列波導光柵；以及

d. 所述 NxN 的陣列波導光柵將所述第二部分分配至相應的光網路單元，

其中，所述第一波段不同於所述第二波段。

【圖式簡單說明】

透過參照圖式閱讀以下所作的對非限制性實施例的詳細描述，本發明的其他特徵、目的和優點將會變得更明

顯。

圖 1（a）和 1（b）示出了現有技術中光網路單元間相互通信的示意圖；

圖 2 示出了本發明所提出的光網路單元間相互通信的構思的示意圖；

圖 3 示出了根據圖 2 所示出的構思的具體的遠端節點設備和光網路單元的機構示意圖；

圖 4 示出了依據本發明所述的第一波段 C 和第二波段 L 的分佈示意圖；

圖 5 示出了各個光網路單元所使用的波長列表；

圖 6 示出了依據本發明所述的 NxN 的陣列波導光柵的配置示意圖；

圖 7 示出了由光網路單元 ONU1 向其他的光網路單元廣播信號的一個實施例的示意圖；以及

圖 8 示出了圖 3 中的各個位置的波長組合示意圖。

在圖中，貫穿不同的示圖，相同或類似的圖式標記表示相同或相似的裝置（模組）或步驟。

【實施方式】

在以下較佳的實施例的具體描述中，將參考構成本發明一部分的所附的圖式。所附的圖式透過示例的方式示出了能夠實現本發明的特定的實施例。示例的實施例並不旨在窮盡根據本發明的所有實施例。可以理解，在不偏離本發明的範圍的前提下，可以利用其他實施例，也可以進行

結構性或者邏輯性的修改。因此，以下的具體描述並非限制性的，且本發明的範圍由所附的申請專利範圍所限定。

圖 1（a）和 1（b）示出了現有技術中光網路單元間相互通信的示意圖，關於該兩個圖的描述已經在背景技術中給出，在此不再贅述。

爲了克服傳統的解決方案，即圖 1（a）和圖 1（b）中所示出的解決方案的確定，本發明提出了如圖 2 所示的解決方案。圖 2 示出了本發明所提出的光網路單元間相互通信的構思的示意圖。在該圖中，光網路單元與其他的光網路單元之間的通信無需將這樣的光信號傳輸至光線路終端，然後再傳輸回來；也不用在不同的光網路單元之間再額外部署光線。而是利用現有的光網路單元和遠端節點設備之間的連線來進行的，此外，光信號傳輸到遠端節點設備後便返回了相應的光網路單元，而無需傳輸至光線路終端，這樣便避免了光信號的光電光轉換，從而大幅降低了信號的傳輸延時。

爲了實現圖 2 所示的發明構思，本發明提出了相應的遠端節點設備和光網路單元的硬體改進方案。圖 3 示出了根據圖 2 所示出的構思的具體的遠端節點設備和光網路單元的機構示意圖。從圖中可以看出：依據本發明所述的在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備 320，其中，無源光網路包括光線路終端、遠端節點設備和光網路單元，該遠端節點設備包括 N×N 的陣列波導光柵 321，其被構造爲接收光網路單元的上行光並將其作爲

第一光信號輸出，其中，第一光信號包含在第一波段上的用於光網路單元與光線路終端間通信的第一部分和/或在第二波段上的用於光網路單元間相互通信的第二部分，第一波段不同於第二波段；1x2 的波分複用器 322，其被構造爲將第一光信號按照所在波段分解爲第一部分並將其傳輸至光線路終端，和/或第二部分並將其作爲第二光信號輸出；以及 1x（N-1）的功率分配器 323，其被構造爲將第二光信號傳輸至 NxN 的陣列波導光柵的除輸出第一光信號的端子和用於連接光網路單元的端子之外的（N-1）個端子並透過該 NxN 的陣列波導光柵傳輸至相應的光網路單元。

此外，如圖所示，依據本發明所述的在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的光網路單元，包括：

波分複用器 341，其具有一個輸入端和第一、第二輸出端，且用於將從所述輸入端所接收的包含在第一波段上的第一光信號和在第二波段上的第二光信號的光信號分爲從所述第一輸出端輸出的所述第一光信號和從所述第二輸出端輸出的所述第二光信號；

分光器 342，其輸入端與所述第一輸出端相連接，用於將所述第一光信號分爲包含同樣資訊的第三光信號和第四光信號；

第一接收器 343，其與所述分光器相連接，用於從所述分光器接收第三光信號並接收其中的下行資料；

調製裝置 344，其與所述分光器相連接，用於對所述

第四光信號進行反射和調製，以發送在所述第一波段上的上行資料；

發送器 346，用於透過所述波分複用器發送在第二波段上的用於光網路單元間相互通信的光信號；以及

第二接收器 345，用於從所述波分複用器接收第二光信號並接收其中的下行資料，其中，所述第一波段不同於所述第二波段。

其中，該光網路單元能夠是無線通信網中的基站，具有依據本發明的設置後，這樣的基站能夠相互間通信，從而完成協作地工作。

具體地，在傳輸過程中，爲了區分在第一波段上的用於在光網路單元和光線路終端間通信的光信號和在第二波段上的用於光網路單元間相互通信的光信號，分別爲他們配置了不同的波段。圖 4 示出了依據本發明所述的第一波段 C 和第二波段 L 的分佈示意圖，由此便能區分開這兩部分的光信號了，這也是波分複用器 341 和 322 分光的判斷依據。如圖 4 所示，這兩個波段 L 和 C 是不相重疊的波段。而在單個波段內，不同的光網路單元也使用不同的波長，而且用於光網路單元間相互通信的光網路單元中的每個均使用在第一波段 C 上的唯一的波長之間和在第二波段 L 上的唯一的波長之間均相距 100GHz。圖 5 示出了各個光網路單元所使用的波長列表，如圖 5 所示，單個光網路單元用於該光網路單元與相應的光線路終端間通信的上行和下行的波長是一樣的，用於光網路單元間相互通信的

上行和下行也是一樣的。

圖 6 示出了依據本發明所述的 NxN 的陣列波導光柵的配置示意圖，爲了實現其中之一的光網路單元向其他的光網路單元以廣播的方式進行通信，依據本發明所述的遠端節點設備中的 NxN 的陣列波導光柵的配置。其中，該 NxN 的陣列波導光柵是一個迴圈的 NxN 的陣列波導光柵，迴圈意味著，從某一個光網路單元發出的光信號經過波分複用器傳輸至功率分配器後能夠以廣播的方式傳輸至除發出該光信號的光網路單元以外的其他的所有光網路單元。

圖 7 示出了由光網路單元 ONU1 向其他的光網路單元廣播信號的一個實施例的示意圖。以光網路單元 ONU1 向其他的光網路單元廣播信號爲例，加以說明，光網路單元 1 將含有 λ_1 和 $\lambda_{1\text{-}int}$ 的光信號經 NxN 的陣列波導光柵傳輸至波分複用器 WDM，該波分複用器將 λ_1 波長的光信號輸出，而將 $\lambda_{1\text{-}int}$ 波長的光信號經功率分配器 1x（N-1）SC 傳輸至 NxN 的陣列波導光柵的 I2-IN 輸入端，根據圖 6 所示出的陣列，該光信號將被傳輸至除光網路單元 ONU1 以外的所有的光網路單元，如此便實現了光網路單元 1 向其他的光網路單元以廣播的方式傳遞信號的要求。

本領域的具有通常知識者應該理解，其他的光網路單元也能夠以同樣的方式實現向其他的光網路單元來廣播信號的要求，而且這樣的不同的光網路單元的廣播能夠是同時進行的。

圖8示出了圖3中的各個位置的波長組合示意圖。首先以下行爲例，來說明本圖，下行時，首先（a）處包含波長爲λ_1-λ_N的光信號，該光信號將經過波分複用器322傳至（b）處而無任何變化，然後由I1口出入至NxN的陣列波導光柵，其後各個波長的光傳輸至該波長相對應的光網路單元。而上行時，首先，光信號由光網路單元產生，各個光網路單元將包含λ_i和$\lambda_{i\text{-}int}$的光信號（其中，i爲各個光網路單元的序號）分別傳輸至NxN的陣列波導光柵的輸出端O1-ON，然後彙集後由I1口輸出至波分複用器WDM 322，在波分複用器322中，波長在第一波段C內的所有波長的光將從（a）處輸出，而波長在第二波段L內的所有波長的光將從（d）處輸出，然後經功率分配器1x（N-1）SC傳輸至NxN的陣列波導光柵的I2-IN的N-1個輸入端，根據圖6所示出的陣列，該光信號將被傳輸至除發出該光信號的光網路單元自身以外的所有的光網路單元，如此便實現了光網路單元間的相互通信。

根據本發明的方案，在不改變傳統的光線路終端的前提下僅透過改變遠端節點設備和光網路單元的結構實現了光網路單元僅透過遠端節點設備便能實現光網路單元間的相互通信，而且通信所用的光信號在這個過程中無需經過光電光的轉化過程，即不同的光網路單元之間的通信無需借助於光網路單元經過遠端節點至光線路終端的通信鏈路來完成，這樣便避免了幾十公里的傳輸距離帶來的延時；此外，整個通信過程中信號都是以光的形式存在的，而無

需經過光至電以及後續的電至光的轉化，這兩方面共同作用，從而實現了通信延時的大幅降低。

對於本領域具有通常知識者而言，顯然本發明不限於上述示範性實施例的細節，而且在不背離本發明的精神或基本特徵的情況下，能夠以其他的具體形式實現本發明。因此，無論如何來看，均應將實施例看作是示範性的，而且是非限制性的。此外，明顯的，“包括”一詞不排除其他元素和步驟，並且措辭“一個”不排除複數。裝置申請專利範圍中陳述的多個元件也可以由一個元件來實現。第一，第二等詞語用來表示名稱，而並不表示任何特定的順序。

【符號說明】

320：遠端節點設備

321：NxN 的陣列波導光柵

322：1x2 波分複用器

323：1x（N-1）的功率分配器

341：波分複用器

342：分光器

343：第一接收器

344：調製裝置

345：第二接收器

346：發送器

申請專利範圍

1. 一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的遠端節點設備（320），其中，該無源光網路包括光線路終端、該遠端節點設備和該光網路單元，該遠端節點設備包括：

NxN 的陣列波導光柵（321），其被構造爲接收該光網路單元的上行光並將其作爲第一光信號輸出，其中，該第一光信號包含在第一波段上的用於該光網路單元與該光線路終端間通信的第一部分和/或在第二波段上的用於該光網路單元間相互通信的第二部分，該第一波段不同於該第二波段；

1x2 的波分複用器（322），其被構造爲將該第一光信號按照所在波段分解爲該第一部分並將其傳輸至該光線路終端，和/或該第二部分並將其作爲第二光信號輸出；以及

1x（N-1）的功率分配器（323），其被構造爲將該第二光信號傳輸至該 NxN 的陣列波導光柵的除輸出該第一光信號的端子和用於連接光網路單元的端子之外的（N-1）個端子並透過該 NxN 的陣列波導光柵傳輸至相應的光網路單元。

2. 一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的光網路單元，包括：

波分複用器（341），其具有一個輸入端和第一、第二輸出端，且用於將從該輸入端所接收的包含在第一波段

上的第一光信號和在第二波段上的第二光信號的光信號分爲從該第一輸出端輸出的該第一光信號和從該第二輸出端輸出的該第二光信號；

分光器（342），其輸入端與該第一輸出端相連接，用於將該第一光信號分爲包含同樣資訊的第三光信號和第四光信號；

第一接收器（343），其與該分光器相連接，用於從該分光器接收第三光信號並接收其中的下行資料；

調製裝置（344），其與該分光器相連接，用於對該第四光信號進行反射和調製，以發送在該第一波段上的上行資料；

發送器（346），用於透過該波分複用器發送在第二波段上的用於光網路單元間相互通信的光信號；以及

第二接收器（345），用於從該波分複用器接收第二光信號並接收其中的下行資料，

其中，該第一波段不同於該第二波段。

3. 根據申請專利範圍第 2 項所述的光網路單元，其中，該調製裝置爲發射式調製器，用於對該第四光信號進行反射和調製，以發送在該第一波段上的上行資料。

4. 根據申請專利範圍第 2 項所述的光網路單元，其中，該光網路單元爲無線通信網中的基站。

5. 一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的光網路傳輸系統，包括根據申請專利範圍第 1 項所述的遠端節點設備、根據申請專利範圍第 2 至 4 項中任一項所

述的光網路單元以及與該遠端節電設備相連接的光線路終端。

6. 根據申請專利範圍第 5 項所述的光網路傳輸系統，其中，該用於光網路單元間相互通信的光網路單元中的每個均使用在該第一波段上的唯一的波長和在該第二波段上的唯一的波長。

7. 根據申請專利範圍第 6 項所述的光網路傳輸系統，其中，該用於光網路單元間相互通信的光網路單元中的每個均使用在該第一波段上的唯一的波長之間和在該第二波段上的唯一的波長之間均相距 100GHz。

8. 一種在無源光網路中用於光網路單元間相互通信的方法，包括：

a. 遠端節點設備中的 NxN 的陣列波導光柵從與之連接的至多爲 N 個光網路單元中的一個或多個光網路單元接收包含在第一波段上的第一部分和在第二波段上的第二部分的光信號並將該光信號傳輸至該遠端節點設備中的波分複用器；

b. 該波分複用器將該光信號分爲該第一部分和該第二部分，且將該第一部分傳輸至與該遠端節點設備相連接的光線路終端，將該第二部分傳輸至該遠端節點設備中的功率分配器；

c. 該功率分配器將該第二部分均分爲 N-1 個具有相同內容的部分並分別傳輸至該 NxN 的陣列波導光柵；以及

d. 該 N×N 的陣列波導光柵將該第二部分分配至相應的光網路單元，

其中，該第一波段不同於該第二波段。

圖 式

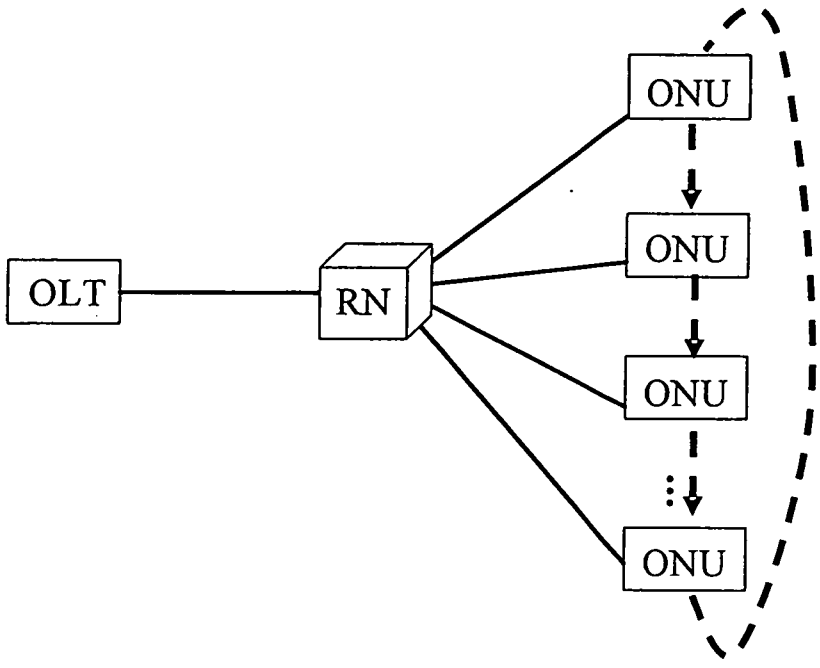

圖 1 (a)

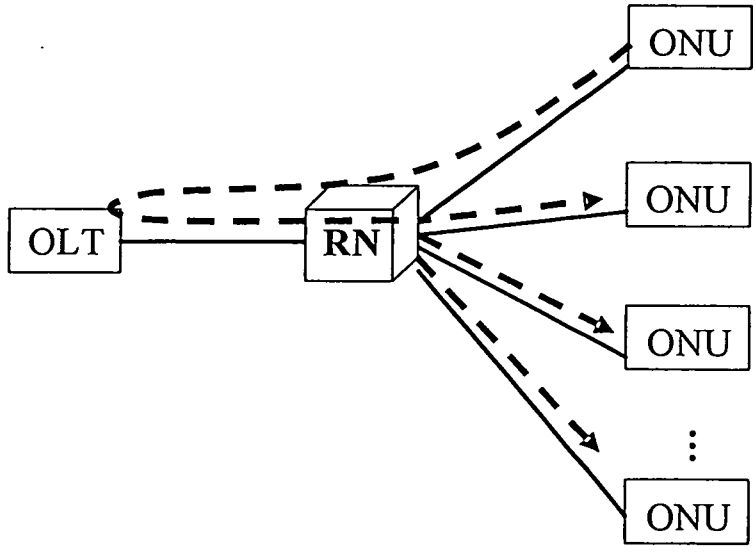

圖 1 (b)

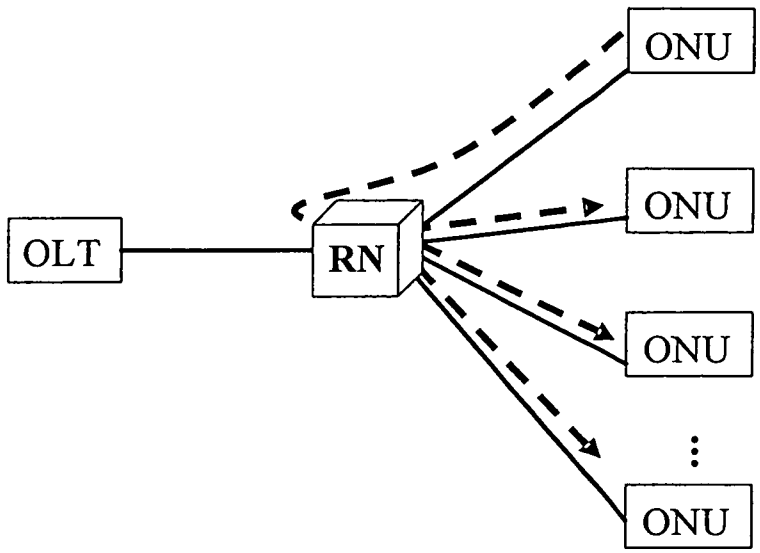
ONU
ONU
ONU
ONU
OLT
RN

圖 2

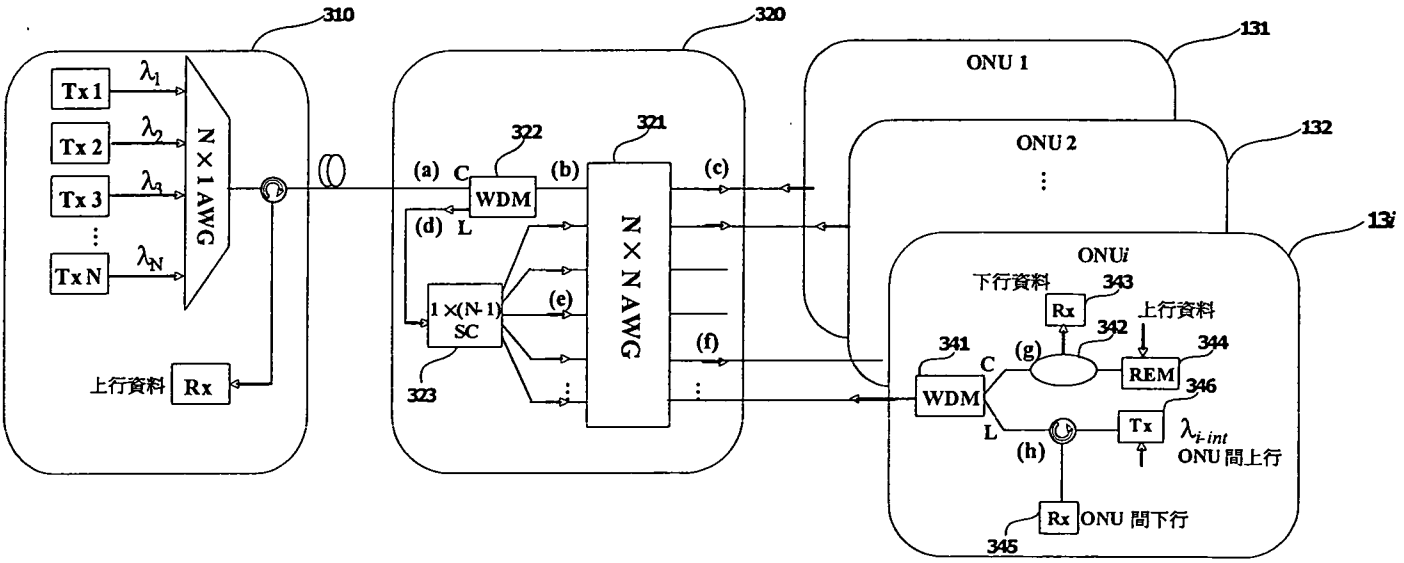
310
320
131
132
13i
ONU 1
ONU 2
ONUi
Tx 1
Tx 2
Tx 3
Tx N
N×1AWG
上行資料
Rx
322
321
(a) C
WDM
(b)
(c)
(d) L
1×(N-1) SC
323
(e)
(f)
N×N AWG
下行資料
343
Rx
上行資料
342
341
(g)
344
C
REM
WDM
346
L
(h)
Tx
λi-int
ONU 間上行
Rx
ONU 間下行
345

圖 3

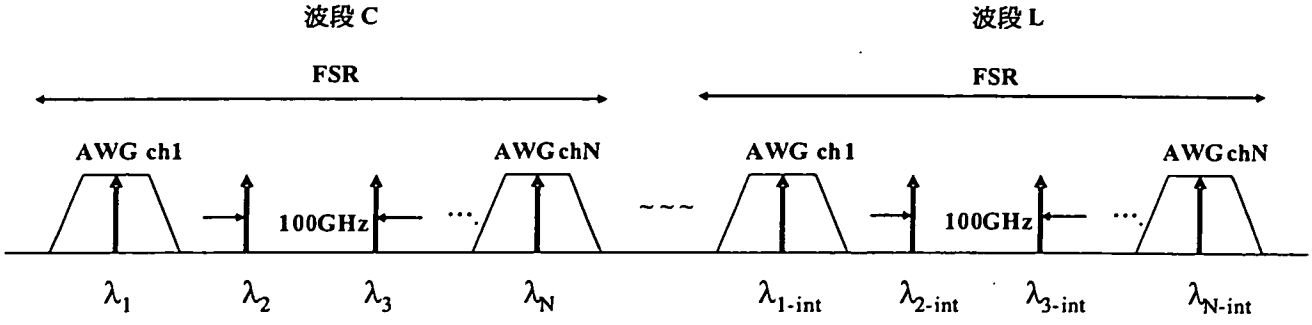

圖 4

ONU	1	2	3	…	N
DS/US	λ_1	λ_2	λ_3	…	λ_N
Inter-ONU	$\lambda_{1\text{-int}}$	$\lambda_{2\text{-int}}$	$\lambda_{3\text{-int}}$	…	$\lambda_{N\text{-int}}$

圖 5

I/O	O 1	O 2	O 3	…	O (N-1)	O (N)
I 1	λ_1	λ_2	λ_3		λ_{N-1}	λ_N
I 2	λ_2	λ_3	λ_4		λ_N	λ_1
I 3	λ_3	λ_4	λ_5		λ_1	λ_2
…						
I (N-1)	λ_{N-1}	λ_N	λ_1		λ_{N-3}	λ_{N-2}
I (N)	λ_N	λ_1	λ_2		λ_{N-2}	λ_{N-1}

圖 6

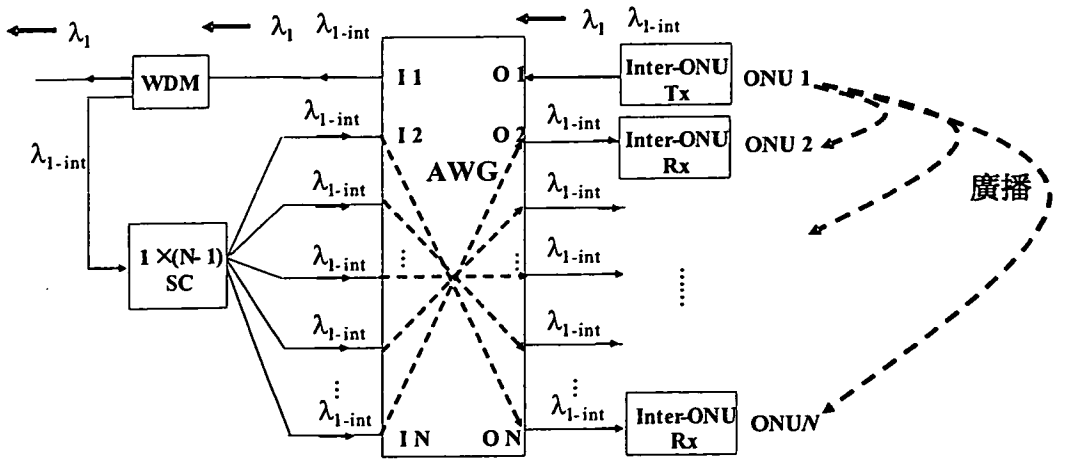

圖 7

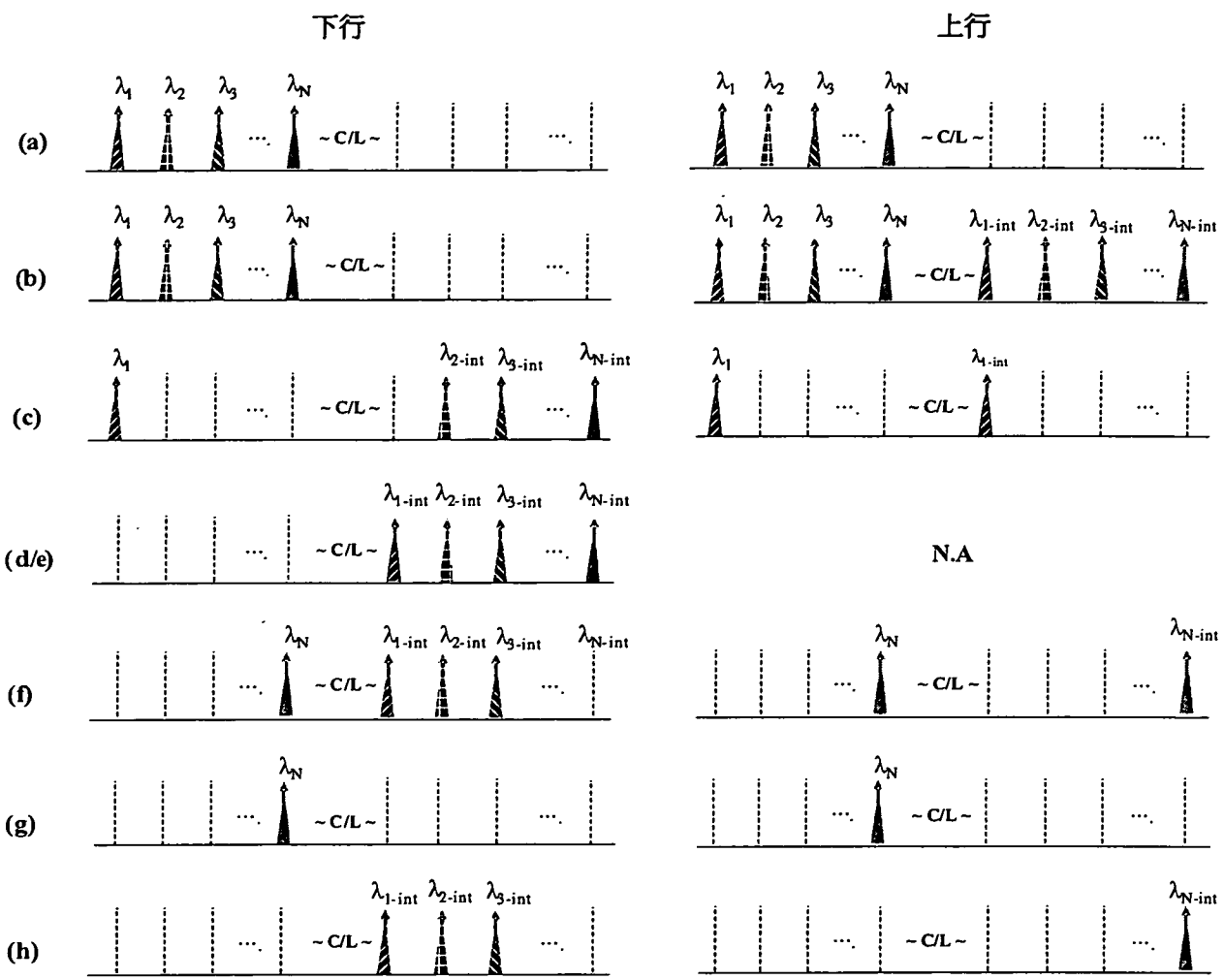

圖 8