



(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 I493900 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 21 日

(21) 申請案號：102115374

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 30 日

(51) Int. Cl. : **H04B10/572 (2013.01)**

(30) 優先權：2012/05/23 世界智慧財產權組織 PCT/CN2012/075921

(71) 申請人：華為技術有限公司 (中國大陸) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
中國大陸

(72) 發明人：高波 GAO, BO (CN)；高建河 GAO, JIANHE (CN)

(74) 代理人：洪澄文

(56) 參考文獻：

TW 201138353A1

CN 1925370A

審查人員：尤淑佩

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：11 共 59 頁

(54) 名稱

多波長無源光網路的波長切換方法、系統和裝置

(57) 摘要

本申請提供一種多波長無源光網路的波長切換方法，包括：在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。本申請還提供一種多波長無源光網路系統及其波長切換裝置。

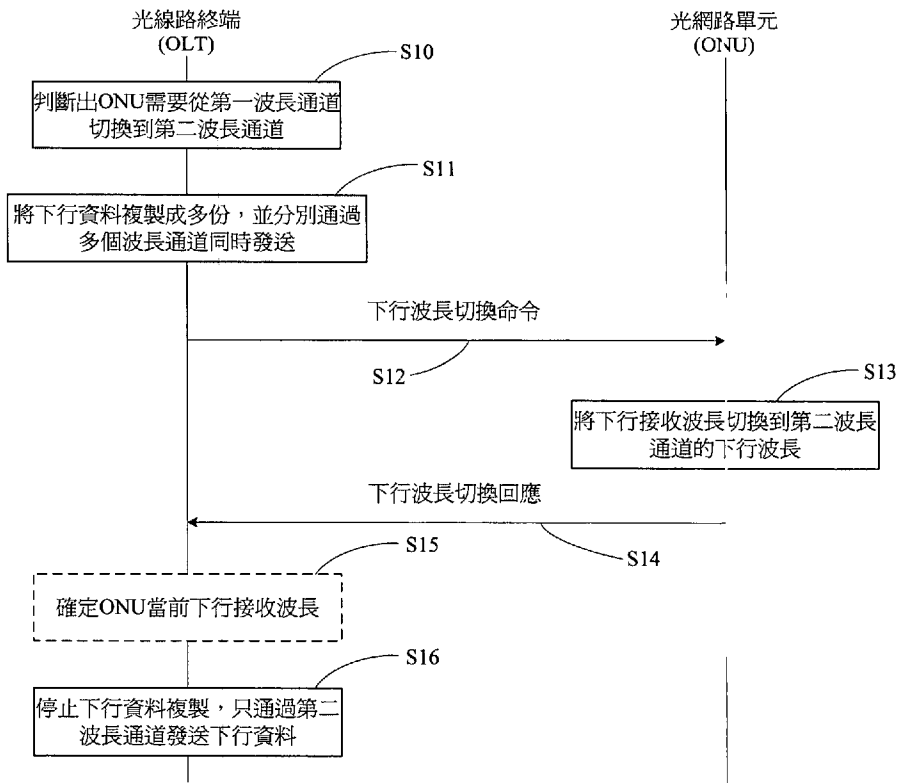
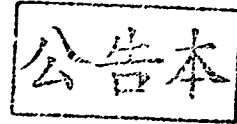


圖 3

發明摘要



※ 申請案號：102115374

※ 申請日：102. 4. 30

※IPC 分類：H04B 10/572 (2013.01)

【發明名稱】(中文/英文)

多波長無源光網路的波長切換方法、系統和裝置

【中文】

本申請提供一種多波長無源光網路的波長切換方法，包括：在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。本申請還提供一種多波長無源光網路系統及其波長切換裝置。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：無。

【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)

多波長無源光網路的波長切換方法、系統和裝置

【技術領域】

【0001】 本申請主要有關光通信技術，特別地，有關一種多波長無源光網路(Passive Optical Network, PON)的波長切換方法、系統和裝置。

【先前技術】

【0002】 無源光網路(PON)技術是目前一種主要的寬帶接入技術。傳統的 PON 系統是一種基於時分複用(Time Division Multiplexing, TDM)機制的點到多點網路系統，請參閱圖 1，通常 PON 系統包括位於局側的光線路終端(Optical Line Terminal, OLT)、位於用戶側的多個光網路單元(Optical Network Unit, ONU)以及連接在上述 OLT 和 ONU 之間的光分配網路(Optical Distributing Network, ODN)。其中，上述 ODN 用於分發或複用 OLT 和 ONU 之間的資料信號，以使上述多個 ONU 可以共用光傳輸通道。在上述基於 TDM 機制的 PON 系統中，從 OLT 到 ONU 的方向稱為下行，由 OLT 按照 TDM 方式將下行資料流程廣播到所有 ONU，各個 ONU 只接收帶有自身標識的資料；從 ONU 到 OLT 的方向為上行，由於各個 ONU 共用光傳輸通道，為了保證各個 ONU 的上行資料不發生衝突，上述 PON 系統在上行方向採用時分多址(Time Division Multiple Access, TDMA)方式，即由 OLT 為每個 ONU 分配時隙，各個 ONU 嚴

格按照上述 OLT 分配的時隙發送上行資料。

【0003】 不過，由於上述 PON 系統採用 TDM 機制，受 TDM 機制的時分特性的影響，上述 PON 系統的用戶可用帶寬通常會受到限制，且另一方面又無法有效利用光纖自身的可用帶寬，因此無法滿足不斷出現的寬帶網路應用業務的需求。為解決上述問題，同時考慮相容現有的 PON 系統，業界提出了融合波分複用(Wavelength Division Multiplexing, WDM)技術和 TDM 技術的混合 PON 系統，在上述混合 PON 中，局端 OLT 與用戶側 ONU 之間採用多個波長通道進行資料收發，即上述混合 PON 系統是一種多波長的 PON 系統。

【0004】 在上述混合 PON 系統中，每個 ONU 分別工作在其中一個波長通道，在下行方向，上述 OLT 採用每一個波長通道分別對應的下行波長將下行資料廣播給工作在上述波長通道的多個 ONU；而在上行方向，每一個波長通道的 ONU 可以在上述 OLT 分配的時隙中採用該波長通道的上行波長向上述 OLT 發送上行資料。並且，上述 ONU 上行發射波長和下行接收波長是可以動態調整的，當上述上行發射波長和下行接收波長調整到某個波長通道的上下行波長時，上述 ONU 便可以分別工作在上述波長通道。在實際工作中，為實現上述混合 PON 系統各個波長通道之間的負載均衡(Load Balance)，OLT 在 ONU 的工作過程中可能需要指令 ONU 進行波長切換，比如，當波長通道 A 的負載過大而波長通道 B 空閒時，上述 OLT 可以通過波長切換指令控制原來工作在上述波長通道 A 的部分 ONU 通過調整其上行發射波長和下行接收波長的方式切換到

上述波長通道 B。

【0005】 不過，在上述混合 PON 系統中，在進行某一個 ONU 的波長切換過程中，上述 OLT 通常需要先將發送給上述 ONU 的下行資料緩存起來，並暫停對上述 ONU 的上行帶寬授權，同時上述 ONU 也需要將發送給上述 OLT 的上行資料緩存起來；直到波長切換完成之後，上述 OLT 和 ONU 才恢復正常業務通信，進行上下行資料的收發。也就是說，在上述波長切換過程中上述 OLT 和 ONU 之間的業務處於中斷狀態，由於通常波長切換過程需要持續幾百毫秒至幾秒，採用上述波長切換方法會降低用戶對於語音、視頻等即時業務的用戶體驗，在出現流量擁塞或出現突發時，還可能會導致資料丟包，從而影響業務質量。

【發明內容】

【0006】 針對上述問題，本申請提供一種可以有效降低多波長 PON 系統在 ONU 波長切換過程中對業務影響的波長切換方法，以提高業務質量、改善業務質量。並且，基於上述波長切換方法，本申請還提供一種多波長 PON 系統及其波長切換裝置。

【0007】 一種多波長 PON 的波長切換方法，包括：在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其

下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。

【0008】 一種多波長 PON 的波長切換裝置，包括：資料處理模組，用於在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份；發送模組，用於分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；控制模組，用於控制上述發送模組向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，控制上述資料處理模組停止下行資料複製，並控制上述發送模組只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。

【0009】 一種多波長 PON 系統，具有 M 個波長通道， M 大於 1，上述多波長無源光網路系統包括至少一個光線路終端、多個光網路單元和光分配網路，其中上述光線路終端通過上述光分配網路連接到上述多個光網路單元；上述光線路終端，用於在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元；並向

上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；並且，在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。

【0010】 在本申請提供的多波長 PON 的波長切換方法、系統和裝置中，由於在上述光網路單元在進行波長通道切換之前，上述光線路終端將下行資料進行複製並分別通過多個波長通道同時發送上述下行資料，從而保證上述光網路單元在波長通道切換過程中不管其當前下行接收波長處於哪個波長狀態都可以從相應的波長通道接收到上述下行資料，因此，即使上述波長切換過程需要持續相對較長的時間段，採用本申請提供的技術方案仍可以有效保證在波長通道切換過程中下行業務暢通，即避免下行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，從而提高用戶對於語音、視頻等即時業務的用戶體驗，有效減小資料丟包，保證業務質量。

【圖式簡單說明】

【0011】

爲了更清楚地說明本發明實施例或現有技術中的技術方案，下面將對實施例中所需要使用的附圖作簡單地介紹，顯而易見地，下面描述中的附圖僅僅是本發明的一些實施例，對於本領域普通技術人員來講，在不付出創造性勞動的前提下，還可以根據這些附圖獲得其他的附圖。

圖 1 是一種基於時分複用機制的無源光網路系統的網路架

構示意圖。

圖2是本申請提供的多波長無源光網路系統一種實施例的網路架構示意圖。

圖3是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第一種實施例的流程圖。

圖4是圖3所示的多波長無源光網路的波長切換方法中用於承載波長切換命令的PLOAM消息的消息格式示意圖。

圖5是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第二種實施例的流程圖。

圖6是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第三種實施例的流程圖。

圖7是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第四種實施例的流程圖。

圖8是圖7所示的多波長無源光網路的波長切換方法中用於承載下行資料和下行發射波長資訊的EPON幀的幀結構示意圖。

圖9是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第五種實施例的流程圖。

圖10是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換方法第六種實施例的流程圖。

圖11是本申請提供的多波長無源光網路的波長切換裝置一種實施例的結構示意圖。

【實施方式】

【0012】 下面將結合本發明實施例中的附圖，對本發明實

施例中的技術方案進行清楚、完整地描述，顯然，所描述的實施例僅僅是本發明一部分實施例，而不是全部的實施例。基於本發明中的實施例，本領域普通技術人員在沒有做出創造性勞動前提下所獲得的所有其他實施例，都屬於本發明保護的範圍。

【0013】 請參閱圖 2，本申請一種實施例提供的多波長無源光網路(Multiple Wavelength PON, MW PON)系統的網路架構示意圖。上述多波長無源光網路系統 100 包括至少一個光線路終端(OLT) 110、多個光網路單元(ONU)120 和一個光分配網路(ODN)130，其中，上述光線路終端 110 通過上述光分配網路 130 以點到多點的方式連接到上述多個光網路單元 120，其中上述多個光網路單元 120 共用上述光分配網路 130 的光傳輸介質。上述光分配網路 130 可以包括主幹光纖 131、光功率分路模組 132 和多個分支光纖 133，其中上述光功率分路模組 132 可以設置在遠端節點(Remote Node, RN)，其一方面通過上述主幹光纖 131 連接到上述光線路終端 110，另一方面通過上述多個分支光纖 133 分別連接至上述多個光網路單元 120。

【0014】 在上述多波長無源光網路系統 100 中，上述光線路終端 110 和上述多個光網路單元 120 之間的通信鏈路可以包括多個波長通道，上述多個波長通道通過波分複用(WDM)方式共用上述光分配網路 130 的光傳輸介質。每個光網路單元 120 可以工作在上述多波長無源光網路系統 100 的其中一個波長通道，且每個波長通道可以承載一個或多個光網路單元 120 的業務。並且，工作在同一個波長通道的光網路單元 120 可以通過

時分複用(TDM)方式共用上述波長通道。在本實施例中，如圖 2 所示，以上述多波長無源光網路系統 100 具有四個波長通道為例進行介紹，應當理解，在實際應用時，上述多波長無源光網路系統 100 的波長通道的數量還可以根據網路需要而定。

【0015】 為便於描述，在本實施例中將上述多波長無源光網路系統 100 的四個波長通道分別命名為波長通道 1、波長通道 2、波長通道 3 和波長通道 4，其中每個波長通道分別採用一對上下行波長，比如，上述波長通道 1 的上行波長和下行波長可以分別為 λ_{u1} 和 λ_{d1} ，上述波長通道 2 的上行波長和下行波長可以分別為 λ_{u2} 和 λ_{d2} ，上述波長通道 3 的上行波長和下行波長可以分別為 λ_{u3} 和 λ_{d3} ，上述波長通道 4 的上行波長和下行波長可以分別為 λ_{u4} 和 λ_{d4} 。每個波長通道可以分別具有對應的波長通道標識(比如，上述四個波長通道的通道號可以分別為 1、2、3、4)，即上述波長通道標識與其標識的波長通道的上下行波長具有匹配關係，上述光線路終端 110 和上述光網路單元 120 可以根據上述波長通道標識獲悉上述波長通道的上行波長和下行波長。並且，在具體實施例中，上述波長通道 1、波長通道 2、波長通道 3 和波長通道 4 的上行波長 $\lambda_{u1}\sim\lambda_{u4}$ 可以滿足 $\lambda_{u1}<\lambda_{u2}<\lambda_{u3}<\lambda_{u4}$ ，同理，其下行波長 $\lambda_{d1}\sim\lambda_{d4}$ 可以滿足 $\lambda_{d1}<\lambda_{d2}<\lambda_{d3}<\lambda_{d4}$ 。

【0016】 在一種實施例中，上述光線路終端 110 可以包括光耦合器 111、第一波分複用器 112、第二波分複用器 113、多個下行光發射器 $Tx1\sim Tx4$ 、多個上行光接收器 $Rx1\sim Rx4$ 和處理模組 114。其中，上述多個下行光發射器 $Tx1\sim Tx4$ 通過上述第

一波分複用器 112 連接到上述光耦合器 111，上述多個上行光接收器 Rx1~Rx4 通過上述第二波分複用器 113 連接到上述光耦合器 111，上述耦合器 111 進一步連接到上述光分配網路 130 的主幹光纖 131。

【0017】 上述多個下行光發射器 Tx1~Tx4 的發射波長各不相同，其中，每一個下行光發射器 Tx1~Tx4 可以分別對應上述多波長無源光網路系統 100 的其中一個波長通道，比如上述多個下行光發射器 Tx1~Tx4 的發射波長可以分別 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 。上述下行光發射器 Tx1~Tx4 可以分別利用其發射波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 將下行資料發射到對應的波長通道，以便被工作在上述波長通道的光網路 120 所接收。相對應地，上述多個上行光接收器 Rx1~Rx4 的接收波長可以各不相同，其中每一個上行光接收器 Rx1~Rx4 同樣分別對應上述多波長無源光網路系統 100 的其中一個波長通道，比如，上述多個上行光接收器 Rx1~Rx4 的接收波長可以分別 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 。上述上行光接收器 Rx1~Rx4 可以分別利用其接收波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 接收工作在對應波長通道的光網路單元 120 發送的上行資料。

【0018】 上述第一波分複用器 112 用於將上述多個下行光發射器 Tx1~Tx4 發射的波長分別為 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 的下行資料進行波分複用處理，並通過上述光耦合器 111 發送到上述光分配網路 130 的主幹光纖 131，以通過上述光分配網路 130 將上述下行資料提供給上述光網路單元。並且，上述光耦合器 111 還可以用於將來自上述多個光網路單元 120 且波長分別為 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行資料提供給上述第二波分複用器 113，上述第二波分複用

器 113 可以將上述波長分別為 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行資料解複用到上述上行光接收器 Rx1~Rx4 進行資料接收。

【0019】 上述處理模組 114 可以為媒介接入控制(Media Access Control, MAC)模組，其一方面可以通過波長協商為上述多個光網路單元 120 指定工作波長通道，並根據某個光網路單元 120 的工作波長通道，將待發送給上述光網路單元 120 的下行資料提供給與上述波長通道相對應的下行光發射器，以便上述下行光發射器將上述下行資料發射到上述波長通道，另一方面，上述處理模組 114 還可以對各個波長通道進行上行發送的動態帶寬分配(Dynamic Bandwidth Allocation, DBA)，給通過 TDM 方式複用到同一個波長通道的光網路單元 120 分配上行發送時隙，以授權上述光網路單元 120 在指定的時隙通過其對應的波長通道發送上行資料。

【0020】 每個光網路單元 120 的上行發射波長和下行接收波長是可調的，上述光網路單元 120 可以跟根據上述光線路終端 110 指定的波長通道將其自身的上行發射波長和下行接收波長分別調整到上述波長通道的上行波長和下行波長，從而實現通過上述波長通道進行上下行資料的發送和接收。比如，如果上述光線路終端 110 在波長協商過程中指示某一個光網路單元 120 工作到波長通道 1，上述光網路單元 120 可以將其自身的上行發射波長和下行接收波長分別調整到第一上行波長 λ_{u1} 和第一下行波長 λ_{d1} ；如果上述光線路終端 110 指示上述光網路單元 120 工作到波長通道 3，上述光網路單元 120 可以將其自身的上行發射波長和下行接收波長分別調整到第三上行波長

λ_{u3} 和第一下行波長 λ_{d3} 。

【0021】 在具體實施例中，上述光網路單元 120 可以包括光耦合器 121、下行光接收器 122、上行光發射器 123 和處理模組 124。其中，上述下行光接收器 122 和上述上行光發射器 123 通過上述光耦合器 121 連接到上述光網路單元 120 對應的分支光纖。上述光耦合器 121 可以一方面將上述上行光發射器 123 發送的上行資料提供到上述光分配網路 130 的分支光纖，以通過上述光分配網路 130 發送給上述光線路終端 110；另一方面，上述光耦合器 121 還可以將上述光線路終端 110 通過上述光分配網路 130 發送的下行資料提供給上述下行光接收器 122 進行資料接收。

【0022】 上述處理模組 124 可以是 MAC 模組，其可以與上述光線路終端 110 進行波長協商，並根據上述光線路終端 110 指定的波長通道，調整上述下行光接收器 122 的接收波長和上述上行光發射器 123 的發射波長(即調整上述光網路單元 120 的下行接收波長和上行發射波長)，以使得上述光網路單元 120 工作在上述光線路終端 110 指定的波長通道；另外，上述處理模組 124 還可以根據上述光線路終端 110 的動態帶寬分配結果，控制上述上行光發射器 123 在指定的時隙發送上行資料。

【0023】 當上述多波長無源光網路系統 100 運行時，如果上線的光網路單元 120 數量較多，一種較為理想情況是分別有部分光網路單元 120 工作在上述波長通道 1、部分工作在上述波長通道 2、部分工作在上述波長通道 3、部分工作在上述波長通道 4，並且各個波長通道的光網路單元 120 的數量基本相

等。不過，在實際工作中，由於用戶動態上下線等原因，每個波長通道的光網路單元 120 的數量可能是不同的，比如有可能出現某一個波長通道的光網路單元 120 的數量較多，且另一個或多個波長通道的光網路單元 120 的數量較少甚至出現沒有光網路單元 120 使用的波長通道，即出現波長通道的負載不均衡。在這種情況下，較多光網路單元 120 使用的波長通道的負載較重，由於工作在同一個波長通道的光網路單元 120 採用 TDM 方式進行業務複用，當某一個波長通道的負載過重時可能會出現帶寬不足而影響上述光網路單元 120 的正常業務。

【0024】 為實現負載均衡，上述多波長無源光網路系統 100 可以採用本申請給個實施例提供的波長切換方法，在出現波長通道負載不均衡時，上述光線路終端 110 可以通過指示其中部分光網路單元 120 進行波長切換，使得此部分光網路單元 120 切換到負載較輕的波長通道或者空閒的波長通道，從而避免由於某個波長通道的負載過重而影響正常業務。

【0025】 在具體實施例中，上述多波長無源光網路 100 的波長通道切換可以僅有關上述光網路單元 120 的下行接收波長切換或者上行發射波長切換，可替代地，上述多波長無源光網路 100 的波長通道切換波長通道切換也可以同時包括上述光網路單元 120 的下行接收波長的切換和上行發射波長切換。

【0026】 實施例一

圖 3 為本申請一種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖。上述波長切換方法主要有關上述光網路單元 120 的下行接收波長切換，其除了實現下行負載均衡以外，

還可以有效避免上述光網路單元 120 在下行接收波長切換過程中出現下行業務中斷，請參閱圖 3，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S10，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0027】 在上述光線路終端 110 可以即時檢測上述多波長無源光網路 100 的各個波長通道的上下行業務負載情況，當檢測出上述多波長無源光網路 100 出現波長通道負載不均衡時，比如，當波長通道 1 下行負載過重，波長通道 3 下行負載較輕，而波長通道 2 和 4 下行負載正常時，上述光線路終端 110 可以判斷出需要指示原來工作在上述波長通道 1 的部分光網路單元 120 切換到上述波長通道 3 進行下行業務接收，即此時上述光線路終端 110 可以判斷出需要指示此部分光網路單元 120 將其下行接收波長從上述波長通道 1 的下行波長 λ_{d1} 切換到上述波長通道 3 的下行波長 λ_{d3} 。

【0028】 應當理解，上述根據波長通道的負載情況來判斷是否需要指示光網路單元 120 進行波長切換只是為了實現負載均衡需求的一種判斷依據，在具體實施例中，上述光線路終端 110 還可以出於節能或者光收發器件更換的需求，來判斷是否需要指示上述光網路單元 120 進行波長切換。

【0029】 比如，當上述光線路終端 110 檢測出其中只有極少數光網路單元 120 工作在某個波長通道，而其他波長通道仍具有帶寬資源時，基於節能需求考慮，上述光線路終端 110 可以判斷出需要指示上述光網路單元 120 從原波長通道切換到上

述具有帶寬資源的波長通道，並關閉原波長通道從而減低上述多波長無源光網路系統 100 的整體功耗，實現節能。

【0030】 可替代地，當上述光線路終端 110 檢測出某個光收發器件(比如下行光發射器或上行光接收器)出現故障或者性能劣化時，可以判斷出需要指示原工作在上述光收發器件對應波長通道的光網路單元 120 切換到其他波長通道進行業務收發，以避免由於上述光收發器件故障或性能劣化影響正常業務員，並且由此維護人員便可對上述出現故障或性能下降的光收發器件進行更換，另外，在完成器件更換之後，上述光線路終端 100 還可以根據需要指示上述光網路單元 120 切換回原來的工作通道。

【0031】 步驟 S11，上述光線路終端 110 將原準備通過第一波長通道發送給上述光網路單元 120 的下行資料進行複製，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道同時發送上述下行資料。

【0032】 具體而言，上述光線路終端 110 在指示上述光網路單元 120 進行波長切換之前，可以先對待發送給上述光網路單元 120 的下行資料複製成多份，並分別將上述多份下行資料調製到多個下行光發射器 Tx1~Tx4 的輸出光進行發送，以實現通過多個波長通道向上述光網路單元 120 發送下行資料。

【0033】 在一種實施例中，上述多個波長通道可以是上述多波長無源光網路 100 的所有波長通道，即波長通道 1~波長通道 4，比如，上述光線路終端 110 可以將上述下行資料複製成四份並分別調製到上述下行光發射器 Tx1~Tx4 提供的波長

分別為 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 的輸出光，從而實現通過波長通道 1~波長通道 4 同時向上述光網路單元 120 發送上述下行資料。在具體實施例中，上述光網路單元 120 進行波長切換過程中，通常是通過溫控或者電控的方式將其下行接收波長從原波長通道(即上述第一波長通道)的下行波長逐漸調整到目標波長通道(即上述第二波長通道)的下行波長，因此上述波長調整過程是一個相對較為緩慢的過程，其需要經歷一定的時間段。雖然在該時間段內上述光網路單元 120 的下行接收波長需要經歷不同的波長值，但由於上述光線路終端 110 發送的下行資料承載在上述多波長無源光網路系統 100 的所有波長通道，因此在某個時刻無論上述光網路單元 120 的下行接收波長被調整到那個波長值，都可以從當前波長值所對應的波長通道接收到上述下行資料，從而保證在波長通道切換過程中下行業務暢通。

【0034】 在另一種實施例中，上述多個波長通道也可以僅包括與上述波長通道切換相關的波長通道，其中，上述與波長通道切換相關的波長通道可以是從原波長通道(即上述第一波長通道)的下行波長切換到目標波長通道(即上述第二波長通道)的下行波長過程中需要經歷多個下行波長值所對應的波長通道。舉例來說，假設作為原波長的通道的第一波長通道為波長通道 1，而作為目標波長通道的第二波長通道為波長通道 3，由於上述波長通道 1~波長通道 4 的下行波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 滿足 $\lambda_{d1} < \lambda_{d2} < \lambda_{d3} < \lambda_{d4}$ ，因此上述光網路單元 120 在將其下行接收波長從上述波長通道 1 的下行波長 λ_{d1} 調整到上述波長通道 3 的下行波長 λ_{d3} 過程中，上述光網路單元 120 的下行接收波長

需要經過 λ_{d1} 、 λ_{d2} 和 λ_{d3} 三個相關波長值，在這種情況下，上述與波長通道切換相關的多個波長通道便包括下行發射波長分別為 λ_{d1} 、 λ_{d2} 和 λ_{d3} 的波長通道 1~波長通道 3。

【0035】 步驟 S12，上述光線路終端 110 向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令，上述波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行下行業務接收。

【0036】 具體而言，上述下行波長切換命令可以包括上述光網路單元 120 需要切換到的目標波長通道(即上述第二波長通道)的通道標識資訊或者上述光網路單元 120 需要切換到的目標下行接收波長(即上述第二波長通道的下行波長)。另外，上述下行波長切換命令也可以承載有波長切換類型資訊，用於指示上述光網路單元 120 進行下行接收波長切換。

【0037】 在具體實施例中，上述光線路終端 110 可以通過物理層操作管理和維護 (Physical Layer Operations, Administration and Maintenance, PLOAM)消息、光網路終端管理和控制介面 (ONT Management and Control Interface, OMCI) 消息、多點控制協定 (Multi-Point Control Protocol, MPCP)消息或者操作管理和維護 (Operation Administration and Maintenance, OAM)消息來承載上述下行波長切換命令，具體消息格式如欄位元元取值和欄位長度可以根據實際需要而定；當然，在其他替代實施例中，上述光線路終端 110 也可以通過新定義的消息來承載上述下行波長切換命令。

【0038】 以採用 PLOAM 消息來承載上述下行波長切換命令為例，請參閱圖 4，其為 PLOAM 消息的消息格式示意圖，

上述 PLOAM 消息通常包括光網路單元標識(ONU ID)欄位元元、消息標識(Message ID)欄位、序列號(Sequence No)欄位、資料(Data)欄位和完整性檢查(Integrity Check)欄位。在本實施例中，上述波長切換類型資訊以及目標波長通道的標識資訊或者目標下行接收波長資訊等波長切換相關資訊可以承載在上述 PLOAM 消息的資料欄位元元，比如，上述波長切換命令可以採用如下表所示格式：

位元組(Octet)	內容(Cotent)	描述(Description)
1-2	ONU 標識(ONU ID)	執行波長通道切換的光網路單元的標識
3	消息標識 (Message ID)	0xA9，表示該消息類型為波長切換命令
4	序列號(Sequence No)	0x11，與波長切換回應的命令匹配
5-40	數據(Data)	承載波長切換相關資訊，空閒比特默認填 0
41-48	消息完整性檢查(MIC)	

【0039】 步驟 S13，上述光網路單元 120 根據上述下行波長切換命令的指示，將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長。

【0040】 具體而言，上述光網路單元 120 在接收到上述光線路終端 110 發來的下行波長切換命令之後，可以從上述下行波長切換命令承載的波長切換相關資訊獲知上述光線路終端 110 指定其需要切換到上述第二波長通道，因此，便控制其下行光接收器 122 將其下行接收波長從上述第一波長通道的下行波長調整到上述第二波長通道的下行波長。

【0041】 並且，上述光網路單元 120 在波長通道切換過程中，可以根據其在當前時刻的下行接收波長，從對應的波長通

道接收上述光線路終端 110 發送的下行資料。具體而言，由於上述光線路終端 110 將下行資料同時承載在上述多個波長通道進行發送，因此，上述光網路單元 120 在波長切換過程中，不管上述光網路單元 120 在某個時刻其當前下行接收波長處於哪個波長值，其都可以通過與當前下行接收波長相對應的波長通道從上述光線路終端 110 接收到下行資料，從而避免在波長切換過程中出現下行業務中斷。

【0042】 步驟 S14，上述光網路單元 120 向上述光線路終端 110 返回下行波長切換回應，告知下行波長切換是否成功。

【0043】 具體而言，在上述光網路單元 120 的下行接收波長調整完成之後，其可以通過向上述光線路終端 110 返回下行波長切換回應，來向上述光線路終端 110 上報波長切換結果。在具體實施例中，可選地，上述下行波長切換回應可以包括上述光網路單元 120 在執行波長切換之後調整到的下行接收波長。

【0044】 在具體實施例中，與上述下行波長切換命令相類似，上述下行波長切換回應也可以通過 PLOAM 消息、OMCI 消息、MPCP 消息、OAM 消息或者其他新定義的消息進行承載。以採用 PLOAM 消息來承載上述下行波長切換回應為例，上述下行波長切換回應可以採用如下表所示格式：

位元組(Octet)	內容(Cotent)	描述(Description)
1-2	ONU 標識(ONU ID)	執行波長通道切換的光網路單元的標識
3	消息標識 (Message ID)	0xA2，表示該消息類型為波長切換回應

位元組(Octet)	內容(Cotent)	描述(Description)
4	序列號(Sequence No)	0x11，與波長切換命令的命令匹配
5	結果(Result)	波長切換執行結果：0 表示執行成功，其他值表示錯誤
6	下行接收波長 (Downstream Wavelength)	可選欄位，表示光網路單元在完成波長切換之後下行接收波長資訊
7-40	保留欄位(Reserve)	
41-48	消息完整性檢查(MIC)	

【0045】 步驟 S15，上述光線路終端 110 根據上述光網路單元 120 返回的下行波長切換回應，確定上述光網路單元 120 當前的下行接收波長。

【0046】 具體而言，上述光線路終端 110 在接收到上述光網路單元 120 返回的下行波長切換回應之後，如果上述下行波長切換回應包括有下行接收波長欄位，則上述光線路終端 110 可以從上述下行接收波長欄位獲取到上述光網路單元 120 在執行波長切換之後調整到的下行接收波長，即上述光網路單元 120 當前的下行接收波長。由於上述波長切換響應的下行接收波長欄位是可選欄位，因此，應當理解，步驟 S15 是可選的步驟，只有上述光網路單元 120 在上述下行波長切換回應中攜帶了其執行波長切換之後的下行接收波長資訊，上述光線路終端 110 才需要執行步驟 S15。

【0047】 並且，在具體實施例中，上述光線路終端 110 可以在本地維護有下行業務轉發表或者光網路單元與下行接收波長的資訊映射表，其中上述轉發表或資訊映射表可以包括多

個表項，每個表項分別包括光網路單元資訊欄位和下行接收波長欄位，用於表示上述多波長無源光網路系統 100 中各個光網路單元 120 與下行接收波長之間的對應關係。如果上述光線路終端 110 在本地維護有上述轉發表或映射表，在確定出上述光網路單元 120 在進行波長切換之後調整到的下行接收波長時，上述光線路終端 100 還可以進一步對上述轉發表或映射表的相關表項中的下行接收波長資訊欄位進行刷新。

【0048】 步驟 S16，上述光線路終端 110 停止下行資料的複製，只通過上述光網路單元 120 在波長通道切換之後工作在的第二波長通道發送下行資料。

【0049】 在通過上述下行波長切換回應獲知上述光網路單元 120 已經成功切換到上述第二波長通道之後，上述光線路終端 110 可以停止步驟 S11 中關於下行資料的複製，而僅是將上述下行資料調製到上述第二波長通道的下行波長，從而實現只通過上述第二波長通道向上述光網路單元 120 發送上述下行資料。

【0050】 在本申請實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法中，由於在上述光網路單元 120 在進行波長通道切換之前，上述光線路終端 110 將下行資料進行複製並分別通過多個波長通道同時發送上述下行資料，從而保證上述光網路單元 120 在波長通道切換過程中不管其當前下行接收波長處於哪個波長狀態都可以接收到上述下行資料，因此，即使上述波長切換過程需要持續相對較長的時間段，採用本申請實施例提供的波長切換方法可以有效保證在波長通道切換過程中下行業務

暢通，即避免下行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，從而提高用戶對於語音、視頻等即時業務的用戶體驗，有效減小資料丟包，保證業務質量。

【0051】 實施例二

本申請還提供另一種多波長無源光網路的波長切換方法，主要針對上述光網路單元 120 的上行發射波長切換，其除了實現上行負載均衡以外，還可以有效避免上述光網路單元 120 在上行接收波長切換過程中出現上行業務中斷。請參閱圖 5，其為本申請第二種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S20，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0052】 比如，在上述光線路終端 110 檢測到上述多波長無源光網路系統 100 的多個波長通道的負載不均衡，或者，上述光線路終端 110 出於節能需求，或者，上述光線路終端 110 發現其光收發器件出現故障或性能劣化時，可以判斷出需要指示相關的光網路單元 120 從原工作通道(即第一波長通道)切換到目標波長通道(即第二波長通道)。

【0053】 步驟 S21，上述光線路終端 110 更新針對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道為上述光網路單元 120 分配相同的上行發送時隙。

【0054】 具體而言，在上述光網路單元 120 進行波長切換之前，上述光線路終端 110 僅在上述光網路單元 120 工作的原

波長通道(即第一波長通道)進行帶寬授權，即根據在上述第一波長通道的業務情況進行動態帶寬分配(DBA)調度，給上述光網路單元 120 授權上行發送時隙。當上述光線路終端 110 判斷出上述光網路單元 120 進行波長切換時，其可以在向上述光網路單元 120 下達波長切換指示之前，在多個不同的波長通道分別給上述光網路單元 120 預留相同的時隙，以授權上述光網路單元 120 在波長通道切換過程中可以按照上述光網路單元 120 在當前時刻調整到的上行發射波長，通過相對應的波長通道向上述光線路終端 110 發送上行資料。

【0055】 在一種實施例中，上述多個波長通道可以是上述多波長無源光網路 100 的所有波長通道，即波長通道 1~波長通道 4。可替代地，在另一種實施例中，上述多個波長通道也可以僅包括與上述波長通道切換相關的波長通道，即從原波長通道(即上述第一波長通道)的上行波長切換到目標波長通道(即上述第二波長通道)的上行波長過程中需要經歷多個上行波長值所對應的波長通道。比如，假設上述第一波長通道為波長通道 4，而上述第二波長通道為波長通道 2，由於上述波長通道 1~波長通道 4 的下行波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 滿足 $\lambda_{u1} < \lambda_{u2} < \lambda_{u3} < \lambda_{u4}$ ，因此上述與波長通道切換相關的多個波長通道便包括上行分別為 λ_{u2} 、 λ_{u3} 和 λ_{u4} 的波長通道 2~波長通道 4。

【0056】 步驟 S22，上述光線路終端 110 向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令，上述上行波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行上行業務發送。

【0057】 具體而言，上述上行波長切換命令可以包括上述光網路單元 120 需要切換到的目標波長通道(即上述第二波長通道)的波長標識資訊或者上述光網路單元 120 需要切換到的目標上行發射波長(即上述第二波長通道的上行波長)。另外，上述波長切換命令也可以承載有波長切換類型資訊，用於指示上述光網路單元 120 進行上行發射波長切換。

【0058】 在具體實施例中，上述波長切換命令的也可以通過 PLOAM 消息、OMCI 消息、MPCP 消息、OAM 消息或者其他新定義的消息進行承載，上述波長切換命令的具體消息格式可以參照與實施例一的步驟 S12 中所描述的消息格式。

【0059】 步驟 S23，上述光網路單元 120 根據上述上行波長切換命令的指示，將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長。

【0060】 具體而言，上述光網路單元 120 在接收到上述光線路終端 110 發來的上行波長切換命令之後，可以從上述上行波長切換命令獲知上述光線路終端 110 指定其需要切換到上述第二波長通道進行上行業務發送，因此，上述光網路單元 120 便控制其上行光發射器 123 將其上行發射波長從上述第一波長通道的上行波長調整到上述第二波長通道的上行波長。並且，在波長切換過程中上述光網路單元 120 可以在上述光線路終端 110 授權的時隙利用當前上行發射波長所對應的波長通道向上述光線路終端 110 發送上行資料。具體而言，由於上述光線路終端 110 在上述多個波長通道為上述光網路單元 120 授權相同的上行發送時隙，因此，上述光網路單元 120 在上行波長切換

過程中，不管上述光網路單元 120 在某個時刻其上行發射波長處於哪個波長值，都可以通過與當前的上行發射波長相對應的波長通道向上述光線路終端 110 發送上行資料，從而避免在波長切換過程中出現上行業務中斷。

【0061】 步驟 S24，上述光網路單元 120 向上述光線路終端 110 返回上行波長切換回應，告知上行波長切換是否成功。

【0062】 在具體實施例中，上述上行波長切換回應同樣也可以通過 PLOAM 消息、OMCI 消息、MPCP 消息、OAM 消息或者其他新定義的消息進行承載，上述上行波長切換命令的具體消息格式可以參照與實施例一的步驟 S14 中所描述的消息格式，主要區別僅在於需要將步驟 S14 中的下行波長切換回應的下行接收波長欄位替換為上行發射波長欄位，並承載上述光網路單元 120 在完成波長通道切換之後的上行發射波長值。

【0063】 步驟 S25，上述光線路終端 110 根據上述光網路單元 120 返回的上行波長切換回應，確定上述光網路單元 120 當前的上行發射波長。

【0064】 具體而言，如果上述上行波長切換回應包括有上行發射波長欄位，上述光線路終端 110 可以從上述上行發射波長欄位獲取到上述光網路單元 120 在執行上行波長切換之後調整到的上行發射波長。由於上述波長切換響應的上行波長欄位是可選欄位，因此，步驟 S15 是可選的步驟。

【0065】 另外，與實施例一的步驟 S15 相類似，在步驟 S25 中，如果上述光線路終端 110 在本地維護有光網路單元與上行發射波長的資訊映射表，在確定出上述光網路單元 120 在進行

上行波長切換之後調整到的上行發射波長時，上述光線路終端 110 還可以進一步對上述映射表的相關表項中的上行發射波長資訊欄位進行刷新。

【0066】 步驟 S26，上述光線路終端 110 停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在同一個上行發送時隙僅授權上述光網路單元 120 在上述第二波長通道發送資料。

【0067】 在通過上述上行波長切換回應獲知上述光網路單元 120 已經成功切換到上述第二波長通道之後，上述光線路終端 110 可以停止步驟 S21 中在多個波長通道的相同時隙為上述光網路單元 120 的帶寬授權，而僅在上述第二波長通道給上述光網路單元 120 分配上行發送時隙，從而使得在完成波長通道切換之後上述光網路單元 120 只通過上述第二波長通道向上述光線路終端 110 發送上述上行資料。

【0068】 在本申請實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法中，由於在上述光網路單元 120 在進行波長通道切換之前，上述光線路終端 110 將在多個不同波長的波長通道的相同時隙同時給上述光網路單元 120 分配上行發送時隙，從而保證上述光網路單元 120 在波長通道切換過程中不管其當前上行發射波長處於哪個波長狀態都可以向上述光線路終端 110 發送上述上行資料，因此，即使上述波長切換過程需要持續相對較長的時間段，採用本申請實施例提供的波長切換方法可以有效保證在波長通道切換過程中上行業務暢通，即避免上行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，保證業務質量。

【0069】 實施例三

在上述多波長無源光網路系統 100 的波長通道切換的具體實現上，上述光網路單元 120 也可以在同一個波長通道切換過程實現上行發射波長和下行接收波長的同時調整，請參閱圖 6，其為本申請第三種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S30，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0070】 步驟 S31，上述光線路終端 110 一方面將上述光網路單元 120 的下行資料進行複製，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道同時發送上述下行資料，另一方面，上述光線路終端 110 還更新針對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元 120 分配相同的上行發送時隙。

【0071】 步驟 S32，上述光線路終端 110 向上述光網路單元 120 發送波長切換命令，上述波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行下行業務接收和上行業務發送。

【0072】 也就是說，上述光線路終端 110 發送給上述光網路單元 120 的下行波長切換命令和上行波長切換命令承載發送給上述光網路單元 120 的在同一個控制消息(即上述波長切換命令)，以指示上述光網路單元 120 在接收到上述控制消息之後同時進行下行接收波長切換和上行發射波長切換。

【0073】 步驟 S33，上述光網路單元 120 根據上述波長切換

命令的指示，將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長。

【0074】 步驟 S34，上述光網路單元 120 向上述光線路終端 110 返回波長切換回應，告知波長切換是否成功。

【0075】 步驟 S35，上述光線路終端 110 根據上述光網路單元 120 返回的波長切換回應，確定上述光網路單元 120 當前的下行接收波長和上行發射波長。

【0076】 步驟 S36，上述光線路終端 110 停止下行資料的複製，只通過上述光網路單元 120 切換到的第二波長通道發送下行資料，並停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在同一個時隙僅授權上述光網路單元 120 在上述第二波長通道發送上行資料。

【0077】 本實施例的步驟 S30~S36 的具體工作過程可以參照前面兩個實施例，此處不在贅述。

【0078】 採用本實施例提供的波長切換方法不僅可以有效保證在波長通道切換過程中下行業務暢通，即避免下行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，還可以同時保證避免上行業務在上述波長通道切換過程中出現終端，從而保證業務質量。

【0079】 可替代地，在具體實施例中，為提高上述多波長無源光網路系統 100 的可靠性，上述光線路終端 110 可在承載上述下行資料的下行資料幀中填充上述光線路終端 110 的下行發射波長資訊，以便於上述光網路單元 120 檢查其當前下行接

收波長的正確性；並且，上述光網路單元 120 也在承載上述上行資料的上行資料幀中填充上述光網路單元 120 的上行發射波長資訊和/或下行接收波長資訊，以便於上述光線路終端 110 檢查上述光網路單元 120 的上行發射波長和下行接收波長的正確性。在這種情況下，上述光網路單元 120 在完成波長切換之後無需向上述光線路終端 110 返回波長切換回應，上述光線路終端 110 可以直接從上述光網路單元 120 發送的上行資料幀承載的上行發射波長資訊和/或下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。

【0080】 實施例四

請參閱圖 7，其為本申請第四種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖。本實施例主要有關上述光網路單元 120 的下行接收波長調整，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S40，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0081】 步驟 S41，上述光線路終端 110 將原準備通過第一波長通道發送給上述光網路單元 120 的下行資料複製成多份，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道同時發送下行資料幀，其中上述下行資料幀用於承載上述下行資料，且通過各個波長通道分別發送的下行資料幀還分別包括上述光線路終端的下行發射波長資訊，即上述多個下行資料幀通過分別填充有用於進行上述下行資料幀發送的波長通道的下行波長資訊。

【0082】 在具體實施例中，上述下行資料幀可以為乙太網

無源光網路 (EPON) 採用的帶邏輯鏈路標識 (Logic Link Identification, LLID) 的乙太網幀 (以下簡稱 EPON 幀)、吉比特無源光網路 (GPON) 採用的 GPON 傳輸彙聚 (GPON Transmission Convergence, GTC) 幀、XGPON 採用的 XGPON 傳輸彙聚 (XG-PON Transmission Convergence, XGTC) 幀等下行數據幀來承載上述下行資料和上述下行發射波長資訊。

【0083】 以 EPON 幀為例，請參閱圖 8，其為本發明實施例提供的一種 EPON 幀的幀格式示意圖，上述 EPON 幀包括 LLID 欄位和淨荷 (Payload) 欄位，其中，上述下行資料可以承載在上述淨荷欄位，上述下行發射波長資訊可以承載在上述 LLID 欄位。通常上述 LLID 欄位元元包括模式 (mode) 子欄位和 LLID 子欄位，在本實施例中，由於上述 LLID 欄位承載了上述下行發射波長資訊，因此上述 LLID 欄位除了包括上述兩個子欄位以外，還進一步包括波長資訊子欄位，用於承載上述下行發射波長資訊。

【0084】 在其他替代實施例中，上述下行發射波長資訊也可用通過 PLOAM 消息、OMCI 消息、MPCP 消息、OAM 消息或者其他新定義的消息等進行承載。

【0085】 步驟 S42，上述光線路終端 110 向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令，上述下行波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行下行業務接收。

【0086】 步驟 S43，上述光網路單元 120 根據上述下行波長切換命令的指示，將其下行接收波長切換到上述第二波長通道

的下行波長，並且將其下行接收波長資訊承載在上行資料幀發送給上述光線路終端 110。

【0087】 具體地，上述光網路單元 120 在接收到上述光線路終端 110 發來的下行波長切換命令之後，可以從上述下行波長切換命令控制其下行光接收器 122 對其下行接收波長進行調整。並且，上述光網路單元 120 還可以從上述光線路終端 110 發送的下行資料幀獲取到各個波長通道的下行發送波長資訊，根據上述下行發送波長資訊來判斷其當前下行接收波長的正確性，並根據判斷結果確定是否需要對當前下行接收波長進行進一步調整。

【0088】 另外，在下行接收波長調整過程中，上述光網路單元 120 還可以在其向上述光線路終端 110 發送上行資料幀的時候，將其當前下行接收波長資訊承載在上述上行資料幀併發送給上述光線路終端 110，在具體實施例中，上述上行資料幀可以是 EPON 幀、GTC 幀或者 XGTC 幀，其具體格式可以參照步驟 S41 的描述，以 EPON 幀為例，與步驟 S42 相類似，上述下行接收波長資訊同樣可以承載在上述 LLID 欄位的波長資訊子欄位。

【0089】 步驟 S44，上述光線路終端 110 在向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令之後等待預設延遲時間，再從來自上述光網路單元 120 的上行資料幀讀取上述下行接收波長資訊，並根據上述下行接收波長資訊判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。

【0090】 與圖 3 所示的實施例一不同的是，在本實施例中，

上述光線路終端 110 在向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令之後，不需要等待上述光網路單元 120 返回波長切換響應，而是等待一段預設延時時間，再從上述光網路單元 120 發送的上行資料幀讀取出上述光網路單元 120 的下行接收波長資訊，並根據上述下行接收波長資訊判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。在具體實施例中，上述延時時間的長度主要取決於上述光網路單元 120 的光收發器件的波長調節和穩定所需要的時間，通過上述延時時間等待，可以保證上述光線路終端 110 在上述光網路單元 120 完成下行接收波長切換之後才獲取其下行接收波長資訊。

【0091】 另一方面，如果上述光線路終端 110 根據上述下行接收波長資訊判斷出上述光網路單元 120 在波長切換之後的下行接收波長與預期不符，即上述光網路單元 120 並沒有成功將其下行接收波長調整到上述第二波長通道的下行波長，上述光線路終端 110 可以重新向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元 120 重新進行下行接收波長調整，即是重複步驟 S42~S44，直至上述光網路單元 120 的下行接收波長切換成功。

【0092】 步驟 S45，上述光線路終端 110 停止下行資料的複製，只通過上述光網路單元 120 在波長通道切換之後工作在的第二波長通道發送下行資料。

【0093】 本實施例的波長切換方法中與實施例一相關的各個步驟的具體工作過程可以參照實施例一的描述，與實施例一相類似，採用本實施例提供的波長切換方法同樣可以有效保證

在波長通道切換過程中下行業務暢通，即避免下行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態。

【0094】 實施例五

請參閱圖 9，其為本申請第五種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖。本實施例主要有關上述光網路單元 120 的上行發射波長調整，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S50，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0095】 步驟 S51，上述光線路終端 110 更新針對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道為上述光網路單元 120 分配相同的上行發送時隙。

【0096】 步驟 S52，上述光線路終端 110 向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令，上述上行波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行上行業務發送。

【0097】 步驟 S53，上述光網路單元 120 根據上述上行波長切換命令的指示，將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長，並且將其上行發射波長資訊承載在上行資料幀發送給上述光線路終端 110。

【0098】 與實施例四相類似，在上行發射波長調整過程中，上述光網路單元 120 可以在其向上述光線路終端 110 發送上行資料幀的時候，將其當前上行發射波長資訊承載在上述上行資料幀併發送給上述光線路終端，在具體實施例中，上述上

行資料幀可以是 EPON 幀、GTC 幀或者 XGTC 幀。以採用 EPON 幀為例，上述上行發射波長資訊可以承載在上述 LLID 欄位的波長資訊子欄位。

【0099】 步驟 S54，上述光線路終端 110 在向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令之後等待預設延遲時間，再在從來自上述光網路單元 120 的上行資料幀讀取上述上行發射波長資訊，並根據上述上行發射波長資訊判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。

【0100】 與圖 5 所示的實施例二不同的是，在本實施例中，上述光線路終端 110 在向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令之後，不需要等待上述光網路單元返回的上行波長切換回應，而是等待一段預設延時時間，再從上述光網路單元 120 發送的上行資料幀讀取出上述光網路單元 120 的上行發射波長資訊，並由此判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。在具體實施例中，上述延時時間等待同樣可以使得上述光線路終端 110 在上述光網路單元 120 完成上行發射波長切換之後才獲取其上行發射波長資訊。

【0101】 另一方面，如果上述光線路終端 110 根據上述上行發射波長資訊判斷出上述光網路單元 120 在波長切換之後調整到的上行發射波長與預期不符，即上述光網路單元 120 並沒有成功將其上行發射波長調整到上述第二波長通道的上行波長，上述光線路終端 110 可以重新向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令，指示上述光網路單元 120 重新進行上行發射波長調整，即是重複步驟 S52~S54，直至上述光網路單元 120

的上行發射波長切換成功。

【0102】 步驟 S55，上述光線路終端 110 停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在同一個上行發送時隙僅授權上述光網路單元 120 在上述第二波長通道發送資料。

【0103】 本實施例的波長切換方法中與實施例二相關的各個步驟的具體工作過程可以參照實施例二的描述，與實施例二相類似，採用本實施例提供的波長切換方法同樣可以有效保證在波長通道切換過程中上行業務暢通，即避免上行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，保證業務質量。

【0104】 實施例六

請參閱圖 10，其為本申請第六種實施例提供的多波長無源光網路的波長切換方法的流程圖。本實施例同時有關上述光網路單元 120 的上行發射波長和下行接收波長的調整，上述波長切換方法可以包括：

步驟 S60，光線路終端 110 判斷出需要指示光網路單元 120 從第一波長通道切換到第二波長通道。

【0105】 步驟 S61，上述光線路終端 110 一方面將上述光網路單元 120 的下行資料進行複製，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道同時發送上述下行資料，另一方面，上述光線路終端 110 還更新針對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元 120 分配相同的上行發送時隙。

【0106】 步驟 S62，上述光線路終端 110 向上述光網路單元

120 發送波長切換命令，上述波長切換命令用於指示上述光網路單元 120 切換到上述第二波長通道進行下行業務接收和上行業務發送。

【0107】 步驟 S63，上述光網路單元 120 根據上述波長切換命令的指示，將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長，並且，上述光網路單元 120 還將其下行接收波長資訊和上行發射波長資訊承載在上行資料幀發送給上述光線路終端 110。

【0108】 步驟 S64，上述光線路終端 110 在向上述光網路單元 120 發送波長切換命令之後等待預設延遲時間，在從來自上述光網路單元 120 的上行資料幀讀取上述下行接收波長資訊和上述上行發射波長資訊，並根據上述下行接收波長資訊和上述上行發射波長資訊判斷上述光網路單元 120 的波長切換是否成功。如果不成功，上述光線路終端 110 指示上述光網路單元 120 重新進行波長切換。

【0109】 步驟 S65，上述光線路終端 110 停止下行資料的複製，只通過上述光網路單元 120 在波長通道切換之後工作在第一波長通道發送下行資料，並停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在同一個上行發送時隙僅授權上述光網路單元 120 在上述第二波長通道發送資料。

【0110】 本實施例的波長切換方法中與實施例三相關的各個步驟的具體工作過程可以參照實施例三的描述，與實施例三

相類似，採用本實施例採用本實施例提供的波長切換方法同樣不僅可以有效保證在波長通道切換過程中下行業務暢通，即避免下行業務在上述波長通道切換過程中處於中斷狀態，還可以同時保證避免上行業務在上述波長通道切換過程中出現終端，從而保證業務質量。

【0111】 實施例七

基於上述實施例提供的多波長無源光網路系統的波長切換方法，本申請還進一步提供一種波長切換裝置，上述波長切換裝置可以應用到在圖 2 所示的多波長無源光網路系統 100 的光線路終端 110。請參閱圖 11，其為本申請提供的多波長無源光網路系統的波長切換裝置一種實施例的結構示意圖，上述波長切換裝置 700 可以包括：

資料處理模組 710，用於在光網路單元 120 需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元 120 的下行資料複製成多份；

發送模組 720，用於分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元 120，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；

控制模組 730，用於控制上述發送模組 720 向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元 120 將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並在判斷出上述光網路單元 120 的下行接收波長切換成功之後，控制上述資料處理模組停止下行資料複製，並控制上述發送模組 720 只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行

資料。

【0112】 其中，上述多個波長通道包括上述多波長無源光網路系統 100 的所有波長通道，即波長通道 1~波長通道 4；可替代地，上述多個波長通道也可以僅包括與上述下行波長切換相關的波長通道，即上述光網路單元 120 的下行接收波長從上述第一波長通道的下行波長切換到上述第二波長通道的下行波長過程中需要經歷多個下行波長值所對應的波長通道。

【0113】 進一步地，上述波長切換裝置 700 還可以包括接收模組 740 和判斷模組 750。

【0114】 在一種實施例中，上述接收模組 740 可以用於接收上述光網路單元 120 返回的下行波長切換回應，其中上述下行波長切換回應包括上述光網路單元 120 在波長切換之後的下行接收波長資訊；上述判斷模組 750，用於根據上述下行波長切換回應承載的下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元 120 的下行接收波長切換是否成功。

【0115】 可替代地，在另一種實施例中，上述接收模組 740，可以用於接收上述光網路單元 120 返回的上行波長切換回應，其中上述上行波長切換回應包括上述光網路單元 120 在波長切換之後的上行發射波長資訊；上述判斷模組 750，可以用於根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元 120 的上行發射波長切換是否成功。進一步地，上述資料處理模組 710 還可以用於上述複製得到的下行資料分別承載在多個下行資料幀，其中每一個下行資料幀還包括用於傳輸上述下行資料幀的波長通道的下行波長資訊。

【0116】 可選地，在一種實施例中，上述波長切換裝置 700 還可以包括：

帶寬分配模組 760，用於更新針對上述光網路單元 120 的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元 120 分配相同的上行發送時隙；

並且，上述控制模組 730，還用於控制上述發送模組 720 向上述光網路單元 120 發送上行波長切換命令，指示上述光網路單元 120 將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長；在判斷出上述光網路單元 120 的上行發射波長切換成功之後，控制上述帶寬分配模組 760 停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道向上述光網路單元 120 分配上行發送時隙，僅授權上述光網路單元 120 在上述第二波長通道的上行發送時隙發送上行資料。

【0117】 可選地，上述下行波長切換命令和上述上行波長切換命令可以承載在發送給上述光網路單元 120 的同一個控制消息，上述控制消息用於指示上述光網路單元同時進行下行接收波長切換和上行發射波長切換。

【0118】 可替代地，在一種實施例中，上述接收模組 740 可以用於接收上述光網路單元 120 發送的上行資料，並在上述發送模組 720 向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元 120 發送上行資料幀讀取上述光網路單元 120 的下行接收波長資訊；上述判斷模組 750 可以用於根據上述上行資料幀承載的下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元的下行接收波長切換是否成功。

【0119】 在另一種實施例中，上述接收模組 740，可以用於接收上述光網路單元 120 發送的上行資料，並在上述發送模組 720 向上述光網路單元 120 發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元 120 發送上行資料幀讀取上述光網路單元 120 的上行發射波長資訊；上述判斷模組 750，可以用於根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元 120 的上行發射波長切換是否成功。

【0120】 在具體實施例中，當上述波長切換裝置 700 應用到在圖 2 所示的多波長無源光網路系統 100 時，上述發送模組 720 可以主要包括在上述光線路終端 110 的下行光發射器 Tx1~Tx4 和第一波分複用裝置 112；上述接收模組 740 可以主要包括在上述光線路終端 110 的下行光接收器 Rx1~Rx4 和第二波分複用裝置 113；而上述資料處理模組 710、上述控制模組 730、上述判斷模組 750 和上述帶寬分配模組 760 可以通過上述光線路終端 110 的處理模組 114(比如 MAC 模組)來實現。

【0121】 應當理解，以上僅是簡單概括上述波長切換裝置 700 各個功能模組的主要功能，上述功能模組具體工作過程可以參閱上述實施例一至實施例六的波長切換方法。

【0122】 通過以上的實施例的描述，本領域的技術人員可以清楚地瞭解到本發明可借助軟體加必需的硬體平臺的方式來實現，當然也可以全部通過硬體來實施。基於這樣的理解，本發明的技術方案對背景技術做出貢獻的全部或者部分可以以軟體產品的形式體現出來，該電腦軟體產品可以存儲在存儲介質中，如 ROM/RAM、磁碟、光碟等，包括若干指令用以使

得一台電腦設備（可以是個人電腦，伺服器，或者網路設備等）執行本發明各個實施例或者實施例的某些部分上述的方法。

【0123】 以上所述，僅為本申請較佳的實施例，但本申請的保護範圍並不局限於此，任何熟悉本技術領域的技術人員在本申請披露的技術範圍內，可輕易想到的變化或替換，都應涵蓋在本申請的保護範圍之內。因此，本申請的保護範圍應該以申請專利範圍的保護範圍為準。

【符號說明】

【0124】

100~多波長無源光網路系統；

110~光線路終端；

111~光耦合器；

112~第一波分複用器；

113~第二波分複用器；

114~處理模組；

120~光網路單元；

130~光分配網路；

131~主幹光纖；

132~光功率分路模組；

133~分支光纖；

Tx1~Tx4~下行光發射器；

Rx1~Rx4~上行光接收器；

700~波長切換裝置；

710~資料處理模組；

720~發送模組；

730~控制模組；

740~接收模組；

750~判斷模組。

申請專利範圍

1. 一種多波長無源光網路的波長切換方法，其特徵在於包括：
在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；
向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；
在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中上述多個波長通道包括上述多波長無源光網路系統的所有波長通道。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中上述多個波長通道包括上述光網路單元的下行接收波長從上述第一波長通道的下行波長切換到上述第二波長通道的下行波長過程中需要經歷多個下行波長值所對應的波長通道。
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 中項中任一項所述的方法，其中還包括：
接收上述光網路單元返回的下行波長切換回應，其中上述下行波長切換回應包括上述光網路單元在波長切換之後的下行接收波長資訊；

根據上述下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元的下行接收波長切換是否成功。

5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述的方法，其中還包括：

在向上述光網路單元發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元發送上行資料幀讀取上述光網路單元的下行接收波長資訊；

根據上述下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元的下行接收波長切換是否成功。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的方法，其中上述下行資料分別承載在下行資料幀並分別通過多個波長通道發送給上述光網路單元，其中每一個下行資料幀還包括用於傳輸上述下行資料幀的波長通道的下行波長資訊。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中還包括：

上述光線路終端更新針對上述光網路單元的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元分配相同的上行發送時隙；

向上述光網路單元發送上行波長切換命令，指示上述光網路單元將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長；

在判斷出上述光網路單元的上行發射波長切換成功之後，停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道向上述光網路單元分配上行發送時隙，僅授權上述光網路單元在上述第二波長通道的上行發送時隙發送上行資料。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中上述下行波長切換命令和上述上行波長切換命令承載在發送給上述光網路單元的同一個控制消息，上述控制消息用於指示上述光網路單元同時進行下行接收波長切換和上行發射波長切換。
9. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中還包括：
接收上述光網路單元返回的上行波長切換回應，其中上述上行波長切換回應包括上述光網路單元在波長切換之後的上行發射波長資訊；
根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元的上行發射波長切換是否成功。
10. 如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中還包括：
在向上述光網路單元發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元發送上行資料幀讀取上述光網路單元的上行發射波長資訊；
根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元的上行發射波長切換是否成功。
11. 一種多波長無源光網路的波長切換裝置，其特徵在於包括：
資料處理模組，用於在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給上述光網路單元的下行資料複製成多份；
發送模組，用於分別通過多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元，上述多個波長通道至少包括第一波長通道和第二波長通道；
控制模組，用於控制上述發送模組向上述光網路單元發送

下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，控制上述資料處理模組停止下行資料複製，並控制上述發送模組只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的裝置，其中上述多個波長通道包括上述多波長無源光網路系統的所有波長通道。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述的裝置，其中上述多個波長通道包括上述光網路單元的下行接收波長從上述第一波長通道的下行波長切換到上述第二波長通道的下行波長過程中需要經歷多個下行波長值所對應的波長通道。

14. 如申請專利範圍第 11 至 13 項中任一項所述的裝置，其中還包括：

接收模組，用於接收上述光網路單元返回的下行波長切換回應，其中上述下行波長切換回應包括上述光網路單元在波長切換之後的下行接收波長資訊；

判斷模組，用於根據上述下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元的下行接收波長切換是否成功。

15. 如申請專利範圍第 11 至 13 項中任一項所述的裝置，其中還包括：

接收模組，用於接收上述光網路單元發送的上行資料，並在上述發送模組向上述光網路單元發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元發送上行資料幀讀取上述光網路單元的下行接收波長資訊；

判斷模組，根據上述下行接收波長資訊，判斷上述光網路單元的下行接收波長切換是否成功。

16.如申請專利範圍第 15 項所述的裝置，其中上述資料處理模組還用於上述複製得到的下行資料分別承載在多個下行資料幀，其中每一個下行資料幀還包括用於傳輸上述下行資料幀的波長通道的下行波長資訊。

17.如申請專利範圍第 11 項所述的裝置，其中還包括：

帶寬分配模組，用於更新針對上述光網路單元的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元分配相同的上行發送時隙；

上述控制模組，還用於控制上述發送模組向上述光網路單元發送上行波長切換命令，指示上述光網路單元將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長；在判斷出上述光網路單元的上行發射波長切換成功之後，控制上述帶寬分配模組停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道向上述光網路單元分配上行發送時隙，僅授權上述光網路單元在上述第二波長通道的上行發送時隙發送上行資料。

18.如申請專利範圍第 17 項所述的裝置，其中上述下行波長切換命令和上述上行波長切換命令承載在發送給上述光網路單元的同一個控制消息，上述控制消息用於指示上述光網路單元同時進行下行接收波長切換和上行發射波長切換。

19.如申請專利範圍第 17 項所述的裝置，其中還包括：

接收模組，用於接收上述光網路單元返回的上行波長切換

回應，其中上述上行波長切換回應包括上述光網路單元在波長切換之後的上行發射波長資訊；

判斷模組，還用於根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元的上行發射波長切換是否成功。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述的裝置，其中還包括：

接收模組，用於接收上述光網路單元發送的上行資料，並在上述發送模組向上述光網路單元發送下行波長切換命令之後，等待預設延遲時間，再從上述光網路單元發送上行資料幀讀取上述光網路單元的上行發射波長資訊；

判斷模組，用於根據上述上行發射波長資訊，判斷上述光網路單元的上行發射波長切換是否成功。

21. 一種多波長無源光網路系統，具有 M 個波長通道， M 大於 1，其特徵在於：上述多波長無源光網路系統包括至少一個光線路終端、多個光網路單元和光分配網路，其中上述光線路終端通過上述光分配網路連接到上述多個光網路單元；

上述光線路終端，用於在光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，將待發送給光網路單元的下行資料複製成多份，並分別通過至少包括上述第一波長通道和上述第二波長通道的多個波長通道分別將上述多份下行資料發送給上述光網路單元；並向上述光網路單元發送下行波長切換命令，指示上述光網路單元將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長；並且，在判斷出上述光網路單元的下行接收波長切換成功之後，停止下行資料

複製，只通過上述第二波長通道向上述光網路單元發送上述下行資料。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的系統，其中上述光網路單元，用於根據上述光線路終端發送的下行接收波長切換命令，將其下行接收波長切換到上述第二波長通道的下行波長，並在波長切換過程中根據當前時刻調整到的下行接收波長從對應的波長通道接收上述下行資料。
23. 如申請專利範圍第 22 項所述的系統，其中上述多個波長通道包括上述多波長無源光網路系統的所有波長通道。
24. 如申請專利範圍第 22 項所述的系統，其中上述多個波長通道包括上述光網路單元的下行接收波長從上述第一波長通道的下行波長切換到上述第二波長通道的下行波長過程中需要經歷多個下行波長值所對應的波長通道。
25. 如申請專利範圍第 21 至 24 項中任一項所述的系統，其中上述光線路終端還用於在上述光網路單元需要從第一波長通道切換到第二波長通道時，更新針對上述光網路單元的帶寬授權，在上述多個波長通道為上述光網路單元分配相同的上行發送時隙；並向上述光網路單元發送上行波長切換命令，指示上述光網路單元將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長；並且，在判斷出上述光網路單元的上行發射波長切換成功之後，停止在除上述第二波長通道以外的其他波長通道向上述光網路單元分配上行發送時隙，僅授權上述光網路單元在上述第二波長通道的上行發送時隙發送上行資料。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述的系統，其中上述光網路單元，還用於根據上述上行波長切換命令將其上行發射波長切換到上述第二波長通道的上行波長，並在波長切換過程中根據當前時刻調整到的上行發射波長在上述光線路終端授權的上行發送時隙利用對應的波長通道向上述光線路終端發送上行資料。
27. 如申請專利範圍第 26 項所述的系統，其中上述下行波長切換命令和上述上行波長切換命令承載在發送給上述光網路單元的同一個控制消息，上述控制消息用於指示上述光網路單元同時進行下行接收波長切換和上行發射波長切換。

圖式

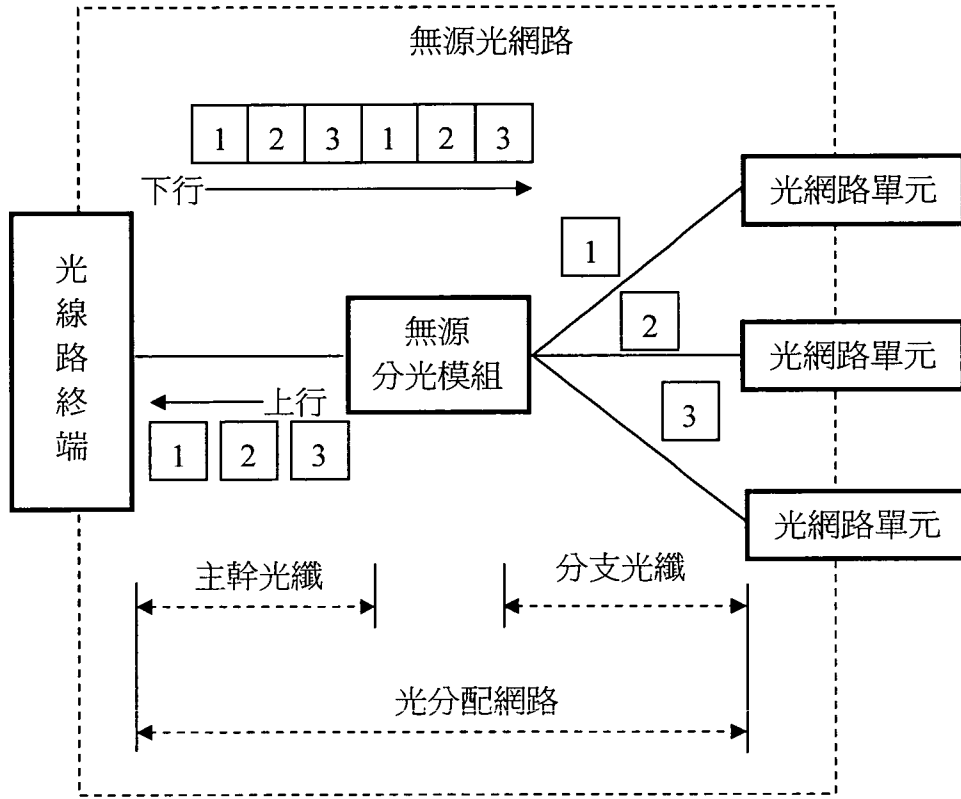


圖 1

100

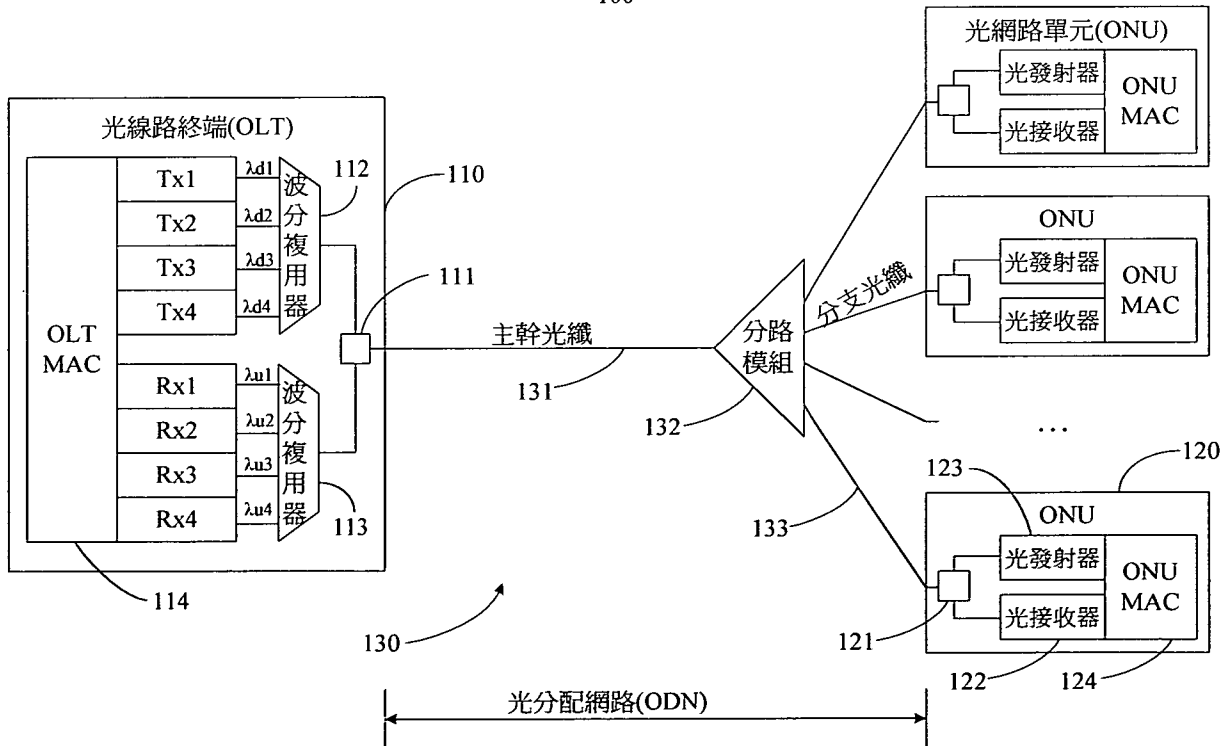


圖 2

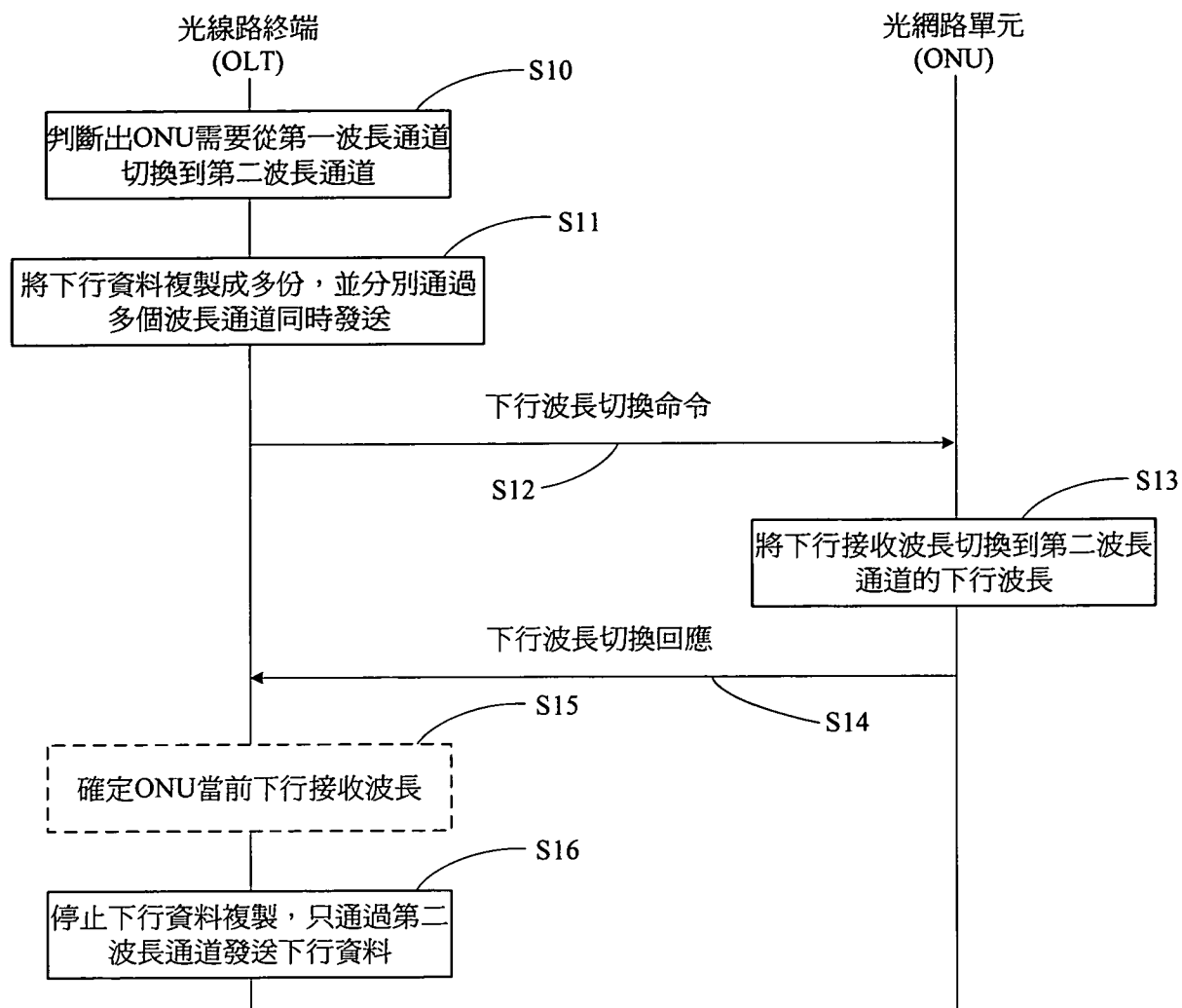


圖 3

ONU標識 (ONU ID) 2byte	消息標識 (Message ID) 1byte	序列號 (Sequence No) 1byte	數據 (Data) 36byte	完整性檢查 (Integrity check) 8byte
----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------	-------------------------------------

圖 4

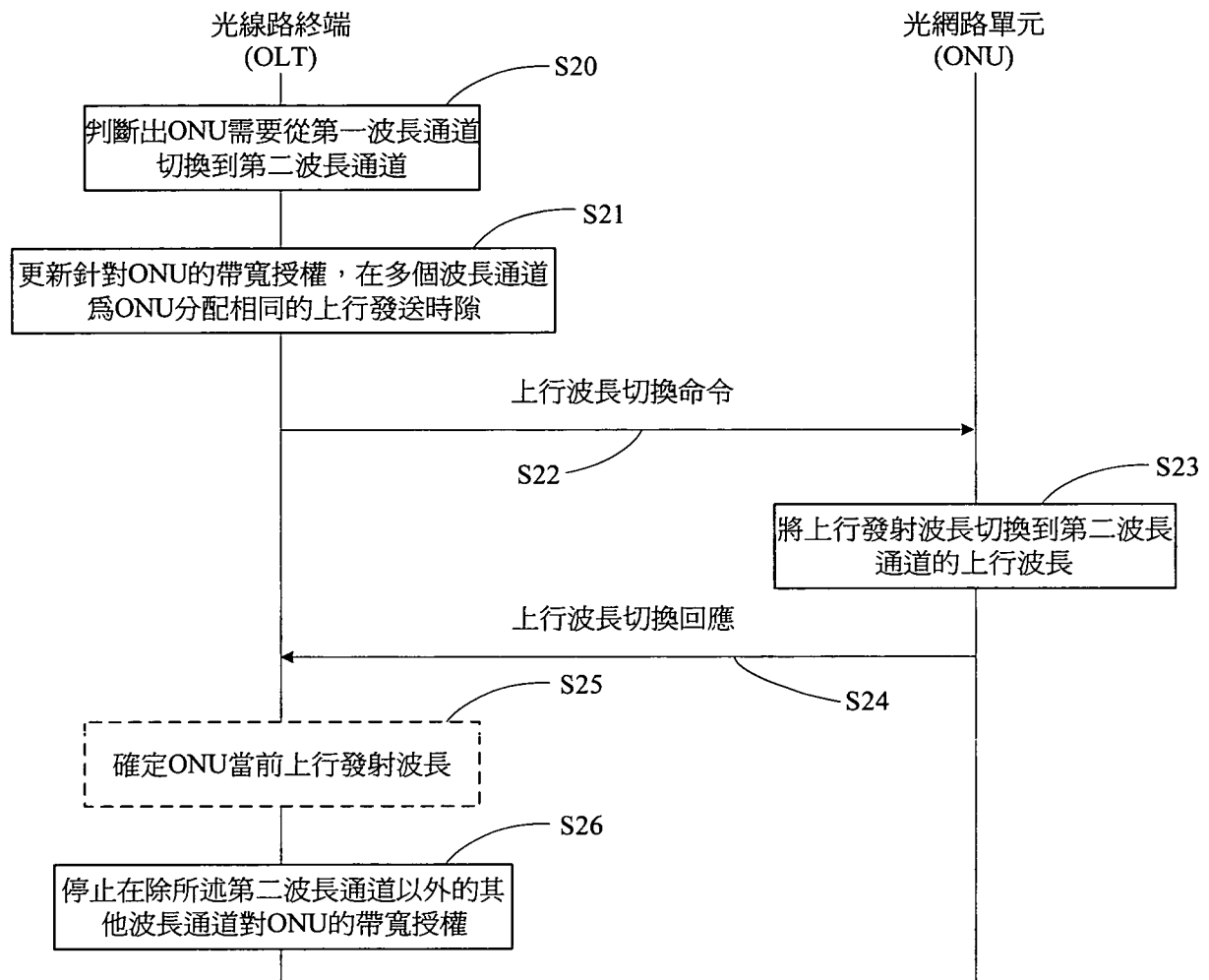


圖 5

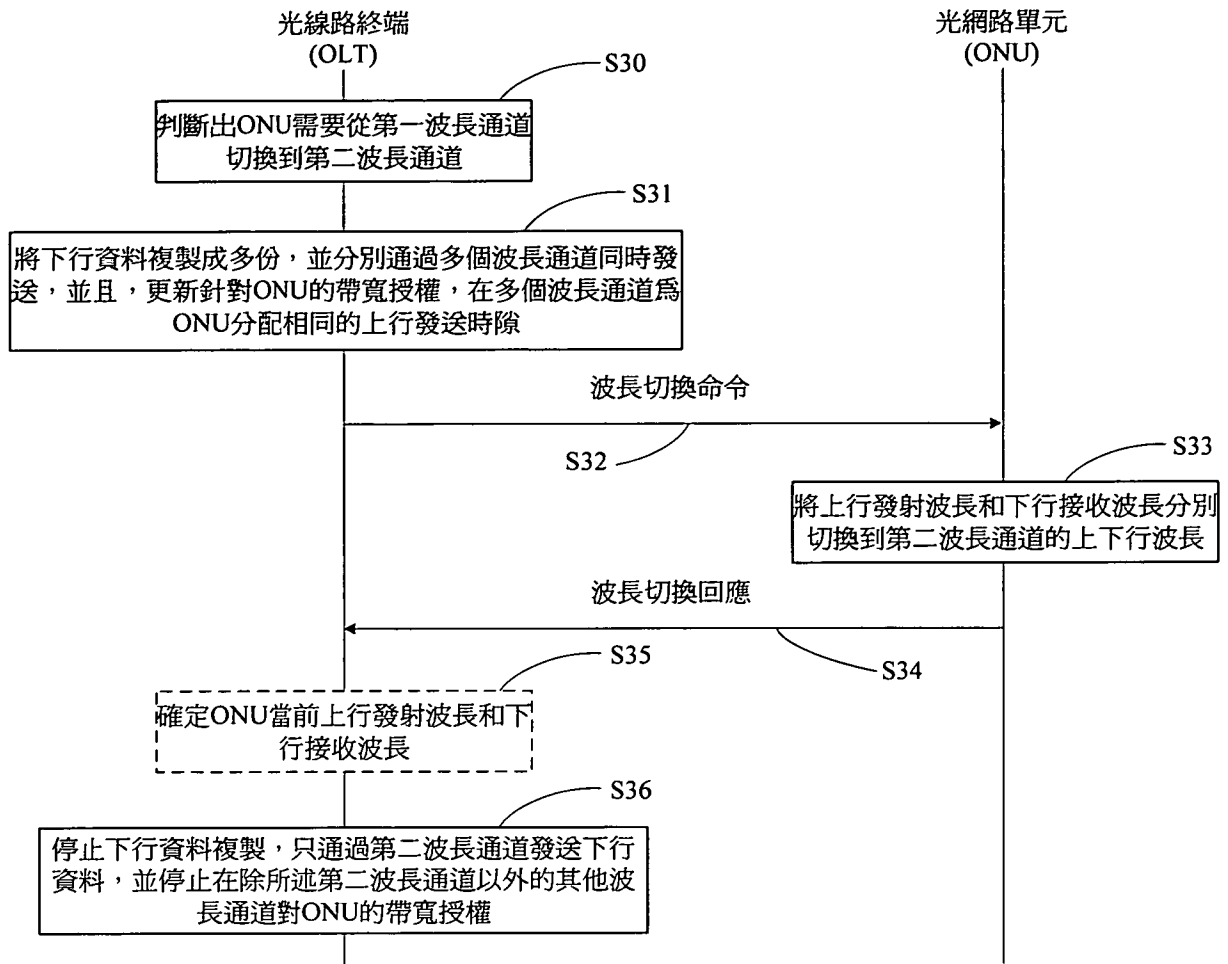


圖 6

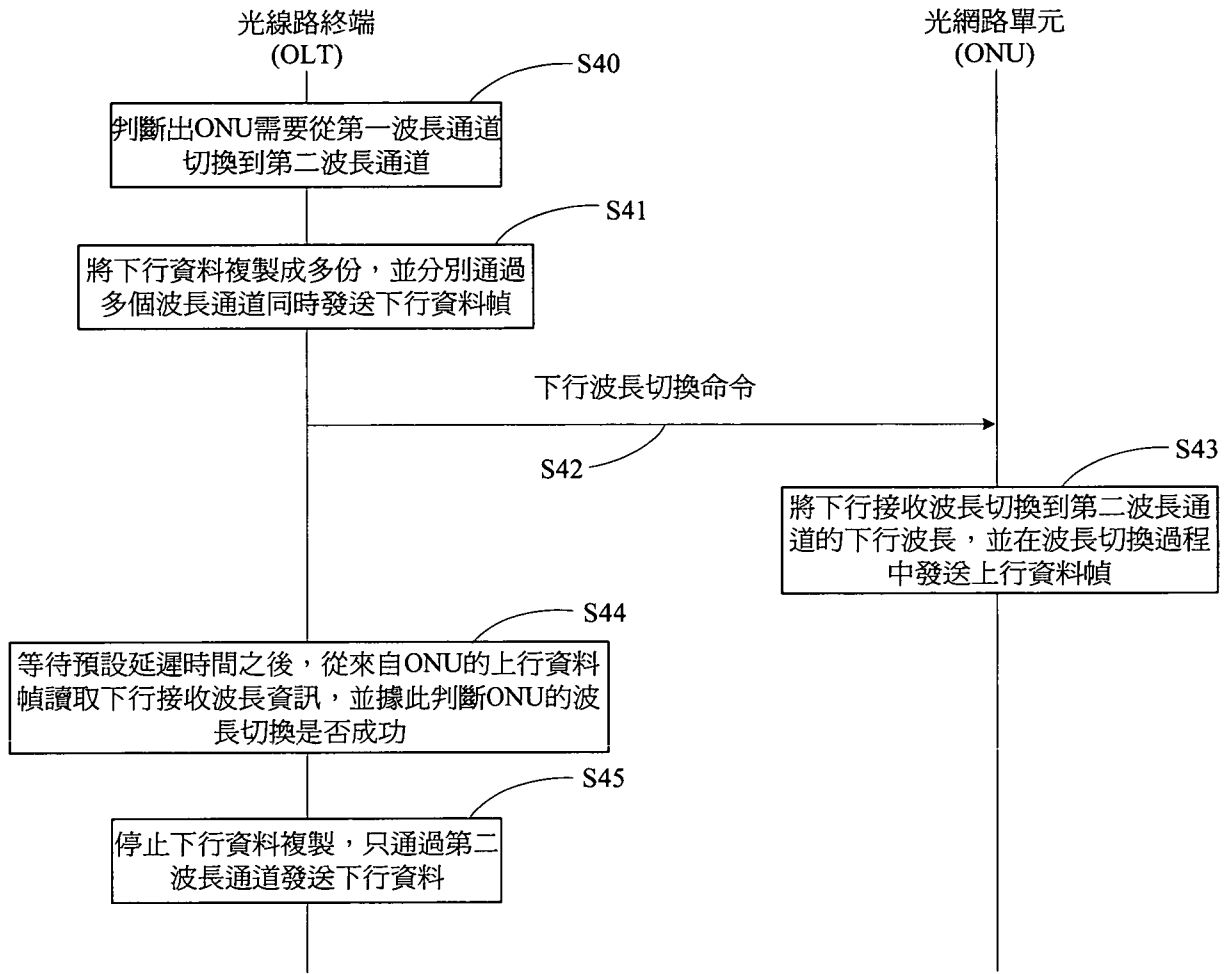


圖 7

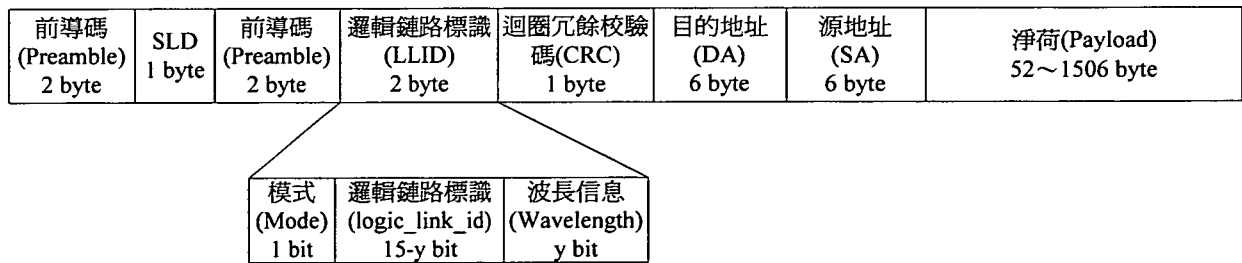


圖 8

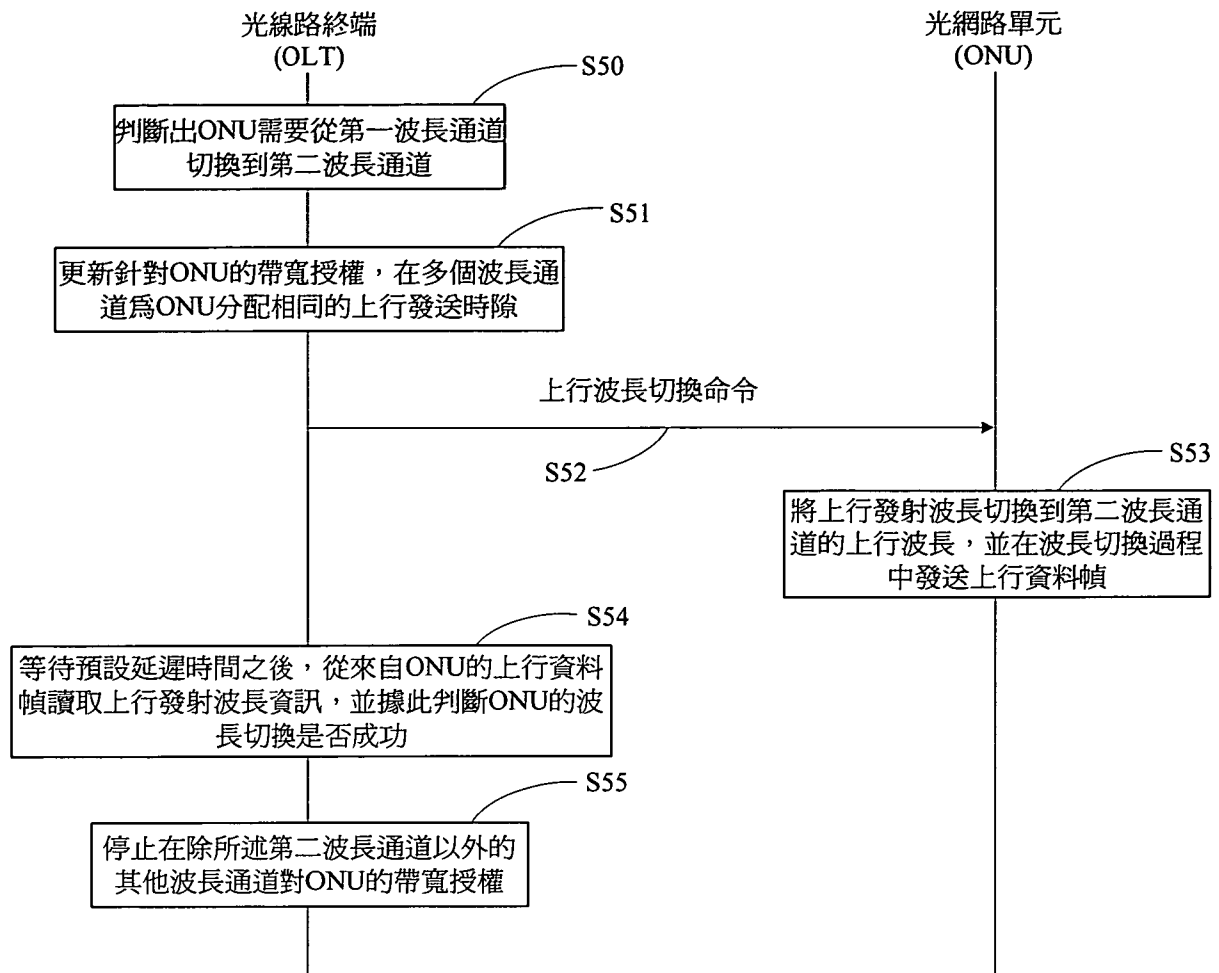


圖 9

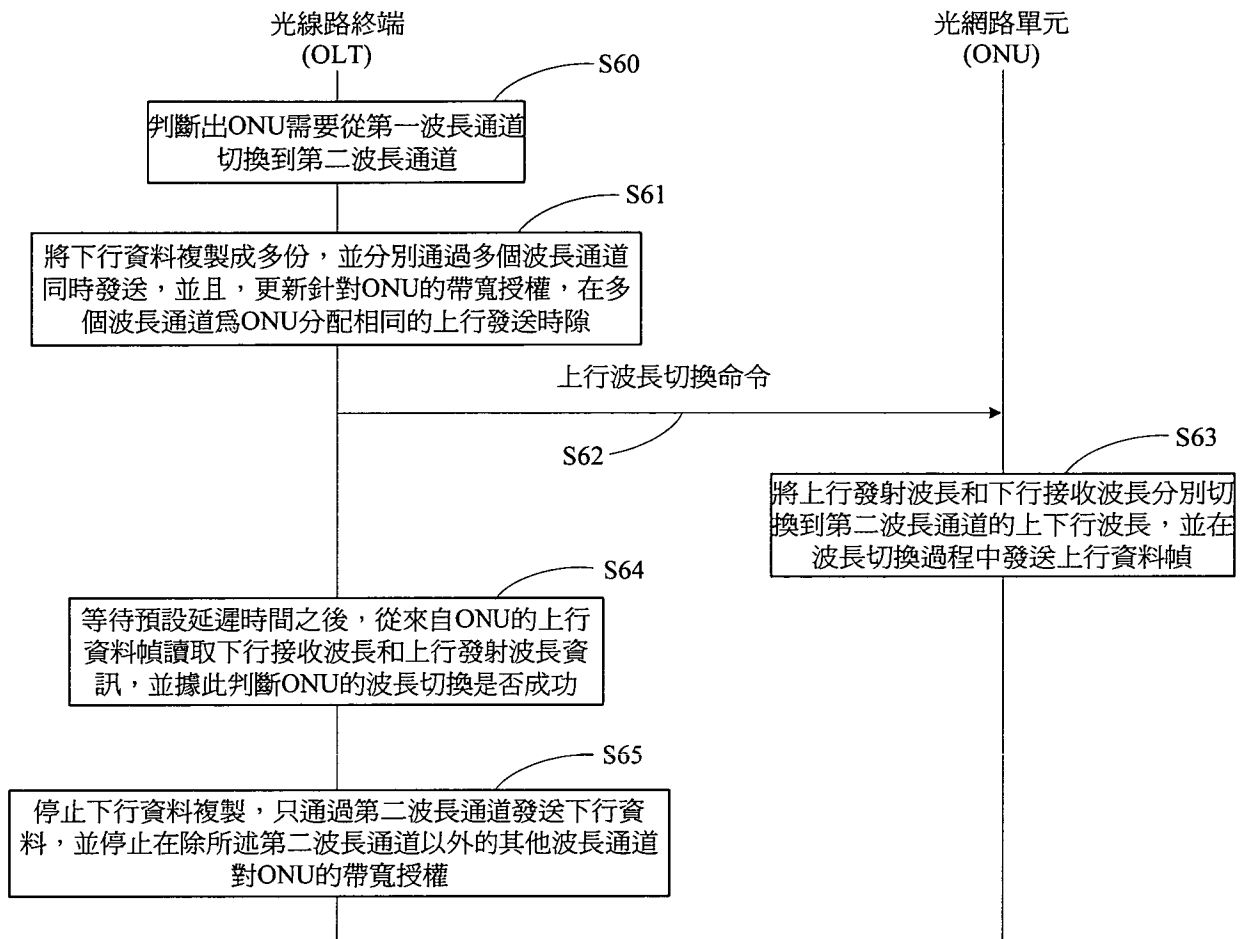


圖 10

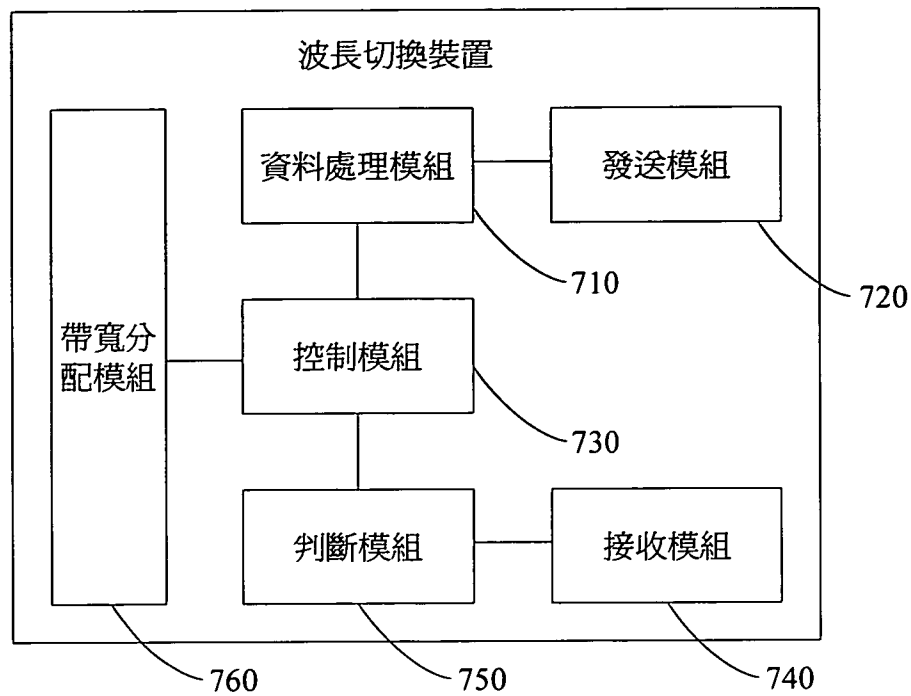


圖 11